ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Санкт-Петербургский государственныйуниверситет

Институт наук о Земле

Кафедра экологической геологии

# ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДО– И НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

## Труды международной молодежной научной конференции

## XIX

Санкт-Петербург
2019

ББК 26
УДК 55; 504; 574

**Экологические проблемы природо- и недропользования:** Труды международной молодежной научной конференции. Том XIX / Под ред. В. В. Куриленко – СПб.: СПбГУ, 2019. – 450 с.

В данном издании представлены материалы XIX международной молодежной научной конференции «Экологические проблемы природо– и недропользования», *«Экогеология – 2019»,* организаторами которой являлись Институт наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета и геологический факультет Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова. Эти труды продолжают знакомить читателя с ролью наук о Земле в решении общих научных и образовательных экологических задач. Отражены современные вопросы теории и методологии решения экологических проблем, возникающих при природо- и недропользовании, перспективы развития экологического направления в геологии, а также состояние и перспективы развития эколого-геологического образования.

Адресуется специалистам в области наук о Земле и естественнонаучного образования, студентам, аспирантам и преподавателям вузов.

© Коллектив авторов, 2019
© СПбГУ, 2019




**03-07 июня 2019**

ОРГАНИЗАТОРЫ КОНФЕРЕНЦИИ

Институт наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета, кафедра экологической геологии;

Геологический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Прпедседатель: Куриленко В.В. (СПбГУ),

Сопредседатели: Трофимов В.Т. (МГУ), Кай Сан (Харбинский институт технологий, Китай)

Заместитель председателя: Изосимова О.С. (СПбГУ)

Ученые секретари: Лебедев С.В., Подлипский В.В., Зеленковский П. С. (СПбГУ)

ЧЛЕНЫ ПРОГРАММНОГО КОМИТЕТА:

Алексеенко В.А., профессор Южного федерального университета; Антонов В.В., профессор кафедры гидрогеологии и инженерной геологии Национального минерально-сырьевого университета "Горный"; Вревский А.Б., директор Института геологии и геохронологии докембрия РАН; Гричук Д.В., профессор кафедры геохимии Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова; Каминский В.Д., директор Всероссийского научно-исследовательского института геологии и минеральных ресурсов Мирового океана имени академика И.С. Грамберга; Королев В.А., профессор кафедры геохимии Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова; Маржалек Х., профессор Вроцлавского университета, Польша; Петров С.В., доцент кафедры геологии месторождений полезных ископаемых СПбГУ; Румынин В.Г., профессор кафедры гидрогеологии СПбГУ; Серебрицкий И.А., заместитель председателя комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности администрации СПб; Чарыкова М.В., профессор кафедры геохимии СПбГУ; Южи Фенг, профессор Харбинского института технологий, Китай.

# ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время экология возводится в ранг обобщающей науки, которая включает в себя экологические направления биологических, геологических, географических, медицинских, экономических, юридических, социальных и других естественных и общественных научных дисциплин. Особое место им уделяется в системе наук о Земле, рассматривающих все типы взаимодействий человека и природы. Это обстоятельство определяет необходимость комплексного подхода к выработке теоретических, методологических и практических основ решения экологических проблем.

Человечество все чаще сталкивается с проблемами, связанными с влиянием литосферы и ее компонентов на условия жизнедеятельности человека и существования биоты. Нарушению природного равновесия способствуют накопления промышленных и бытовых отходов, в том числе и радиоактивных, а также грандиозные масштабы освоения месторождений полезных ископаемых, связанные с извлечением на поверхность земли огромных масс горных пород, которые не только занимают значительные территории, но и загрязняют вредными компонентами окружающую среду. Отсюда, возникающие при антропогенном воздействии разнообразные изменения литосферы требуют не только научно-теоретического анализа, но и практического решения задач рационального недропользования. В связи с этим возникает необходимость выработки научно обоснованных организационно-правовых механизмов управления в области природо- и недропользования в рамках природоохранной парадигмы.

Необходимость теоретического и методологического разрешения экологических проблем, связанных с влиянием литосферы и ее компонентов на условия жизнедеятельности человека и существования биоты, способствовала возникновению в рамках наук о Земле фундаментального научного направления – ***экологической геологии.***

Миссия педагогической и научной деятельности преподавателей кафедры экологической геологии СПбГУ заключается в способствовании формирования общества, ответственного за состояние природной среды, развивающегося на основе природоохранной парадигмы и широко использующего природосберегающие технологии.

**Кафедра Экологической геологии** является основной базой для проведения научных исследований преподавателями, научными сотрудниками, аспирантами и докторантами, а также студентами в рамках учебных и производственных практик, начиная с полевых работ и кончая курсовыми, дипломными и диссертационными работами. ***Деятельность преподавателей и научных сотрудников кафедры неразрывно связана с научно-педагогической работой по подготовке бакалавров, магистров, аспирантов и докторантов и включает чтение лекций, руководство курсовыми и выпускными квалификационными работами, кандидатскими***

***диссертациями, научно-методическое обеспечение учебных и производственных практик. В научной лаборатории учебно-научного центра студенты и аспиранты под руководством преподавателей и научных сотрудников кафедры принимают участие в выполнении научно-исследовательских работ в рамках научно-исследовательских программ, грантов, а также хозяйственных договоров.*** Проведение широких научных исследований с участием в них студентов позволяет обеспечивать подготовку молодых специалистов на современном уровне.

***Цель конференции «Экологические проблемы, наука и образование. Экогеология 2019»*** - обмен научными, методологическими и прикладными достижениями между представителями вузовской, академической и прикладной науки в области экогеологических знаний, а также обсуждение проблем, связанных с современным состоянием и перспективами развития экогеологического образования в России.

В рамках научной тематики конференции обсуждаются Теоретические и методологические основы и содержание экологической геологии как нового научного направления; проблемы экологической геологии, современной экополитики и организационно-правовых механизмов в области рационального природо- и недропользования; современные методы получения и обобщения экологической информации; вопросы, связанные с изучением эколого-геологических основ и методов оценки состояния окружающей среды, в том числе территорий промышленных и городских агломераций; проблемы экологической геологии различных регионов.

***Организаторами конференции являются*:** Институт наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета и геологический факультет Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова.

Программный комитет конференции

# ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ГЕОХИМИИ

Куриленко В.В.
СПбГУ, Санкт-Петербург

# FUNDAMENTALS OF ENVIRONMENTAL GEOCHEMISTRY

Kurilenko V.V.
SPSU, Sait-Petersburg

**Annotation:** The article deals with the concept of the geochemical ecological function of the lithogenic component, discusses the main sources of negative natural and antropogenic impact on the geochemical ecological function of geological space, gives ecological and geochemical characteristics of the impact of toxic chemical elements on biota and humans.

**Key words**: environmental geochemistry, toxic chemical elements, environmental pollution, biogeochemical fields, microelmentosis

***Экологическая геохимия*** представляет собой раздел экологической геологии, в рамках которого исследуется роль и значение природных и природно-техногенных геохимических процессов в формировании и эволюционном развитии жизни на Земле.

В связи с тем, что абиотическая и биотическая составляющие на протяжении всей истории Земли постоянно находились под интенсивным воздействием разнообразных геохимических процессов, во многом определявших как направление эволюционного развития, так и современное состояние биоты, включая человека, такое влияние следует рассматривать как особую геохимическую экологическую функцию геологического пространства.

Исходя из этого, *объектом* изучения экологической геохимии являются природные и природно-техногенные геохимические процессы, определяющие эволюционное развитие эколого-геологического пространства, как основы формирования и сохранения комфортных условий существования жизни на Земле.

Соответственно *предметом* изучения экологической геохимии является экологическая геохимическая функция, особенности ее формирования и изменения под воздействием как природных, так и природно-техногенных факторов.

Геохимическая экологическая функция непосредственно связана с другими экологическими функциями эколого-геологического пространства, такими как ресурсная, геодинамическая и геофизическая.

## 1. Основные источники негативного природно-техногенного воздействия на геохимическую экологическую функцию геологического пространства

Современная цивилизация потребляет огромное и все возрастающее количество биологических, минеральных и энергетических ресурсов. После переработки и использования природные ресурсы превращаются в отходы. В этой связи проблема загрязнения окружающей природной среды к концу XX века стала играть главенствующую роль, т.к. безудержное увеличение объемов отходов, выбросов, сточных вод всех видов промышленного производства, коммунального хозяйства городов и сельского хозяйства поставило человечество на грань экологической катастрофы. Индустриально развитые страны в настоящее время производят в десятки раз больше отходов, чем развивающиеся страны, однако последние в недалеком будущем могут догнать развитые страны по уровню технического прогресса, что вряд ли улучшат экологическую обстановку на нашей планете. Нерациональное использование природных ресурсов во все возрастающих темпах ведет не только к их истощению, интенсивному загрязнению окружающей природной среды и интенсивному накоплению отходов, но также влечет за собой, как правило, ухудшение состояния всех взаимодействующих между собой компонентов природной среды. Проблема осложняется и тем, что чрезмерная количественная и качественная концентрация в экологическом плане промышленных производств и объектов при одновременном увеличении городского населения, резко повышает вероятность создания катастрофической ситуации локального, регионального и даже глобального масштабов.

Современное состояние компонентов окружающей природной среды определяется результатом проявления природных процессов (абиотических и биотических), а также антропогенных, определяемых развитием разнообразных отраслей промышленности и аграрно-промышленного комплекса.

Под *загрязнением окружающей природной среды* понимают привнесение или возникновение новых, не характерных для этой среды физических, химических и биологических агентов, или превышение содержаний уже присутствующих агентов до значений выше естественного среднемноголетнего уровня.

Загрязнения окружающей природной среды бывают локальными, региональными и глобальными. *Локальные* загрязнения связаны с деятельностью промышленных предприятий, городских агломераций, сельскохозяйственных, животноводческих комплексов и отдельных индивидуумов. *Региональные* загрязнения охватывают большие территории и акватории, подверженные воздействию значительных и экологически опасных по своим масштабам природных (в частности, геологических) процессов, или (а также) техногенному влиянию крупных промышленных районов и объектов. *Глобальные* загрязнения обычно определяются выбросами в окружающую природную среду большого количества загрязняющих веществ

природного или техногенного происхождения, которые, в случае их распространения, могут оказать неблагоприятное воздействие как на отдельные регионы и континенты, так и на планету в целом.

Под *источником* загрязнения понимается *природный* или *техногенный* объект, активизация или деятельность которого выводит окружающую природную среду из состояния равновесия и представляет для нее потенциальную опасность. Особо опасны потоки загрязняющих веществ, обусловленные развитием таких отраслей промышленности как горнодобывающая, строительных материалов, чёрной и цветной металлургии, машиностроительной, металлообрабатывающей, приборостроительной, транспортной, топливно-энергетической, коммунальной, оборонной, сельскохозяйственной и пр. Их отрицательное воздействие на окружающую природную среду определяется, чаще всего, несовершенством технологических процессов и несоблюдением технологических регламентов, следствием чего становятся выбросы огромного количества загрязняющих и токсичных промышленных отходов.

Современное производство различных руд, горючих ископаемых, строительных материалов удваивается через каждые 10-15 лет, при этом объем промышленных и бытовых отходов ежегодно составляет более 3,5 млрд. т, сточных вод- 500 км$^3$, выбросов газов и аэрозолей- 1 млрд. т, пыли- более 250 млн. т. За последние десятилетия потребление минеральных и органических сырьевых ресурсов значительно возросло с 5 т на одного жителя Земли в год в 1913 г. до 40-50 т в 2000 г. Из почти 6 млн. известных человечеству соединений в промышленном производстве используется до 500 тыс., из которых около 40 тыс. обладает вредными для биоты и человека свойствами, а 12 тыс. являются токсичными. В результате хозяйственной деятельности человека в окружающую природную среду ежегодно поступает более 200 млн. т диоксида углерода, более 150 млн. т диоксида серы, более 60 млн. т оксидов азота и другие химические соединения

Показателем интенсивности извлечения и использования химических элементов является такая характеристика, как *технофильность,* которая представляет собой отношение ежегодной добычи или производства элемента в тоннах к его кларку в литосфере (Перельман А.И.,1989). Техногенез ведет к уменьшению геохимической контрастности геологического пространства. Рост технофильности свидетельствует об увеличении интенсивности вовлечения данного элемента в техногенную миграцию по сравнению с другими элементами и отмечается в отношении таких элементов как алюминий, магний и титан в связи с их широким использованием в современных отраслях промышленности.

Наиболее технофильные элементы "перекачиваются" человеком из земных недр на поверхность и накапливаются в техногенных экосистемах, что ведет к обогащению ландшафтов такими несвойственными им элементами, как свинец, олово, ртуть, мышьяк, сурьма и др. В техногенных эко-

геосистемах возникают техногенные потоки элементов, которые могут вливаться в природные потоки.

Для характеристики количества элемента, переходящего из техногенного потока в природный, Н.Ф. Глазовский предложил понятие "техногенное геохимическое давление". Отношение этой величины к единице площади называется «модулем техногенного геохимического давления» (МТГД), который измеряется в т / км$^2$. Техногенное геохимическое давление зависит от конкретных условий антропогенного воздействия на окружающую природную среду и может изменяться в десятки раз. Например, величина МТГД фосфора резко возрастает там, где применяют фосфоросодержащие удобрения.

***Горнодобывающее производство***. Современная эпоха развития человеческой цивилизации характеризуется все возрастающим потреблением минерально-сырьевых ресурсов, которые в большей степени являются невозобновляемыми и в меньшей - возобновляемыми. К минеральным ресурсам относятся все полезные ископаемые, ископаемое топливо (нефть, газ, торф и др.), а также вода и газы атмосферы. В связи с возрастающим потреблением минерально-сырьевых ресурсов возникает проблема рационального их использования, решение которой предполагается в следующих направлениях: создание новых высокоэффективных способов геологической разведки полезных ископаемых, ресурсосберегающих методов добычи; комплексное использование минерального сырья; сокращение потерь сырья на всех этапах освоения и использования запасов недр, особенно на стадиях обогащения и переработки сырья; создание новых веществ и материалов, органический синтез минерального сырья и др.

По своей мощи геологическая деятельность человека превосходит природные процессы и явления и приводит к резкому ухудшению экологической обстановки не только на землях горного отвода, но и на значительных территориях, примыкающих к разрабатываемым месторождениям минерального сырья. При извлечении минерально-сырьевых ресурсов перемещаются сотни миллиардов тонн вскрышных пород, грунта, почвы, производится откачка огромных объемов подземных вод. Ведение горных работ открытым способом приводит к ландшафтным нарушениям, соизмеримым по своим масштабам с последствиями крупных природных катастроф.

При освоении месторождений минерального сырья их запасы используются далеко не полностью. При этом от 50 до 85% горной массы, извлекаемой из открытых карьеров, перемещается в отвалы и хвостохранилища, которые чаще всего располагаются на весьма плодородных угодьях. Высокие потери происходят и при подземной отработке месторождений, например, при добыче минеральных солей и слюды в недрах остается до 80% сырья. Качественный состав загрязнения зависит от химического состава руд. Так, эксплуатация месторождений открытым способом сопровождается выбросами в окружающую среду огромных количеств мине-

ральной пыли различного гранулометрического и химического состава, хотя и при закрытой, шахтной разработке они часто также велики.

Способ открытых разработок имеет широкое распространение, с его помощью в мире добывается около 80% всех твердых полезных ископаемых. Однако для него характерна повышенная землеемкость за счет создания карьеров, отвалов, хвостохранилищ.

Подземный (шахтный) способ разработки применяется преимущественно для месторождений полезных ископаемых, залегающих на глубине порядка 100-600м, а также до 2000 и более метров. Широко используются также скважинные методы. Среди них выделяют способ подземного выщелачивания (U, Pb, Zn, Cu, P и др.), подземного растворения солей (галита, сильвинита, карналлита, бишофита и др.), скважинной гидродобычи. К преимуществам скважинных методов можно отнести: протекание процесса извлечения полезных компонентов в недрах; работу геотехнологических систем в замкнутом циркуляционном цикле, резко снижающем негативное воздействие на окружающую среду. Однако значительное негативное воздействие здесь приходится на подземные водоносные горизонты, поэтому актуальной становится проблема их защиты от загрязнения.

На всех карьерах вскрышные работы и добыча ископаемых осуществляется с применением буровзрывных работ, которые становятся серьезными источниками пыли и ядовитых газов. Объем пылегазового облака может составлять до 15-20 млн. $м^3$, оно рассеивает 200-250 т пыли в радиусе 2-4 км от эпицентра взрыва, вызывая загрязнение окружающей природной среды на прилегающих территориях часто токсичными компонентами (И.Н. Лозановская и др., 1998).

Наиболее важным с экогеологической точки зрения является этап утилизации отходов в виде отвалов, хвостов и сточных вод.

Горнодобывающие предприятия являются самым крупным источником отходов, достигающих до 80% всех отходов на земной поверхности. Ежегодный прирост отвалов составляет около 5 млрд. т., хвостов - до 1 млрд. т. Эти отходы являются источниками загрязнения окружающей природной среды вредными для человека и биоты компонентами в виде пыли и испарений в форме растворимых соединений бериллия, свинца, ртути, мышьяка, сурьмы, серы и др., а также ряда механических примесей. Они представляют серьезный источник экологической напряженности, т.к. в процессе их складирования они подвергаются воздействию атмосферных осадков, что способствует распространению и накоплению содержащихся в них токсичных компонентов в почвах, грунтах, поверхностных и подземных водах. Миграционная способность практически всех токсичных компонентов может сохраняться даже после отработки месторождения и проведения рекультивационных работ. Интенсивность распространения загрязнения в значительной степени определяется коэффициентами фильтрации, молекулярной диффузии, дисперсии, влагопереноса, значениями

pH техногенных потоков и поровых растворов, окислительно-восстановительным потенциалом почв и др. В качестве природоохранных мероприятий по борьбе с особо опасными, в частности, радиоактивными промышленными отходами иногда выступают проекты, ориентированные на их захоронение в недра Земли, что сопряжено со значительным риском загрязнения экогеологического пространства и может быть осуществлено только после чрезвычайно тщательного экогеологического экспертного анализа.

Накопленные твердые отходы представляют собой *техногенные месторождения*. Процессы их утилизации включают в себя комплексное изучение, состоящее из разведки, опробования, определения форм нахождения полезных компонентов, подсчета их запасов, разработки экономически выгодной технологии освоения месторождения и, наконец, получения товарных продуктов.

Наряду с физическими, химическими, электрическими методами предотвращения загрязнения среды отходами горнодобывающей промышленности занчительное внимание уделяется их утилизации путем *рекультивации* хвостохранилищ, которая сводится к засыпке их поверхностей почвенной массой мощностью от 20 см до 2 м и посеву травяных и кустарниковых растений. Тем самым в пределах хвостохранилища искусственно создается новая эколитосистема.

При складировании в хвостохранилища отходов обогащения цветных металлов имеется опасность загрязнения примыкающих территорий токсичными элементами, связанная с засоленностью и высоким содержанием сульфидов, что определяет необходимость проводить рекультивацию непосредственно после прекращения их эксплуатации.

К растениям, способным расти на засоленных грунтах, относятся пырей ползучий, волоснец ситниковый, житняк и др. На кислых почвах хорошо приживаются клевер красный, овсяница луговая, тимофеевка луговая и др.

*Серьезными источниками загрязнения окружаюей среды являются также металлургическая промышленность* (черная и цветная металлургия). Основными выбросами в металлургии являются шлаки, шламы, доменный газ, окиси углерода, азота, серы и цианиды, пыль, загрязненные сточные воды.

Металлургические предприятия полного цикла являются ведущими загрязнителями окружающей среды в тех промышленных районах, где они размещены. Основные компоненты выбросов в атмосферу - оксид углерода (67,5%), твёрдые вещества (15,5%), диоксид серы (10,8%), оксид азота (5,4%). Водопотребление в отрасли составляет 1689,6 млн. $м^3$/год. В поверхностные воды сбрасывается более 1 млн. м'/год сточных вод, содержащих взвешенные вещества, сульфаты, хлориды, соединения железа, тяжёлых металлов и др. Ареал рассеивания загрязнителей по данным космической съёмки достигает 60 км (ГригорьевА., Кондратьев К., 2001).

*Центры цветной металлургии* сосредоточены в Восточной Сибири, на Урале и Кольском полуострове и включают предприятия медной, свинцово-цинковой, никель-кобальтовой, алюминиевой, титано-магниевой, вольфрамо-молибденовой промышленность, а также производство благородных и редких металлов.

Особенностью руд, из которых выплавляются цветные металлы, является относительно небольшое содержание в них доли основного металла, в частности, меди, свинца и цинка — 5-7%, а молибдена — всего 0,1- 0,2%. Исключением являются руды для производства алюминия, с содержанием основного металла до 30%.

Балластная, неиспользуемая часть сырья переходит в твердые и газообразные отходы. Тенденция вовлечения в переработку все более бедного природного сырья вызывает увеличение отходов - газообразных, твердых и жидких, в которых содержится много токсичных веществ, таких как мышьяк, сурьма, селен, теллур. Токсичными являются и остаточные цветные металлы (свинец, цинк, медь, кадмий, ртуть и др.).

Загрязнение окружающей среды предприятими цветной металлургии заключаются в выбросе в атмосферу около 3000 тыс. т вредных веществ, основные компоненты которых диоксид серы, оксид углерода и пыль. Водопотребление по отрасли составляет 1200 млн. $м^3$/год. Основные загрязнители сточных вод - цианиды, ксантогенаты, нефтепродукты, соли тяжёлых металлов(меди, свинца, цинка, никеля и др), мышьяк, фтор, ртуть, сурьма, сульфаты, хлориды и другие. Наиболее токсичными считаются свинец, ртуть, марганец. Загрязнение почв свинцом в 5 км от источника может достигать 300 ПДК. Во всех хвостохранилищах металлургических шлаков накоплено более 350 млн. т.

Важнейшими источниками загрязнения природной среды являются также топливно-энергетический комплекс, нефтедобывабщая, угледобывающая и газовая промышленность, нефтеперерабатывающая, химическая и нефтехимическая промышленность, теплоэнергетические и гидроэнергетические комплексы, атомные электростанции, оборонная промышленность, лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность, сельское хозяйство, жилищно-коммунальное хозяйство.

Негативные последствия воздействия загрязнения от ***топливно-энергетических комплексов*** на геохимическую экологическую функцию геологического пространства и окружающей среды заключаются, в том числе, в засолении и заболачивании почв; загрязнении водоёмов сточными водами, нефтепродуктами, хлоридами, сульфатами, солями тяжёлых металлов, сероводородом, формальдегидом, капролактамом.

При разработке ***нефтяных месторождений*** источники загрязнения природной среды в той или иной мере присутствуют во всех звеньях технологической цепочки от скважины до нефтеперерабатывающих заводов. Основными загрязнителями являются: нефть и нефтепродукты, сернистые

и содержащиесероводород газы, минерализованные пластовые и сточные воды, химические реагенты, шламы бурения, нефте- и водоподготовки. Высокой токсичностью отличаются все компоненты нефтепродуктов, включая легкие и тяжелые фракции углеводородов, а также микроэлементы V, Ni, Co, Pb, Cu, U, As, Hg, Mo и другие, которые в случае их повышенных концентраций могут оказывать токсическое воздействие на биоценозы. К негативным воздействиям нефтедобычи на эколого-геологическое пространство следует отнести: нарушение и загрязнение земель объектами нефтедобычи; загрязнение атмосферы и вод (поверхностных и подземных); извлечение на поверхность пластовых вод с высокой минерализацией; захоронение отходов и аварии на нефтепромыслах. Так, в среднем за год в процессе добычи углеводородов в атмосферу выбрасывается до 1650 тыс. т жидких и газообразных веществ, а в факелах ежегодно сжигается до 20% извлекаемого попутного (нефтяного) газа - 7,1 млрд. $м^3$).

Источниками загрязнения окружающей среды в ***газовой промышленности*** являются $H_2S$, оксиды азота и серы, бензапирен и другие токсины. Серьезной эколого-геологической проблемой при освоении газовых месторождений является интенсивное поступление в компоненты окружающей среды соединений серы, причем содержание сульфатной серы почвах может достигать пределов от 50 до 5717 мг/кг. (Ватилов Н. Б., Шишкова Т. А., 1998, Трофимов В.Т.,2006)

Основное количество источников загрязнения окружающей среды предприятиями ***нефтеперерабатывающей промышленности*** поступает в атмосферу в виде выбросов углеводородов (73% суммарного выброса), диоксидов серы (18%), оксидов углерода (7%), оксидов азота (2%). В сточных водах преобладают нефтепродукты, сульфаты, хлориды, соединения азота, фенолов, солей тяжёлых металлов.

Источники загрязнения окружающей среды ***химической и нефтехимической промышленности*** связаны с видом используемого сырья. Сырьевой базой для отрасли химической промышленности служат все виды горючих ископаемых (газ, нефть, сланцы, минеральное сырьё (соли, фосфориты, апатиты, сера) и многие отходы чёрной и цветной металлургии. Спектр веществ, загрязняющих окружающую природную среду, достаточно широк и определяется, в основном, номенклатурой выпускаемой продукции. Общей тенденцией является образование диоксинов, чрезвычайно токсичных кислородных соединений хлор- и бромзамещенных ароматических углеводородов (особенно фенола и бензола). Выбросы больших количеств сернистого ангидрида, оксидов углерода и азота обусловливают образование и выпадение в районах повышенной техногенной нагрузки кислотных дождей с pH<4. Такие осадки могут существенно изменить химический состав подземных вод за счет нарушения равновесия в системе вода - порода. Концентрация в атмосферных осадках промышленных районов As, Se, Sb, Cr, V, Cu, Zn, Pb, Cd, Hg и ряда других компонентов может в

десятки и сотни раз превышать их фоновые значения. В итоге наблюдается превышение сорбционной емкости пород, изменения Eh — pH условий в зоне аэрации и загрязнение грунтовых вод с последующим перетеканием загрязняющих веществ в более глубокие горизонты.

В составе сточных вод химических и нефтехимических предприятий содержатся нефтепродукты, сульфаты, фосфор - общий, цианиды, роданиды, кадмий, кобальт, марганец, медь, никель, ртуть, свинец, хром, цинк, сероводород, сероуглерод, бензол, формальдегид, фенол, ПАВ, пестициды и др. Особо токсичны металлическая ртуть, оксид ванадия, шестивалентный хром. Загрязненны земли можно отнести к категории техногенных и даже к технопатогенным зон, т.к. они разрушающе воздействуют на энергетику биосистем и отвечают биогеохимическим аномалиям (Ковалевский А.Л., Ланда В.Е., 1993)

Геохимический аспект загрязнения природной среды предприятиями ***угольная промышленности*** сопряжен с поступлением в нее твёрдых и газообразными веществ разного состава. Характер и степень загрязнения в значительной степени определяется содержанием токсичных элементов в породах угленосной толщи, за счет которых происходит формирование терриконов, и в самих углях. Основными поллютантами угольных пород являются водорастворимые соединения тяжелых металлов, включая никель, кобальт, свинец, медь, мышьяк, ванадий, марганец, хром, бериллий, молибден, висмут, цинк, ниобий, литий и фтор. Металлы по техногенному (вредному) воздействию на окружающую среду делятся на две группы: первая (наиболее опасная по токсичности) группа – As, Hg, Be, Cd и вторая – Cu, Co, B, Ni, Se, Pb, и радиоактивные элементы. Большую опасность представляют такэе токсичные газы - оксиды азота, сернистый газ, сероводород. метан и его гомологи, выбрасываемые в атмосферу.

Добыча угля и его переработка оказывают очень большое негативное воздействие на окружающую среду. Так, только в 2000 г., по данным Госкомстата России, в отрасли выброшено в атмосферу 604,34 тыс. т вредных веществ.

Аналогичным образом загрязняют окружающую среду, химические элементы присутствующие в горючих сланцах. Больше всего в золе горючих сланцев накапливаются такие токсичные химические элементы, как U, As, Pb, Cd, Se и др.

Значительное негативное природно-техногенное воздействие на геохимическую экологическую функцию геологического пространства оказывают также предприятия ***лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности,*** приводящие к загрязнению водных ресурсов и атмосферы твёрдыми веществами, оксидами углерода и азота, диоксидом серы, толуолом, сероводородом, ацетоном, ксилолом, этил ацетатом и др. В водные бассейны сбрасываются сильно загрязнённые воды, содер-

жащие сульфаты, хлориды, нефтепродукты, фенолы, формальдегиды, метанол, фурфурол, диметилсульфид, диметилдисульфид и др.

Существенный вклад в химическое загрязнение окружающей среды вносят предприятия **микробиологической промышленности** ввиду выброса в атмосферу взвешенных веществ (35,5% от суммарного выброса), диоксида серы (30%), оксида углерода (21%), метилового спирта (10,5%), уксусной кислоты (0,34%), аммиака (0,3%), ацетона (0,25%), серной кислоты (0,09%), формальдегида (0,07%), оксида ванадия (0,05%), толуола (0,07%). С загрязнёнными сточными водами в водоёмы поступают сульфаты, хлориды, фосфор, соединения азота, метанол, фурфурол и др.

Загрязняющими компонентами в **машиностроении** являются такие соединения, как диоксиды серы и оксиды азота, оксид углерода. ксилол, толуол, ацетон, бензин, бутилацетат, аммиак, серная кислота, марганец, хром, свинец и многие другие. Значительной токсичностью характеризуются выбросы шестивалентного хрома - до 140 т в год. В бассейны со сточными водами сбрасываются нефтепродукты, сульфаты, хлориды, цианиды, соединения азота, солей железа, меди, цинка, никеля, хрома, молибдена, фосфора, кадмия и др.

Значительное негативное воздействие на окружающую среду оказывают технологические процессы, используемые в производстве ***строительных материалов***. В частности, производство цемента вносит значительный вклад в загрязнение атмосферного воздуха, а в загрязненных стоках, поступающих в водоемы с территории цементных заводов, присутствуют взвешенные вещества, нефтепродукты, аммонийный азот, нитраты, фосфор, железо и прочие вещества. Вокруг цементных и асбестоцементных заводов образуется ареал рассеивания пыли радиусом до 2 км, с повышенным содержанием в воздухе пыли из частиц цемента, асбеста, гипса, кварца и прочих вредных веществ.

Определенный вклад в загрязнение природной среды вносит и ***пищевая промышленность***, занимающаяся перерабаткой продукции сельского хозяйства, речного и морского промыслов. В числе загрязняющих веществ, поступающих в водные системы, преобладают отходы производства, например, органические вещества животного происхождения, а также NaCl, моющие, дезинфицирующие вещества, нитриты, фосфаты, щелочи, кислоты.

Источниками загрязнения, воздействующими на окружающую среду ***в лёгкой промышленности*** являются предприятия по производству товаров народного потребления, а также заводы, фабрики и цехи, поставляющие сырьё для этих предприятий. В составе загрязнителей атмосферного воздуха преобладают диоксид серы, оксиды углерода азота, а также бензин, бензол, этилацетат, бутилацелат, аммиак, ацетон, толуол, сероводород и др. вещества. Сточные воды отрасли выносят в водоёмы сульфаты, хлори-

ды, соединения фосфора, азота, нитратов, СПАВ, железа, цинка, никеля, хром, алюминия, сероводород и др.

***Транспорт*** как источник техногенного воздействия на окружающую среду в последнее десятилетие стал доминировать над остальными источниками. *Автомобильный транспорт* вляется источником поступления в атмосферу продуктов сгорания — мазута, бензина, спирта, газа, дизельного и другого топлива, а также свинца. В ассоциацию загрязнителей входят также V, Zn, Cu, Ni, Сг - элементы выбросов дизельных двигателей. Содержание тяжелых металлов в почве вдоль дорожного полотна шириной до 10 м увеличивается в 10-20 раз по отношению к фону, а расстоянии 120 м - от 5 до10 раз (Самойленко, Нокелайнен, 2002).

Среди выбросов ж*елезнодорожного транспорта* преобладают твёрдые вещества органического и неорганического происхождения: пыль, сажа; окись углерода. диоксиды серы и азота, а также пары кислот и щелочей, фтористые соединения, углеводороды, сероводороды, ацетон, пары бензина, аммиак (Экологический атлас..., 2002). Ширина загрязняемой полосы может достигать 300 м.

Источниками загрязнителей, связанных с морским и речным транспортом, является суда и инфраструктура транспортного хозяйства.

***Сельское хозяйство*** в силу специфики производственного процесса также является одним из источников антропогенного химического загрязнения окружающей среды, что обусловлено, прежде всего, использованием минеральных удобрений и пестицидов. Наиболее изучена проблема фосфатных удобрений, которые, в силу особенностей используемых месторождений, содержат повышенные концентрации урана и кадмия. В составе многих пестицидов присутствуют тяжелые металлы – токсичные ртуть, свиней, мышьяк. В борьбе с сорняками и вредителями используются также хлор- и фосфорсодержащие пестициды. Наиболее опасны для млекопитающих и человека инсектициды, менее токсичны гербициды, фунгициды (Протасов, 1999). Наибольшей стойкостью и отрицательным эффектом характеризуются продукты их распада, представленные тяжелыми металлами. Эти металлы способны накапливаться в почвах и растениях, а затем по трофическим цепям отравлять организмы животных и людей

Серьезным источником активного воздействия на сельскохозяйственные земли являются животноводческие комплексы, в отходах которых присутствуют V, Sr, Zn, Си, F, Ag, Bi, Sn и другие тяжелые металлы.

На долю сельского хозяйства приходится около 25% всей потребляемой чистой воды, при этом до 20% от суммарного количества сточных вод по стране приходится также на данную отрасль хозяйства, из которых лишь около половины подвергаются очистке.

В последнее время особенно остро стоит проблема загрязнения ***урбанизированных территорий*** и изменения геохимических полей за счет твердых отходов, жидких стоков, пылевых и газовых выбросов предприя-

тий ***жилищно-коммунального городского хозяйства***. Значительная эколого-геохимическая нагрузка на территорию городов глубоко анализируется в работах Н.С. Касимова (1995); В.А. Волкова (1996); В.А. Савенко (1998); Ю.Е. Саета, Б.А. Ревича, Е.П. Янина (1990); А.А. Головина, И.А. Морозовой, С.Б. Самаева, Н.Я. Трефиловой (2000) и др.

Одним из важных направлением исследований экологической геологии являются проблемы устойчивости *урбанизированных* территорий и связанных с ними экосистем. Процесс урбанизации природной среды сопровождается усилением техногенного воздействия на все компоненты городских экосистем, включающих биогеоценозы, экогеологическое пространство, промышленные объекты, а также социальную среду. Развитие городских агломераций, связанное с обеспечением производства техногенных ресурсов и, соответственно, с образованием значительных количеств промышленных и бытовых отходов, требует постоянного привлечения из внешней природной среды ресурсов и энергии. По мере развития социальной среды уровни техногенного воздействия на все природные компоненты городских экосистем достигают предельных значений, что способствует потере системой своей устойчивости. Ослабление природных и усиление техногенных составляющих городских экосистем выражается в деградации естественных биогеоценозов, почвенного покрова и в нарушении устойчивости эколого-геологического пространства.

Коммунальные службы городов загрязняют компоненты окружающей среды отходами производства и хозяйственно-бытовыми стоками. Суммарный выброс загрязняющих веществ в атмосферу в среднем за год составляет 630 тыс. т, из которых большая часть (437 тыс. т) - это жидкие и газообразные, а 192 тыс. т - твёрдые вещества. В составе загрязняющих веществ различают: диоксид серы (115 тыс. т), оксид углерода (229 тыс. т), оксид азота (86 тыс. т), углеводороды (3,1 тыс. т), летучие органические соединения (520 тыс. т).

Огромная экологическая проблема в городах связана с утилизацией *промышленных и бытовых отходов*, которые загрязняют практически все компоненты окружающей среды и приводят эти территории на грань экологических катастроф. По степени концентрации и по комплексу химических элементов-загрязнителей они не уступают промышленным отходам. Особенно высоки концентрации химических элементов в выбросах *мусоросжигательных заводов,* являющихся вторичными источниками загрязнения в городе. Так, концентрации Ag, Pb, Cd, Sn в пыли с электрофильтров таких заводов могут составлять более 100 КК, Pb, Zn, Sb, Cr — от 100 до 500 КК, что соответствует категории техногенных руд.

*Свалки* также являются вторичными источниками загрязнения. Грунты свалок и высачивающийся из толщи отходов фильтрат обогащены в десятки и сотни раз по сравнению с фоновыми почвами Zn, Cu, Sn, Ag, Pb, Cr и другими элементами. Ветровой разнос материала свалок и просачивание

стоков ведет к загрязнению окружающих почв, горных пород, поверхностных и подземных вод, что ухудшает качество ресурса геологического пространства.

*Осадки сточных вод* городской канализации, накапливающиеся на полях аэрации на окраине города, обогащены многими токсичными металлами (в среднем, Ag - 1000 КК, Cd - 300 КК, Bi, Zn, Си, Сг и др. - десятки КК), что требует большой осторожности при их применении в сельском хозяйстве. Для городских территорий характерно формирование литогеохимических аномалий в донных осадках. Формирование типоморфных ассоциаций в них обусловлено, как природными, так и, главным образом, техногенными факторами.

## 2. Эколого-геохимическая характеристика воздействия токсичных химических элементов на биоту и человека

Антропогенная деятельность определяет все большее негативное воздействие на окружающую природную среду не только локального и регионального масштабов, но и глобального. При современной итенсивности миграции поллютантов происходит бесконтрольное их накопление и перераспределение в системе *«эколого-геологическое пространство – растительность – животные - человек».* Активную роль в данной системе играет воздушная миграция токсичных химических элементах

Взаимосвязь в системе «эколого-геологическое пространство - растительность – животные - человек» осуществляется в результате миграции химических элементов и их соединений из приповерхностной части геологического пространства как «зоны минерального питания» в область активного прямого и обратного лито-, гидро-, атмо- и биосферного взаимодействия (Ачкасов, 2000; Бгатов, 1999; Большаков, 1993; Глазовская, 1997; Ермаков, 1995; Петрунина, 1999; и др.)

Накопление химических элементов природно-антропогенного происхождения в окружающей природной среде постоянно возрастает по мере роста уровня антропогенного прессинга. Это приводит к загрязнению окружающей среды такими опасными веществами как ПАУ, асбест, мышьяк, радиоактивные изотопы, микотоксины и др. Подобные агенты могут оказывать существенное влияние на характер и степень деградации флоры и фауны, а также структуру заболеваемости населения. В настоящее время в окружающей среде присутствуют сотни различных химических соединений, но для любых, даже самых «чистых» регионов, можно определить перечень наиболее опасных загрязняющих веществ (*приоритетных загрязнителей)*. Для них характерны высокая токсичность, способность к накоплению в трофических цепях, устойчивость в окружающей среде. При этом по показателям токсичности такие загрязнители характеризуются канцерогенными, мутагенными свойствами, влиянием на репродуктивность здоро-

вья, эндокринный статус человека, а также нервно-психическое развитие детей и др. Около 60 таких веществ вошли в различные списки, предусматривающие ограничение их распространения в соответствии со Стокгольмской конвенцией и другими международными соглашениями.

Наряду со стойкими органическими загрязнителями к приоритетным относят некоторые вещества, имеющие неорганическую природу, прежде всего, так называемые *тяжелые металлы*. Точнее было бы называть их *токсичными металлами.* К ним относят металлы, которые не являются жизненно необходимыми. Присутствие тяжелых металлов в живых организмах даже в малых дозах приводит к нарушению их функций. Почти 70 % тяжелых металлов попадают в организм человека с пищей, поэтому их содержание в пищевых продуктах контролируется во всем мире. В их перечень обычно входит восемь токсичных элементов: ртуть, кадмий, мышьяк, медь, олово, свинец, цинк, железо. В РФ дополнительно контролируется еще семь элементов: сурьма, никель, селен, хром, алюминий, фтор, йод, для которых существуют гигиенические нормативы.

В список приоритетных экотоксикантов необходимо также включить вещества, которые при определенных изменениях температуры, давления, действия света и т.д., могут образовывать замещенные ПХДД, ПХДФ, ПХБ и ПАУ. Обычно такие соединения легко трансформируются в природной среде вследствие процессов гидролиза, реакций восстановления или окисления, фотохимических превращений. Такие токсиканты объединяются общим термином - *малоустойчивые органические соединения*.

По мере достижения соответствующих концентраций в геологическом пространстве, эти элементы и их соединения становятся достоянием флоры и фауны, а затем через пищу и дыхание попадают в организм человека, оказывая вредное влияние на его здоровье. Например, установлено, что частицы размером более 100 мкм полностью оседают в полости носа и рта, не проникая в трахею; частицы 50 мкм способны проникнуть в трахею, где они и осаждаются; а частицы размером 10-30 мкм уже проникают в бронхи и бронхиолы. До альвеол доходят только частицы размером менее 5 мкм (Мосеикин, 2000).

Накопление химических элементов природно-антропогенного происхождения в окружающей природной среде постоянно возрастает по мере развития технологического прогресса.

В системе «эколого-геологическое пространство – растительность - животные - человек» на изменение геохимических полей, в первую очередь, реагирует ее биотичесая составляющая. При этом установлено, что в различных видах растений, подверженных избыточным концентрациям токсикантов (Zn, Ni, Sr, Pb и др.), наблюдается значительная анатомическая изменчивость (Петрунина Н.С., 1973, 1999), (табл.1).

Таблица 1. Физиологические и морфологические изменения растений, обусловленные воздействием различных химических элементов (по А.А.Беусу и др., 1976)

| Элемент | Характер изменений |
|---|---|
| Al | Короткие шишковатые корни, покоробленные листья, пятнистость |
| B | Темная листва: при высокой концентрации бора старые листья покороблены по краям, задержка в росте, деформированные, укороченые междоузлия, ползучие формы; сильное опушение; усиленное галообразование |
| Cr | Желтые листья с зелеными прожилками |
| Co | Белые омертвевшие пятна на листьях; уродливые формы караганика; образование наростов на ветвях и коре деревьев |
| Cu | Омертвевшие пятна на кончиках нижних листьев; багровые стебли, хлорозные листья с зелеными прожилками; задержка в росте корней; у некоторых видов ползучие бесплодные формы |
| Fe | Задержка в росте верхушки, утолщенные корни; у водорослей - образование сильно увеличенных клеток в результате нарушения их деления |
| Мп | Хлорозные листья, пораженные стебли и черешки, скрученные и сухие участки по краям листьев, деформация пластинки листа |
| Mo, Ni | Задержка в росте, желто-оранжевая окраска; белые омертвевшие пятна на листьях; безлепестные бесплодные формы |
| Ni | Обесцвечивание пластинки листа у лапчатки вильчатой; изменение окраски листьев до красной и буровато-черной у спиреи и княжника сибирского; уродливые формы лапчатки. Угнетение в росте, задержка развития, неполноценные семена |
| Zn | Хлорозные листья с зелеными прожилками; белые карликовые формы, омертвевшие пятна на кончиках листьев; задержка в росте корня |
| Pb, Cu,Zn | Сильное опущение побегов полыни сероземной; сильное ветвление стебля, мутовчатое расположение листьев вместо очередного у гультемии, обильное цветение и плодоношение эфедры |
| U, Th | Морфологические изменения у березы и ольхи |
| Nb,Zi,Be | Белая окраска листьев полыни Гмелина, полыни холодной, лапчатки пижмолистной |
| Be, Y, Yb | Темно-зеленая окраска листьев у стеблей, сильное опушение стеблей горицвета |
| F, Li, Ta, Nb | Чрезвычайно раннее пожелтение и опадание листьев древесных пород |

Растительность и микроорганизмы являются прекрасными биоиндикаторами содержания токсикантов в компонентах окружающей среды. В сопоставлении с абиотическими индикаторами, растения и микроорганизмы, биосубстраты млекопитающих и человека суммируют действие всех без исключения биологически важных природных и техногенных факторов. Они указывают места скопления в экологических системах ксенобио-

тиков и возможные пути попадания токсичных веществ в пищу животных и человека, позволяют судить о вредности элементов и их соединений для живой природы, включая человека. Современные методы оценки позволяют использовать их для диагностики геохимического качества среды обитания (Сает, Ревич, Янин и др., 1990; Трофимов В.Т., 2006, Куриленко В.В., Осмоловская Н.Г., 2007).

Изучение кумуляции металлов с различной фитотоксичностью показало, что растения не обладают избирательной способностью по отношению к конкретным химическим элементам, а реагируют, по всей видимости, только на величину их концентрации в почвенном растворе. Кумуляция эссенциальных металлов с низкой токсичностью в различных группах растений (кормовые травы, овощи, злаковые) соответствует уровню накопления ими высокотоксичных мышьяка, кадмия, свинца. В этой связи представляется разумным использовать растения-ассимилянты, например, кормовые травы, в качестве культуры-буфера для снижения концентраций водорастворимых микроэлементов тяжелых металлов в рекультивированных почвах для широкого набора растений. В порядке возрастания усредненных концентраций металлы образовывали следующий ряд: Ni < Cd < Cr < Pb < Mn < Cu < As < Zn.

Возможность накопления некоторыми растениями определенных тяжелых металлов может быть использована для уменьшения загрязненности почв на больших территориях как промышленных, так и городских агломераций. При этом для разных видов флоры и фауны выделяются определенные ассоциации токсичных металлов, (табл. 2)), зависящие от молярного их количества, которое, в свою очередь, и определяет способность проявления ими эффекта токсичности.

Таблица 2. Последовательность токсичности металлов для растений, животных и грибов (по В.Н.Бурову, 1997)

| **Представители биоты** | **Ряды токсичности** |
|---|---|
| Водоросли | Hg> Cu> Cd> Fe> Cr> Zn> Co> Mn |
| Грибы | Ag> Hg> Cu> Cd> Cr> Ni> Pb> Co> Zn> Fe |
| Цветущие растения | Hg> Pb> Cu> Cd> Cr> Ni> Zn |
| Кольчатые черви | Hg> Cu> Zn> Pb> Cd |
| Рыбы | Ag> Hg> Cu> Pb> Cd> Al> Ni> Cr> Co> Mn» Sr |
| Млекопитающие | Ag, Hg, Cd> Cu, Pb, Co, Sn, Be, Mn, Zn, Ni, Fe, Cr»Sr> Li, A1 |

Взаимосвязь состояния биогеохимических полей, в частности направленности изменений их химического состава, как среды существования и

жизнедеятельности биоты, включая человека, с показателями здоровья и качества жизни достаточно хорошо известна. Тем не менее, в геологии, как и ряде других естественных наук, изучение и использование этих знаний остается ограниченным и практически невостребованным.

Стабильность химического состава живого организма является одним из важнейших и обязательных условий его нормального функционирования. Соответственно, отклонения в содержании химических элементов, вызванные экологическими, профессиональными, климатогеографическими факторами, могут приводить к широкому спектру нарушений в состоянии биоты. Поэтому выявление и оценка отклонений в обмене макро- и микроэлементов, а также их коррекция являются перспективным направлением экологической геологии, а также биологии, медицины и других наук. Данное направление исследований позволяет подойти к решению ряда теоретических и, особенно, практических вопросов, существенно влияющих на показатели экологического состояния окружающей среды и здоровья человека.

Установлено, что все живые организмы на 99% состоят из 12 наиболее распространенных элементов, входящих в число первых 20 элементов периодической системы Д. И. Менделеева. Это основные «структурные», или *макроэлементы*, присутствие которых в живой материи связано, в первую очередь, с их преобладающим содержанием в биосфере. Кроме того, во всех организмах находится небольшое количество более тяжелых элементов, которые до некоторой степени произвольно подразделяются на *микро- и ультрамикроэлементы*. Из 92 встречающихся в природе элементов 81 обнаружен в организме животных и человека. К микроэлементам относятся химические элементы, которые содержатся в тканях животных и человека в очень малых количествах, а именно в пределах $10^{-3}$-$10^{-12}$%. Микроэлементы являются компонентами закономерно существующей очень древней и сложной физиологической системы, участвующей в регулировании жизненных функций организмов на всех стадиях развития.

В настоящее время выделены две группы микроэлементов - эссенциальные, которые являются незаменимыми нутриентами, и токсичные. К эссенциальным относятся: Fe, Cu, Zn, Mn, Cr, Se, Mo, J, Co. Кроме этих девяти элементов, еще 8 элементов относятся к условно эссенциальным: As, B, Br, F, Li, Ni, Si, V. При этом элементы считаются эссенциальными, если в их отсутствии или при недостаточном поступлении организм перестает развиваться и расти, не может осуществить свой биологический цикл, в частности, не способен к репродукции. Введение недостающего элемента устраняет признаки его дефицита и возвращает организм к естественной жизнеспособности.

Вторую значительную группу элементов составляют токсичные микроэлементы. Если при гипомикроэлементозах - заболеваниях, вызываемых дефицитом эссенциальных микроэлементов, возникают болезни недоста-

точности, то при самых разнообразных формах контакта организмов с токсичными микроэлементами возникает синдром интоксикаций, т.е. проявление токсических реакций.

Современная классификация микроэлементов выглядит следующим образом:

По жизненной необходимости:

- эссенциальные: Fe, I, Cu, Zn, Co, Cr, Mo, Se, Mn;
- условно-эссенциальные: As, B, Br, F, Li, Ni, V, Si;
- токсичные: Al, Cd, Pb, Hg, Be, Ba, Vi, Tl;
- потенциально-токсичные: Ge, Au, In, Rb, Ag, Ti, Te, U, W, Sn, Zr и др.

По иммуномодулирующему эффекту:

- необходимые (эссенциальные) для иммунной системы: Fe, I, Cu, Zn, Co, Сг, Mo, Se, Mn, Li;
- иммуннотоксичные: Al, As, B, Ni, Cd, Pb, Hg, Be, Vi, Tl, Ge, Au, Sn и др.

Такое подразделение микроэлементов признается большинством специалистов в области биологии и медицины, хотя и существуют небольшие разночтения (Кудрин А.В., Скальный А.В. и др., 2000). В частности, в работах W. Mertz была выделена практически значимая группа микроэлементов для здоровья человека, в которую входят: хром, железо, медь, цинк, селен, молибден, кадмий, йод, ртуть и свинец. При этом большая часть незаменимых микроэлементов относится к d-элементам, хотя у них и не обнаружено какой- либо «главной» физиологической функции, за исключением йода. [Valkovic, 1978].

Позиция многих микроэлементов в приведенной классификации не является устойчивой и, вероятно, в будущем классификация будет уточнена и расширена. К сожалению, она не учитывает, например, временной фактор экспозиции микроэлементов, кроме того, все микроэлементы, в том числе, B, Al, Sc, Pb, трансурановые элементы в микродозах являются эссенциальными. Однако классификация не отражает тот порог, в зависимости от которого длительность экспозиции, нарастание дозы элемента, а также степень его взаимодействия с другими элементами приводят к трансформации эссенциальности в токсичность.

Сложность проблемы состоит еще и в том, что сами эссенциальные микроэлементы при определенных условиях могут вызывать токсические реакции, а отдельные токсические микроэлементы при определенной дозировке и экспозиции могут обнаруживать свойства эссенциальных, т. е. оказываться полезными и даже жизненно важными. Для определения уровней содержания различных макро- и микроэлементов в организме животных и человека обычно используют методы количественного анализа этих элементов в биосредах.

Минеральные вещества могут взаимодействовать как между собой, так и с другими питательными веществами и другими факторами. Это взаимное влияние типа синергизма или антагонизма осуществляется в самой

пище, пищеварительном канале, а также в процессе тканевого и клеточного метаболизмов (рис. 1).

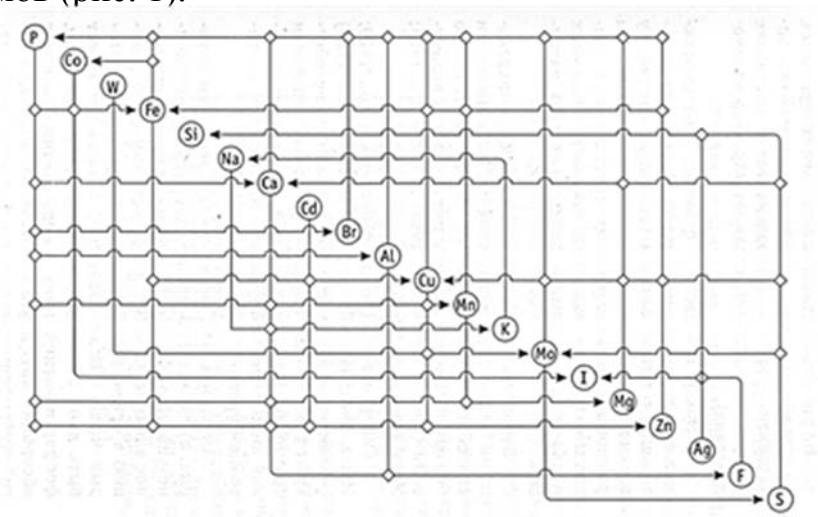



Рис. 1. Взаимодействие химических элементов *(по Momcilovic, 1988)*

Синергистами считаются элементы, которые взаимно способствуют усвоению друг друга в живом организме, а также взаимодействуют в осуществлении какой-либо обменной функции на тканевом и клеточном уровне (Георгиевский и др., 1979; Mertz, 1985; Momcilovic, 1988; Kirchgessner, 1993). Антагонистами можно считать элементы, которые тормозят абсорбцию друг друга, попадая в живой организм, а также оказывают противоположное влияние на какую-либо биохимическую функцию в организме. В отличие от синергизма, который чаще бывает взаимным, антагонизм может быть либо обоюдным, либо односторонним.

С практической точки зрения знание этих закономерностей позволяет предупреждать нежелательные формы взаимодействия и явления, так называемых, вторичных дефицитов макро- и микроэлементов у живых организмов.

Дефицит жизненно-необходимых (эссенциальных) микроэлементов, избыток как эссенциальных, так и токсических элементов, а также дисбаланс макро- и микроэлементов, определяется понятием микроэлементоза. как патологии живых организмов (рис. 2). Наиболее распространенными гипомикроэлементозами являются цинк-, медь- и железодефицитное состояния. Низкий уровень Zn в волосах, признанный в качестве индикатора дефицита Zn, встречается в России в среднем у 20-40% детей, тогда как низкий уровень Fe и Cu - в 6-22% случаев (Скальный, 2000).

Геохимические факторы воздействия в пределах городских агломераций вызывают широкий спектр ответных негативных биологических реакций как у представителей флоры и фауны, так и у человека (аллергии, болезни дыхательных путей, онкология и др.). В большинстве наземных растений на загрязненных территориях концентрация тяжелых металлов на 2-3 порядка выше фоновых.




Рис.2. Причины возникновения и последствия микроэлементозов (Агаджанян, Скальный, 2001).

Таким образом, взаимосвязь в системе «эколого-геологическое пространство-растительность-животные-человек» представляется чрезвычайно многофакторной, сложной и для своего решения требует интеграции усилий как геологов, так специалистов в области биологии и медицины.

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЗИЦИИ ИЗУЧЕНИЯ И НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ОЦЕНКИ ОПАСНЫХ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЯХ

Трофимов В.Т.
МГУ имени М.В.Ломоносова, Москва

## THEORETICAL POSITIONS OF INVESTIGATION AND ANCERTAINTY OF ASSESSMENT OF HAZARDOUS NATURAL PROCESSES IN ENVIRONMENTAL ENGINEERING SURVEY

Victor T. Trofimov
Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

**Abstract.** It is shown that the ecological geodynamic functions of the lithosphere, atmosphere and hydrosphere are determined by a set of modern natural and anthropogenic processes and the activity of geodynamic zones. The review of environmentally oriented classifications of hazardous processes is given. Uncertainty of hazard assessment of these processes is determined by the uncertainty of the time and the intensity of their manifestation, cascade

and paragenesis of development, population density, the development of forecasting, prevention and protection systems.

**Key words**: geodynamic ecological function; classification of hazardous natural processes; uncertainty of assessment of hazardous natural processes

**Введение.** Изучение влияния современных геологических и гидрометеорологических процессов на биоту – проблемная задача многих экологически ориентированных наук и их практических направлений. Однако она в нормативных документах на проведение инженерно-экологических изысканий долгое время напрямую не постулировалась. В СП 11-102-97 «Инженерно-экологические изыскания для строительства» [5] в разделе «4. Состав работ. Общие технические требования» среди пунктов от 4.2 до 4.96 (то есть в 94 пунктах) нет даже упоминания об этом. Лишь в своде правил СП 47.13330.2016 «Инженерные изысканий для строительства. Основные положения» [6] в пункте 8.1.4 находим: «В состав инженерно-экологических изысканий входят следующие **основные** (подчеркнуто мной – В.Т.) виды работ: ... изучение опасных природных и природно-антропогенных процессов экологического характера...». Эта позиция детализирована в своде правил «Инженерно-экологические изыскания для строительства. Общие правила производства работ», окончательная редакция которых дорабатывается в 2019 году.

Оценка такого факта, с моей точки зрения, безусловно, положительная. Настало время делового обсуждения и теоретических, и практических вопросов реализации этого важного нововведения.

## Исходные теоретические позиции

Их много. Остановлюсь лишь на четырех позициях, касающихся вопросов изучения опасных природных процессов в ходе инженерно-экологических изысканий.

***Позиция первая.*** Влияние опасных природных и антропогенных процессов на биоту определяется геодинамическими экологическими функциями абиотических сфер Земли – литосферы, атмосферы и поверхностной гидросферы. Именно они определяют способность этих сфер влиять на состояние биоты, безопасность и комфортность проживания человека через природные, природно-антропогенные и антропогенные (техногенные) геологические процессы и явления. Для подтверждения этого тезиса приведу ряд цифр и фактов. В 2010 году природные и антропогенные процессы, по оценкам страховой компании Smiss Re, обусловили 218 млрд долларов ущерба, 304 тысячи погибших и 43 млрд долларов выплат со стороны страховых компаний. Самые высокие страховые выплаты были по землетрясению в Чили – всего 8 млрд долларов. Аналогичный катаклизм в Новой Зеландии стоил 4,4 млрд, а ураган «Синтия», занявший третье место, – 2,7. По числу человеческих жертв вне конкуренции землетрясение на Гаи-

ти – 222 тысячи погибших. Вторую позицию с большим отрывом «оккупировала» Россия с летней жарой. От нее, по подсчетам властей, умерло 55,6 тысячи человек. Третьим стало землетрясение в Китае (2,9 тысячи). Подземные толчки стали причиной почти трети всех потерь.

***Вторая позиция***. В принципе, все природные процессы, происходящие на Земле, являются геологическими. Но в соответствии с классификацией естественных наук и видами инженерных изысканий они подразделяются на две группы – геологические и гидрометеорологические (последние в таблице 4.1 СП 115.13330.2016 «Геофизика опасных природных воздействий» [7] подразделены гидрологические и метеорологические). Применительно к конкретным процессам этих групп в этом своде правил в таблице 5.1 выделены категории опасности природных воздействий.

***Третья позиция***. Ее содержание должно ответить на вопрос – какие опасные природные объекты изучаются при проведении указанных в названии статьи изысканий? *Ответ, казалось бы, простой – отдельные опасные природные процессы, влияющие на живое. Это правильно, но не полно. Необходимо изучение и современных активных геодинамических зон*, в которых одновременно протекает целый ряд геологических процессов, происходит их интегральное воздействие на биоту, включая человека. Применительно к литосфере отметим, что они (зоны) определяют особенности распределения напряженного состояния массивов горных пород, развитие участков повышенной трещиноватости и проницаемости, что, в свою очередь, влияет на особенности циркуляции подземных вод, интенсификацию неблагоприятных геологических и экологически опасных техногенных процессов. Активные геодинамические аномалии могут контролировать проникновение физических и химических загрязнителей в литосферу, влиять на окружающий ландшафт, биологические объекты, на здоровье человека и существенно снижать ценность земельных ресурсов, влиять на уровень земельной ренты в пределах городских территорий.

Исходя из сказанного, объектом изучения эколого-геодинамических исследований будут опасные процессы и геодинамические зоны и аномалии, а предметом изучения – знания о воздействии этих компонентов литосферы на биоту.

***Четвертая позиция***. Она связана с вопросом целенаправленного классифицирования природных процессов применительно к задачам инженерно-экологических работ. Такого вопроса практически до конца прошлого века не было. Многочисленные классификации инженер-геологов, построенные в основном по генетическому признаку, не учитывали влияние геологических процессов на биоту.

В конце двадцатого века появилось несколько классификации природных процессов с учетом экологических последствий их проявления. К ним следует отнести классификацию природных процессов С.М. Мягкова [2], которую он назвал классификацией неблагоприятных и опасных при-

родных процессов и явлений. В зависимости от физической сути явления, длительности и площади проявления, а самое главное по характеру воздействия на экосистему им выделены три типа этих процессов: а) оказывающие преимущественно разрушительное воздействие (падение метеоритов, ураганы, тайфуны, смерчи, наводнения, землетрясения, цунами, потоки вулканических лав и пепла, обвалы, оползни, сели, лавины, подвижки ледников); б) оказывающие парализующее или истощающее воздействие (дефляция почвы, овражная эрозия, заиление водохранилищ и др.) и в) способные вызвать природно-технические катастрофы (карст, термокарст, термоэрозия, солифлюкция и др.).

Вторая группа классификаций природных провесов экологической направленности, предложенных в 1997 году Г.Л. Коффом [1], учитывает тяжесть последствий проявления процессов для человека через оценку социально-экономического ущерба. Все процессы подразделены на две группы: приводящие и не приводящие к гибели людей.

Однако в наибольшей степени для решения поставленной задачи соответствовала классификация геологических природных и других процессов, составленная Н.С. Красиловой [8]. Она построена с учетом числа возможных жертв от проявления тех или иных процессов и возможной площади поражения, а также временных и пространственных характеристик того или иного процесса. Однако и эта классификация не в полной мере обеспечивает учет экологических последствий от проявления процессов, так как такая оценка многофакторна.

В 1999 году Д.Г. Зилингом и М.А. Харькиной был предложен новый вариант классификации, который после доработки приобрел вид, показанный в [11]. В ней выделено четыре категории процессов. *Катастрофические* геологические процессы представляют непосредственную угрозу жизни и характеризуются неопределенностью момента возникновения и высокой интенсивностью проявления. К ним относят землетрясения, извержения вулканов, цунами, нагоны, наводнения, оползни, сели, обвалы, провалы и др. Непосредственная угроза жизни человека возникает только при определенной интенсивности проявления процесса (скорости, амплитуде, высоте подъема, радиусе действия и др.). *Опасные процессы* (засуха, опустынивание, эрозия, карст и др.) оказывают непосредственное воздействие (механическое, химическое и др.) на абиотическую составляющую экосистемы и только опосредованно, через ее изменение или разрушение, на флору, живые организмы и человека. Они угрожают жизни, но их проявление растянуто во времени и сопоставимо с человеческой жизнью. *Неблагоприятные* геологические процессы (заболачивание, суффозия, пучение, наледеобразование, морозобойное растрескивание и др.), не представляющие непосредственной угрозы для жизни, негативно воздействуют на условия жизнедеятельности человека через деформацию и осложнение эксплуатации инженерных сооружений и влияют на существование биоты

через деградацию почв. Это процессы длительного действия, с продолжительным периодом подготовки, с отдаленными и опосредованными экологическими последствиями как для человека, так и всего живого. *Благоприятные* процессы (выветривание, аккумуляция, увлажнение, осушение) позитивно влияющие на условия существования биоты и опосредовано на комфортность проживания человека за счет увеличения ресурса геологического пространства или его качества.

Важное значение для инженерно-экологических изысканий имел выпуск СНиП 22-01-95 «Геофизика опасных природных воздействий»

[4] и имеет его актуализированный вариант – СП 115.13330.2016 [6]. В последнем документе выделены и охарактеризованы показатели, используемые при оценке категории опасности природного процесса, и четыре категории опасности процессов – чрезвычайно опасные (катастрофические), весьма опасные, опасные, умеренно опасные. Границы каждой из этих категорий для 20 природных процессов охарактеризованы численными показателями.

Итог рассмотрения этих позиций: казалось бы, теоретически все ясно и понятно. Но в процессе практической деятельности возникает значительное число неопределенностей при оценке категории опасности природных (да и антропогенных) процессов. Перейдем к их рассмотрению.

## Неопределенности при оценке категорий опасности природных процессов

Таких неопределенностей много. Оценка категорий опасности природных процессов зависит не только от природных факторов, но и социальных причин – плотности населения, научно-технического уровня развития общества и территориальной принадлежности. В силу этого далеко не каждое проявление опасного процесса, даже катастрофического (по классификациям), сопровождается человеческими жертвами, разрушением экосистем.

***Первая позиция***. Ее, видимо, кратко сформулировать следует так: на этапе изысканий в большинстве случаев не ясно *время и интенсивность* проявления рассматриваемого опасного геологического процесса, опасного для живого. А ведь известно, что непосредственная угроза жизни возникает только при определенной интенсивности проявления процесса. Она оценивается по различным параметрам (скорость, амплитуда, высота подъема, площадь, радиус действия) и по индивидуальной шкале с персональным числом градаций (от 3 для оползней и извержений вулканов до 12 для землетрясений). Так, по 12-ти балльной шкале MSK-64 оценки интенсивности землетрясений катастрофы происходят только при сейсмических толчках в 9 баллов и выше, по 6-ти балльной шкале Амбрейсиза оценки интенсивности цунами - при волнах в 5-6 баллов, по четырех разрядной шкале оценки подъема воды в реках и площади затопления при наводне-

ниях - только при наводнениях 1 категории, а по трех разрядной шкале оценки скорости смещения пород - при быстрых оползнях со скоростью смещения десятки метров в час. В целом прослеживается такая общая закономерность: чем сильнее проявляется природный процесс, тем больше человеческие жертвы, тем больше негативных экологических последствий и экономических потерь. Исключение составляют лавины. По многолетней статистике, по данным М.В. Родкина и Н.В. Шебалина [3], от лавин средних размеров гибнет больше людей, чем от крупных.

***Вторая позиция***. Одной из особенностей развития природных опасных процессов является *каскадность их проявления*: землетрясения провоцируют возникновение оползней, обвалов и селей, а в некоторых случаях – штормы и цунами. Неблагоприятные последствия для человека от этих вторичных природных процессов не менее значительны, чем от первородного процесса.

Многие процессы, кроме непосредственной опасности для жизни человека, имеют еще и косвенные, или опосредованные, последствия. К ним относятся вызванные нарушения тех или иных функций природного комплекса, приводящие к негативным изменениям параметров окружающей человека среды. Общеизвестно, что поражающими факторами землетрясений являются, прежде всего, механические воздействия колебаний земной поверхности. Однако следует отметить, что во время землетрясений очень редко причиной человеческих жертв является движение земной поверхности само по себе. Главными причинами гибели людей являются косвенные факторы землетрясений: разрушения, затопления, осыпание битых стекол, падение разорванных электропроводов на проезжую часть улицы, взрывы и пожары, вызванные утечкой газа из поврежденных труб, а также неконтролируемые действия людей, вызванные испугом и паникой.

***Третья позиция***. При оценке категорий опасности природных процессов, необходимо учитывать и *склонность их к парагенезу и синергизму*. Редко на какой-либо территории развит только один геологический процесс, чаще всего на нее воздействуют их парагенетические комплексы, которые и образуют геодинамический фон той или иной территории и определяют вклад процессов в ее экологическую обстановку.

***Четвертая позиция***. Последствия проявления опасных природных процессов зависят, как уже отмечалось, от *плотности населения и степени освоенности территории*. Катастрофы с человеческими жертвами может и не быть, если природные катаклизмы высокой интенсивности произошли в ненаселенных районах планеты. Классическим примером служит мощнейшее Гоби-Алтайское землетрясение магнитудой 8.1, балльностью в эпицентре – 12, произошедшее 4 декабря 1957 г. Оно ощущалось на площади 5 миллионов км (включая почти всю территорию Монголии, юга Бурятии, Иркутской и Читинской областей и северные провинции Китая).

Однако жертвы среди населения были незначительны из-за малой плотности населения в полупустыне Гобийского Алтая.

В то же время при этом землетрясении хребет Гурван-Сайхан высотой до 4000 м и протяженностью в 257 км был поднят и сдвинут к востоку. Образовались многочисленные разрывные нарушения, грабены шириной от 800 м до 3,5 км, тектонические рвы с глубиной до 19 м, водораздельный участок г. Битут протяженностью 3 км и шириной 1,1 км опустился на 328 м. В Монголо-Охотском регионе на северном склоне хребта Хамар-Дабан в результате землетрясения были сорваны и сброшены в долину островерхие пикообразные вершины гор. Соединившись вместе в виде усеченных конусов, они образовали плосковерхий водораздел.

***Пятая позиция***. Одним из важнейших факторов, определяющим количество жертв среди населения, *является научно-технический уровень развития общества*, отражающий степень разработанности системы прогноза, предупреждения и предотвращения возможных катастроф [1, 8-12]. Если потенциально катастрофический процесс предсказан, если приняты меры по предотвращению его пагубных последствий для человека (например, возведены защитные дамбы, применены сейсмостойкие конструкции при строительстве зданий и сооружений, проведена своевременная эвакуация населения), то катастрофы для человеческого сообщества в экологическом понимании может и не быть, хотя негативные изменения экосистем и социально-экономические последствия будут весьма ощутимы.

## Выводы из рассмотренных теоретических позиций и неопределенностей оценки категорий опасности природных процессов

1. Описанные неопределенности оценки категории реальной опасности воздействия на биоту природных процессов действуют на всех стадиях инженерно-экологических изысканий (многие из них – и при других видах изысканий). При изысканиях для подготовки документов территориального планирования эти неопределенности, по-видимому, вызовут наименьшие трудности, поскольку фактор времени проявления опасного (опасных) процесса(ов) тут не является критическим. Но с возрастанием детальности изысканий трудности-неопределенности будут систематически возрастать, оценка времени и интенсивность проявления опасного природного процесса и его влияния на экосистему и биоценоз потребует конкретики.

2. Описанные неопределенности оценки воздействия природных, и в том числе геологических, процессов на экосистему и человека – задача сложная и требует индивидуального подхода не только к процессу, но и к территории. Это касается и выбора критериев такой оценки и вопросов использования существующих классификаций этих процессов, учетом времени, места, интенсивности и площади проявления того или иного процесса. В зависимости от этих параметров один и тот же процесс (засуха, вет-

ровая эрозия и некоторые другие) может попасть или в группу опасных, или в группу неблагоприятных. В полной мере такой подход справедлив и для оценки экологического риска исследуемых территорий. Иными словами, каждый процесс в практическом отношении с экологических позиций должен оцениваться индивидуально по степени воздействия на человека и экосистему в целом.

В заключение приведу весьма интересные высказывания В.И. Данилова-Данильяна [12] по обсуждаемому вопросу. Он писал, что в отношении геологических процессов их катастрофическая оценка достаточно субъективна по отношению к человеку. Так, медленно текущие опасные процессы (регрессии и трансрегрессии моря, опустынивание и другие), проявляющиеся на обширных территориях на протяжении многих лет, не влекут катастроф, также как и сильные землетрясения в ненаселенных или малонаселенных районах с легкими переносимыми жилищами. А относительно маломощный селевой поток может быть катастрофическим. Другими словами, для разных территорий, отличающихся уровнем хозяйственного освоения, численностью проживаемого населения и типом инженерных сооружений, один и тот же геологический процесс равной мощности (интенсивности) может классифицироваться по-разному: от катастрофического для одних территорий и неблагоприятного для других.

Литература:


1. Кофф Г.Л., Гусев А.А., Воробьев Ю.Л., Козьменко С.Н., 1997. Оценка последствий чрезвычайных ситуаций. Наука, Москва.
2. Мягков С.М., 1992. Природные опасности и стихийные бедствия. Изд-во МГУ, Москва.
3. Родкин М.В., Шебалин Н.В., 1993.Режим природных катастроф. Журнал «Природа», № 6, Наука, Москва.
4. СНиП 22-01-95. Геофизика опасных природных воздействий. 1996. Минстрой России, Москва.
5. СП 11-102-97. Инженерно-экологические изыскания для строительства. 1997. ПНИИС Госстроя России, Москва.
6. СП 47.13330.2016. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. 2017. Стандартинформ, Москва.
7. СП 115.13330.2016. Геофизика опасных природных воздействий. 2018. Стандартинформ, Москва.
8. Трофимов В.Т. (ред.), 1997. Теория и методология экологической геологии. Изд-во МГУ, Москва.
9. Трофимов В.Т., Харькина М.А., Барабошкина Т.А., Жигалин А.Д., 2018. Экологические функции абиотических сфер Земли, под ред. В.Т. Трофимова. КДУ, Москва.
10. Трофимов В.Т. , Зилинг Д.Г., Барабошкина Т.А. и др., 2000. Экологические функции литосферы. Изд-во МГУ, Москва.
11. Трофимов В.Т., Харькина М.А., Т.А. Барабошкина и др., 2016. Эколого-геологические условия России. Т. 1. Экологические функции литосферы как природное геологическое образование и их пространственное распределение на территории России. КДУ, «Университетская книга», Москва.

12. Данилов-Данильян В.И. (ред.), 1997. Экология, охрана природы и экологическая безопасность. Наука, Москва.

# УПРАВЛЕНИЕ ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ В СВЯЗИ С КОНЦЕПЦИЕЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Королев В.А.
МГУ им. М.В. Ломоносова, г.Москва

# MANAGEMENT OF ECOLOGICAL-GEOLOGICAL SYSTEMS IN CONNECTION WITH THE CONCEPT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Korolev V.A.
Moscow State University named M.V. Lomonosov, Moscow

**Annotation.** The issues of environmental and geological systems (EGS) management are considered in connection with the implementation of the National Project of the Russian Federation "Ecology" and the Concepts of sustainable development of the biosphere. The goal of management arising from the concept of co-evolution and compensatory development is substantiated. It is shown that the implementation of this goal can be achieved on the basis of ecological geo-cybernetics.

**Key words:** ecological-geological system, geocybernetics, sustainable development, management

В 2018 г. в РФ были приняты приоритетные национальные проекты, реализация которых запланирована к 2024 году. Среди них особую значимость имеет национальный проект «Экология», в рамках которого необходимо организовать:

– эффективное обращение с отходами производства и потребления, включая *ликвидацию* всех выявленных на 1 января 2018 г. несанкционированных *свалок* в границах городов;

– кардинальное снижение уровня *загрязнения* атмосферного воздуха в крупных промышленных центрах, в том числе уменьшение не менее чем на 20 процентов совокупного объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в наиболее загрязненных городах;

– повышение качества питьевой воды, в том числе для жителей городов, не оборудованных современными системами централизованного водоснабжения;

– сохранение биологического разнообразия, в том числе посредством создания не менее 24 новых особо охраняемых природных территорий;

– *ликвидацию свалок и рекультивация территорий*, на которых они размещены, создание условий для вторичной переработки всех запрещенных к захоронению отходов;

– создание и эффективное функционирование во всех субъектах РФ системы общественного контроля, направленной на выявление и ликвидацию *несанкционированных свалок*;

– переселение редких видов животных;

– создание современной инфраструктуры по безопасному обращению с *отходами* I и II классов опасности;

– ликвидацию наиболее опасных объектов накопленного экологического вреда в России;

– модернизацию систем *водоснабжения* с использованием перспективных технологий *водоподготовки*, включая технологии, разработанные в оборонно-промышленном комплексе;

– реализацию проекта, направленного на сокращение в три раза доли *загрязненных сточных вод*, отводимых в реку Волгу, устойчивое функционирование водохозяйственного комплекса Нижней Волги и сохранение экосистемы Волго-Ахтубинской поймы;

– *очистку от мусора* берегов и прибрежной акватории озер Байкал, Телецкое, Ладожское, Онежское и рек Волги, Дона, Оби, Енисея, Амура, Урала, Печоры;

– создание инфраструктуры для экотуризма в национальных парках, воспроизводство лесов на всех участках вырубленных и погибших лесных насаждений и др.

Как видим в нацпроекте «Экология» важная роль отводится вопросам очистки геологической среды, подземных вод от загрязнений, а также реализация мер по восстановлению нарушенных экосистем, обеспечению их устойчивого развития. По сути, все эти меры сводятся к целенаправленному воздействию на компоненты экосистем для обеспечения устойчивости биосферы [3,4]. Поэтому центральным вопросом экологической геологии становится вопрос об управлении эколого-геологическими системами (ЭГС), как важнейшей составляющей экосистем.

Однако, в связи с этим возникает ряд сложных вопросов: какова должна быть цель управления? В какой степени можно и нужно управлять экосистемами?

Ответ на эти вопросы вытекает из анализа концепций устойчивого развития или концепций устойчивости биосферы (табл.1).

К настоящему времени вопрос об обосновании концепции устойчивого развития пока окончательно не решен, и существует несколько подходов к ее оценке, порой прямо противоположных: от крайнего (радикального) антропоцентризма до радикального биоцентризма. Обе эти крайние (взаимоисключающие) концепции неоднократно критиковались и не приемлемы. Очевидно, что истина лежит где-то посередине и реальная концепция устойчивого развития должна строиться на базе теории коэволюции, ноосферы и компенсационном принципе природопользования.

Таблица 1. Современные концепции устойчивого развития

| Тип концепции | 1. Антропоцентризм | | 2. Коэволюция и ноосферная концепция | 3. Биоцентризм | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Радикальный антропоцентризм | Умеренный антропоцентризм | | Умеренный биоцентризм | Радикальный биоцентризм |
| **Характеристика концепции** | Возможность полностью управлять природой | Возможность частично управлять природой | Разумное регулирование отношений природы и общества | Минимальное вмешательство в природу | Биотическое (природное) управление окружающей средой |
| **Основной принцип концепции** | Неограниченное потребление | Умеренное потребление | Компенсация потерь | Ограниченное потребление | «Назад к природе» |
| **Характер экономики** | Глобальная экономика потребления (постиндустриальная) | Экономика умеренного потребления | Экономика компенсированного (сбалансированного) потребления | Экономика контролируемого потребления | Ограниченная экономика |
| **Допустимый % нарушенных земель** | >90 | 90-60 | 60-40 | 40-10 | <10 |
| **Народонаселение** | Неограниченный рост народонаселения | Ограниченный рост народонаселения | Контроль роста народонаселения | Самоограничение народо-населения | Сокращение народонаселения |

Согласно этой компенсационной концепции для того, чтобы избежать экологической катастрофы и устойчиво развиваться, общество должно придерживаться трёх принципов, образующих концепцию устойчивого развития биосферы [1, 2, 5-7]:

• скорость восстановления возобновимых ресурсов должна быть не ниже скорости их потребления;

• потребление невозобновимых ресурсов не должно превышать скорости отыскания их замены (возобновляемых источников);

• интенсивность выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду не должна превышать скорости их разложения или ассимиляции природной средой, или их очистки.

Пока что ни один из этих принципов не удается реализовать в полной мере.

Кроме того, как видно, эта концепция предполагает активное участие человека в природоохранной деятельности и восстановлении окружающей среды. Согласно работам В.С. Голубева [1], А.М. Тарко [7] компенсацион-

ный принцип рассчитан на значительную «помощь» человека природе. Он реализуется, во-первых, путем управления возобновимыми ресурсами биосферы (включая вещественно-энергетические ресурсы литосферы) и во-вторых - управления её загрязнением, которое должно быть сведено к минимуму до уровней, с которыми может справиться биосфера естественным путём самоочищения. Оба эти пути предполагают активное влияние человека на ЭГС. Его реализация может быть успешно достигнута на базе теории и методов *экологической геокибернетики* – раздела геокибернетики, рассматривающего вопросы управления эколого-геологическими системами [4]. Это и определяет ***цель экологической геокибернетики*** – *управление эколого-геологическими системами для обеспечения устойчивого развития.*

*Методы* экологической геокибернетики объединяют в себе различные способы воздействия (управления) на ЭГС. Они довольно многочисленны и включают в себя [4]: 1) методы очистки геологической среды от загрязнений; 2) методы управления геологическими процессами; 3) методы рекультивации (восстановления, реабилитации) нарушенных территорий; 4) методы мелиорации (целенаправленного улучшения) территорий, включающие: а) гидротехническую мелиорацию; б) агротехническую мелиорацию почв; в) биологическую мелиорацию; г) химическую мелиорацию; д) культурно-техническую мелиорацию; е) климатическую мелиорацию, а также: 5) методы управления биотическими компонентами ЭГС: микробоценозами, фитоценозами и зооценозами; 6) мониторинг, как комплексный метод в структуре управления эколого-геологическими системами; 7) комплексные схемы управления эколого-геологическими системами.

Общая *теория управления* эколого-геологическими системами (теория экологической геокибернетики) включает в себя: 1) цель и задачи управления; 2) информационное обеспечение управления; 3) принципы управления (принципы экологической геокибернетики), включающие: а) принцип программного управления; б) принцип управления по возмущениям; в) принцип обратной связи и др. [4].

*Методика управления* эколого-геологическими системами (методика экологической геокибернетики) строится на базе обоснования структуры управления эколого-геологическими системами и рассмотрения ЭГС как сложных адаптивных систем. Эта методика включает в себя методику адаптивного управления и методику системного управления и др.

Наконец, завершающим этапом реализации возможностей экологической геокибернетики является обоснование создания *искусственных* эколого-геологических систем *с заданными характеристиками.* Их разработка является альтернативой негативной экологической ситуации в современных городах. На базе положений экологической геокибернетики должно осуществляться проектирование искусственных ЭГС с требуемыми характеристиками, отвечающими принципам их оптимизации, компенсации и гармонизации с окружающей средой. В рамках этого направления в

настоящее время уже широко развивается ландшафтный дизайн, создание искусственных водных эколого-геологических систем и искусственных сухопутных эколого-геологических систем, создание гиперионов – искусственных агроэкосистем и других типов искусственных экосистем.

В заключение необходимо отметить, что реализация нацпроекта «Экология» и стратегии устойчивого развития биосферы, безусловно, не сводится лишь к одним только методам экологической геокибернетики. Это комплексная проблема, которая должна решаться совокупностью различных методов, включая административные, правовые, экономические, политические, социокультурные и т.п. Но среди них методы экологической геокибернетики являются одними из важнейших.

Литература:

1. Гальперин М.В. Экологические основы природопользования: учебник. – М.: Форум:Инфра-М, 2003. – 256 с.
2. Голубев В.С. Введение в синтетическую эволюционную экологию. – М.: Папирус Про, 2001. – 320 с.
3. Королев В.А. Очистка и восстановление геологической среды: уч. пособие. – М., ООО Сампринт, 2019. – 430 с.
4. Королёв В. А. Обоснование управления эколого-геологическими системами – амбициозная проблема современности // Материалы межд. молодежн. научной конф. "Экологические проблемы недропользования (школа Экогеология-2016)". — СПбГУ СПб, 2016. — С. 118–126.
5. Моисеев Н.Н. Экология человечества глазами математика: человек, природа и будущее цивилизации. – М.: Молодая гвардия, 1988. – 254 с.
6. Реймерс Н.Ф. Экология (теория, законы, правила, принципы и гипотезы). – М.: Журнал «Россия Молодая», 1994. – 367 с.
7. Тарко А.М. Антропогенные изменения глобальных биосферных процессов. Математическое моделирование. – М.: Физматлит, 2005. – 232 с.

## ЛЕС И ЦИФРОВЫЕ МОДЕЛИ РЕЛЬЕФА

Абрамов Д. В.[1, 2], Георгиевский М. В.[1], Никифоровский А. А.[2]
[1] СПбГУ, г. Санкт-Петербург,
[2] ООО НПО «Гидротехпроект», г. Валдай

## WOODS ON DIGITAL ELEVATION MODELS

Abramov D. V.[1, 2], Georgievsky M. V.[1], Nikiforovsky A. A.[2]
[1] SPbSU, St Petersburg,
[2] Ltd Gidrotehproekt, Valday, Russia

**Annotation.** Recently, more and more attention has been paid to digital elevation models in research. This article will consider the issue of forest areas on digital elevation models and its impact on the overall picture of the surface properties of the region under study.

**Key words:** Digital elevation models, bare ground extraction, GIS, statistical processing

## Введение

Высокие темпы развития данных дистанционного зондирования, в частности, данных, связанных с цифровыми моделями рельефа, позволяют исследователям, используя эту информацию, пересмотреть подходы, использующиеся до этого, и реализовать более универсальные решения. Одной из областей применения подобных решений можно назвать спектр задач, связанных с изучением поверхности рельефа, с целью получения информации об её строение.

## Проблема и алгоритм

Можно обратить внимание, что при построении карты уклонов, по данным цифровых моделей рельефа, полученных при помощи дистанционного зондирования земной поверхности, на более или менее ровной местности, наибольшие значения уклонов будут приурочены местам, которые на космических снимках совпадают с регионами лесных насаждений (рис. 1).

Подобного рода «совпадение» случайным назвать нельзя. Это обуславливается разрешением цифровых моделей рельефа и алгоритмами, осуществляющими построение растровых поверхностей. Так как сами лесные массивы представляют собой сплошные участки, которые по площадным своим характеристикам превышают разрешение одного пикселя растра (3 арксекунды), то они попадают в итоговую схему модели поверхности рельефа. Исключением не станут и модели поверхности с более крупной сеткой. Только из-за более грубой интерполяции итоговое влияние леса на высоту пикселя будет меньше и сам растр получается более «гладким».

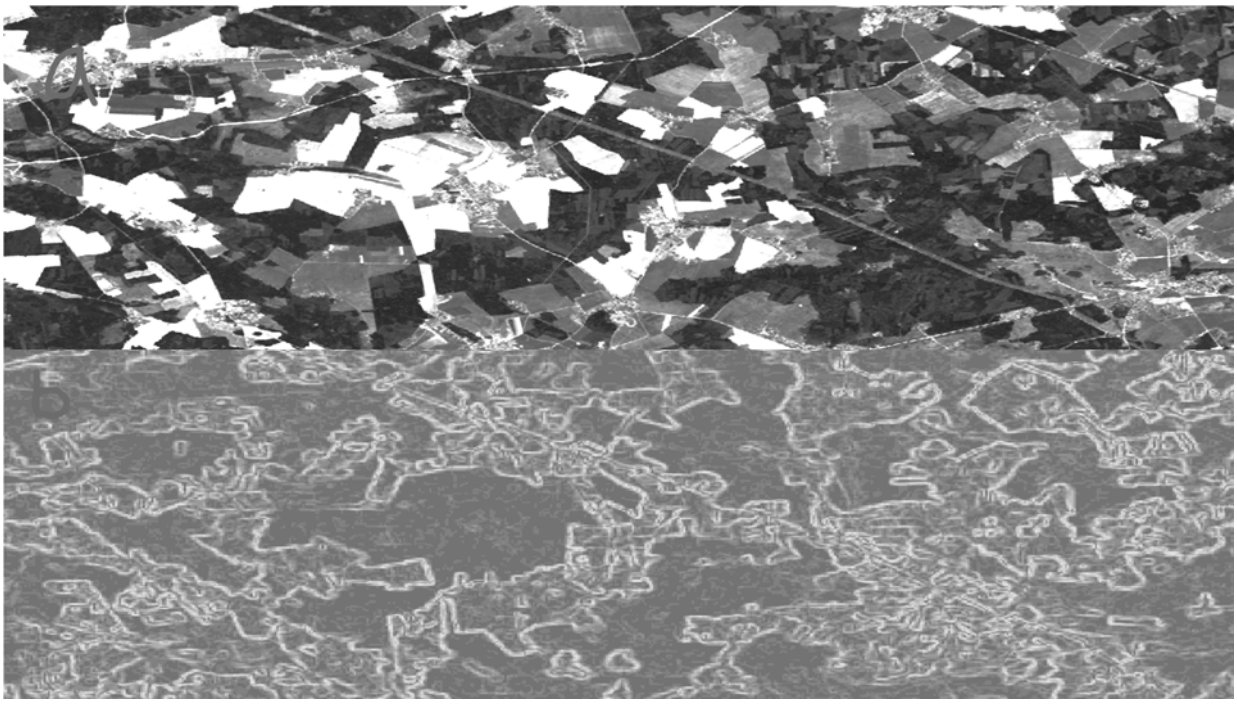


Рис. 1. Карта уклонов

В силу того, что подобного рода девиации поверхности могут привнести за собой ложную информацию при любом моделировании, которое будет включать в себя блок, который взаимодействует с цифровой моделью рельефа, было принято решение разработки алгоритма, который позволит сгладить местность для получения «действительной» поверхности рельефа.

На рис. 2 приведена иллюстрация, состоящая из условных четырёх шагов алгоритма.

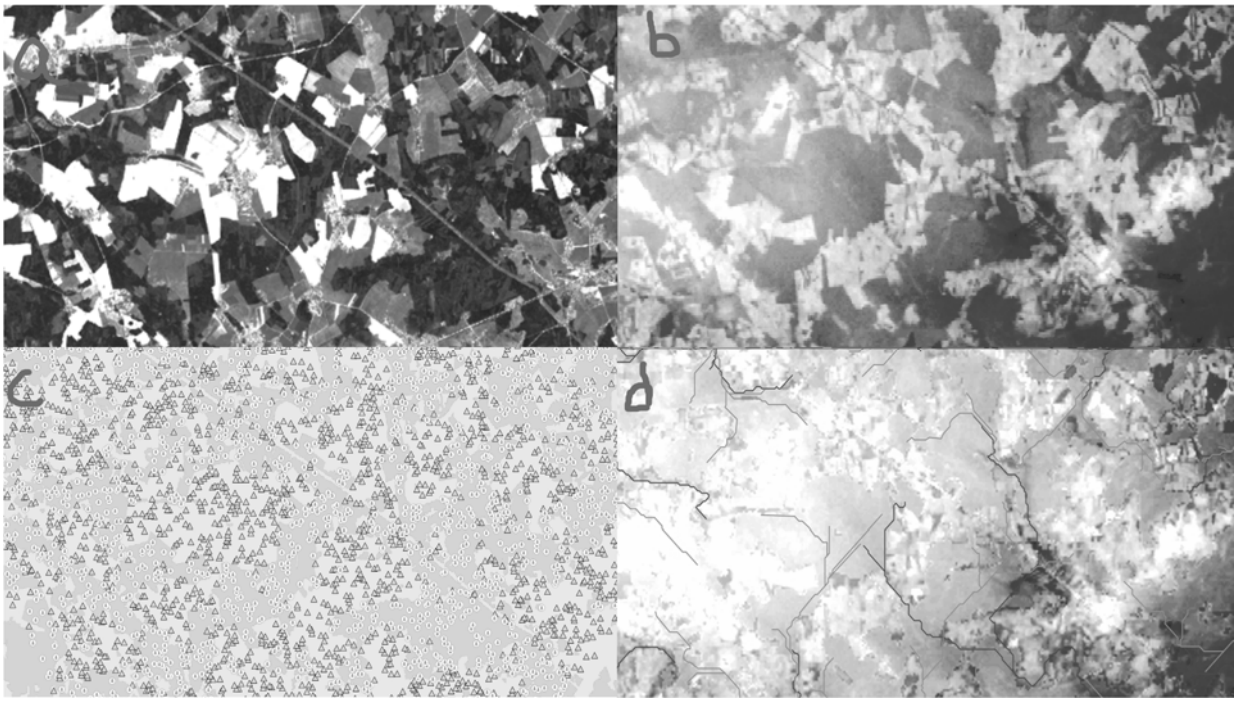



Рис. 2. Иллюстративное представление алгоритма

В блоке «a» из второго рисунка изображен снимок, полученный со спутника LANDSAT 8, классификация которого на лесные и остальные регионы, с помощью алгоритмов машинного обучения, позволяет выделить на территории исследования территории двух типов: те, которым будет нужная высотная корректировка (лес), и те, которым подобная операция не понадобится (остальная территория).

Блок «b» демонстрирует исходную цифровую модель рельефа. Более светлые оттенки на ней показывают высокие места: чем светлее – тем выше. Весьма однозначно все они совпадают с лесами на местности.

В блоке «c» изображен сам алгоритм. На выбранной территории создаётся несколько тысяч случайных точек. Далее они разбиваются на предмет принадлежности к тому или иному полигону: лесному или не лесному. Затем считается среднее для каждой совокупности точек, попавшее в определенный полигон. Согласно закону больших чисел, мы знаем, что при увеличении числа точек в выборке, её среднее значение будет стремиться к математическому ожиданию этой выборке. Так же, предполагая, что в одном географическом регионе лес будет расти примерно до одной и

той же максимальной высоты, можно предположить, что оценка средней высоты леса в регионе будет необходимой и достаточной, для определения лесных девиаций рельефа с достаточной степенью корректности; соответственно, будет справедлива следующая формула: $\overline{f} = \frac{\sum(h_s + f)}{n} - \frac{\sum h_s}{m}$,

Где $f$ – средняя высота леса в регионе исследования, $h_s$ – отметка высоты поверхности, $n$ – количество точек, попавших в лесной класс, $m$ – количество точек, попавших не в лесной класс.

После определения высоты был построен новый растр, который приведён в блоке «d» рис. 2. Можно заметить, что сама территория приобрела более ровный характер, без каких-либо «вздрыгов», которые не отражают естественной поверхности рельефа.

**Заключение**

Конечно, возникают определенные вопросы касательно верификации оценки определения высоты леса и нового построенного растра. Так же вполне справедливым можно назвать вопрос о вообще необходимости подобные манипуляции производить.

И если вопрос необходимости, спорно, но закрывается приближенными значением истинной поверхности земли, которая позволяет взглянуть на данные дистанционного зондирования в контексте исследования непосредственно поверхности, то верификация, в настоящий момент времени, остаётся в весьма серо-смутных тонах и реализована лишь сопоставлением реальных высот лесных массивов с помощью масштабирования объектов при обзоре улиц с помощью Google Street View.

## ОСОБЕННОСТИ БИОМОРФОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЛУГОВ КАК ИНДИКАТОРА ИНТЕНСИВНОСТИ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ В ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЕ КРЫМА

Аджикелямова Н.А., Кобечинская В.Г., Низамов Н.С.
Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И.Вернадского», Симферополь,
Республика Крым, Россия

## FEATURES OF BIOMORPHOLOGICAL STRUCTURE OF THE GRASSLAND VEGETATION AS AN INDICATOR OF INTENSITY OF ANTHROPOGENIC IMPACT IN THE FOOTHILL ZONE OF THE CRIMEA

Ajikelamova N.A., Kobechinckaya V.G., Nizamov N.S..
Taurida Academy (structural subdivision) V.I. Vernadsky Crimean Federal University,Simferopol, Republic of Crimea, Russia

**Annotation.** The study of meadows of the floodplain of the river Zui in the foothills of the Crimea with the identification of their floral composition, structural features of the addition and biomorphology of species of these communities for 3 years. At three sites, a total of 146 species were identified, which were subjected to a complex diverse biomorphological analysis, which allowed to identify the specifics of the addition, adaptation mechanisms and direction of changes of vegetation under the influence of various forms of anthropogenic impact, which was performed for the first time for this territory.

**Key words:** meadows, species biomorphology, anthropogenic load, river Zuya, foothill Crimea.

В Крыму в связи с интенсивным освоением сельскохозяйственных земель луга сохранились фрагментарно. Наши исследования выполнялись в среднем части течения реки Зуя вблизи Балановского водохранилища питьевого назначения в предгорной зоне, что обеспечило относительную сохранность пойменной луговой растительности.

Биологические признаками растений отражают индивидуальные адаптации видов, слагающих конкретные фитоценозы, отражая экотопические и климатические особенности отдельных территорий. Поэтому они могут служить эффективным экологическим маркером для установления генетических связей между близкими и географически обособленными сообществами.

Были заложены учетные площади в пойме реки Зуя с разным режимом антропогенной нагрузки: используемые под сенокосы и с интенсивным выпасом, в качестве контроля был взят участок без этого влияния вблизи дамбы. В течение 3 лет проводились сборы полевого материала и его камеральная обработка стандартными геоботаническими методами [1]. При анализе собранных данных о строении видов были использованы биоморфологические категории согласно принципам линейной системы жизненных форм В.Н. Голубева [2].

Всего разноплановому биоморфологическому анализу было подвергнуто 146 видов, произрастающих на этих трех участках лугов.

Важным показателем, характеризующим флористический спектр видов, формирующих данные сообщества, является анализ их ареалов распространения. На контрольном участке ведущими группами являются: палеарктический (*Rumex confertus. Medicago falcate* и западно-палеарктический (*Lollium perenne, Achillea nobilis*) ареалы, которые в сумме достигают 29%. На втором месте в убывающем порядке представлены виды широкого голарктического *(Convallari amajalis, Plantago major)* ряда. Группа европейско-средиземноморского, крымского эндемичного *(Minuartia taurica, Geranium taurica)* и европейско-средиземноморско-переднеазиатского (*Medicago minima)* в сумме составляют 22 %. Остальные группы имеют незначимые показатели.

На участке, испытывающем многолетний сенокос, самая значительная группа - это западно-палеарктические (*Achillea setacea Knautia arvensis)*,

палеарктические (*Trifolium repens*) и европейско-средиземноморско-переднеазиатские виды (*Coronilla varia, Plantago lan- ceolata*), составляя в сумме почти половину от всех видов (46%). В убывающем порядке представлены виды голарктического, средиземноморско-переднеазиатского и европейско-средиземноморского ареалов распространения, составляя в сумме - 22%, т.е. при усилении антропогенной нагрузки резко снижается роль узко-ареальных видов, замещаясь космополитными представителями.

По составу основных биоморф на всех участках доминирующее положение занимают поликарпические травы с наибольшим преобладанием на участке с многолетним сенокошением (55%), благодаря оттавности они быстро восстанавливают свои позиции в данном сообществе в течение сезона. На контрольной площади и участке с интенсивном выпасом эти показатели близки (49% и 50%) . С учетом пасквальной нагрузки и регулярных сенокосов, монокарпики и однолетние рудеральные виды также очень значимы в сложении этих участков (до 20%), резко снижаясь на контрольной площади (10%), где отмечено наибольшее разнообразие биоморф.

Представляет интерес более подробно рассмотреть особенности вегетации растительности поймы реки Зуя. На сенокосах при однократном скашивании можно говорить о двухфазном сезоном развитии. Первая фаза соответствует нормальному сезонному развитию до скашивания, вторая – характеризует отрастание и формирование отавы. При пастбищном использовании лугов ход сезонной изменчивости травостоев зависит от формы и интенсивности выпаса. Хорошо поедаемые виды стравливаются непрерывно по мере отрастания в течение вегетационного сезона, поэтому нормальный ход смены фенологического состояния их особей все время нарушается. Особи не поедаемых или плохо поедаемых видов характеризуются ненарушенным сезонным ритмом. На контрольной площади и участке с сенокошением наиболее значима группа летне-зимнезелёных растений, составляющих соответственно - 48% и 65% (*Poa angustifolia, Aegilops cylindrica*). На участке с интенсивным выпасом эта группа отходит на второе место, уступая его эфемерам и эфемероидам (38%) (*Vicia grandiflora, Aegilops triuncialis, Alyssum rostratum)*. Их циклы развития приходятся на ранне-весенний период, когда еще не сформировалась основная масса травостоя и выпас не проводится. Следовательно, это своеобразный механизм избегания пасквальной нагрузки. На всех участках значительную роль играют летне-зелёные растения, составляя соответственно на участках (21%, 16% и 23%) (*Salvia verticillata, Nonea pulla, Vinca herbaceae, Holosteum umbellatum, Rumex confertus*), что является характерной чертой развития луговых сообществ. Особенностью растительности этой территории является очень низкая численность вечнозеленых видов.

По структуре надземных побегов главенствуют полурозеточные растения (*Festuca sulcata, Ranunculus repens*, *Bromus squarosus*) – 57,54-83%), причем самые высокие показатели выявлены на участке с пасквальной

нагрузкой. На втором месте безрозеточная структура надземных побегов – 35,17 % *(Polygala anatolica, Trifolium medium,Veronica chamaedrys)* и третье место занимают виды с розеточной структурой побегов (8,11%), полностью выпадая на участке с многолетним выпасом.

По способу возобновления структуры побегов на всех участках доминируют симподиальные растения (*Salvia nemorosa, Potentilla recta, Acinos eglandulosus*) (85-89%), что свидетельствует об активной весенне-летней генерации травостоя. При выпасе полностью выпадают растения с моноподиальным ветвлением побегов.

Специфика луговой растительности предгорного Крыма в том, что по составу экоморф ведущей группой растений на всех участках являются ксеромезофиты (*Fragaria viridis, Verbascum orientale)* с самыми высокими показателями на участке с выпасом (67%), на остальных участках эта группа значительно меньше – 52-54%. Вторая по значимости группа в сложении сообществ – мезофиты, причем самые высокие величины выявлены на контрольном участке – 32%, так же заметна группа мезоксерофитов – 8-19%, остальные играют не значимую роль. Эти соотношения биогрупп свидетельствуют о дефиците почвенной влаги, особенно в период вегетации основной массы растений и адаптации видов, как к температурному режиму, так и к динамике влагообеспеченности в течение сезона из-за сильного летнего обмеления реки.

В заключение нашего анализа приведем данные по практическому использованию растений, которые формируют изученные сообщества.

На участках контрольном и сенокосном главенствуют группы: кормовые *(Poa bulbosa, Carduus acantoides)* лекарственные *(Achillea nobilis, Melampirum arvense)* и медоносные *(Trifolium repens, Convolvulus arvense)* в сумме достигая почти половины флористического состава произрастающих здесь растений (44-47%). Группа ядовитых растений крайне незначительна, а на участке с выпасом она полностью отсутствует. Витаминосные и пищевые в структуре фитоценозов крайне малочисленны (10-14%). Следовательно, значительный спектр представленности хозяйственного использования растений свидетельствует о большом разнообразии видов, формирующих эти сообщества.

Флористический состав и его биоморфологические особенности наглядно иллюстрируют характер и принципы адаптационного механизма к среде местообитания, позволяют прогнозировать происходящие в растительном покрове изменения с учетом разных форм антропогенного воздействия и служить основой для многолетнего мониторинга, раскрывающего пути деструкции или демутационных смен в растительном покрове лугов.

Литература:

[1] Работнов, Т.А. Луговедение / Т.А. Работнов. Изд. 2 дополн. – М.: МГУ, 1984. – 320с.
[2] Голубев, В. Н. Биологическая флора Крыма / В. Н. Голубев. – Ялта: НБС-ННЦ, 1996. – 126 с.

# ПРОМЫШЛЕННЫЕ АЛЛЕРГЕНЫ В КОНТЕКСТЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ПРОМЫШЛЕННЫХ И ГОРОДСКИХ АГЛОМЕРАЦИЙ

Адушева Д.Ю., Тихомирова Е.И.
ФГБОУ ВО Саратовский государственный технический университет
им. Гагарина Ю.А., г. Саратов, Россия

# INDUSTRIAL ALLERGENS IN THE CONTEXT OF ENVIRONMENTAL PROBLEMS INDUSTRIAL AND URBAN AGGLOMERATIONS

Adusheva D.Yu., Tikhomirova E.I.
Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov, Russia

**Annotation.** Industrial allergens cause allergic diseases in the population of industrial and urban agglomerations. The most common chemical allergens are heavy metals, synthetic resins, components of rubber products, surfactants, various components of synthetic materials and other compounds. This paper analyzes heavy metals as industrial allergens.

**Key words:** industrial allergens, heavy metals, haptens, sensitization, occupational allergies.

В настоящее время промышленные аллергены являются более частой причиной аллергических *заболеваний* населения промышленных и городских агломераций [1]. Наиболее распространенными химическими аллергенами являются:

– металлы: никель, хром и кобальт, которые чаще всего способы вызвать аллергию, а также титан, бериллий, рубидий, марганец, молибден;

– синтетические смолы: формальдегид, канифоль, эпихлоргидрин;

– компоненты резинотехнических изделий: тиурам Д, каптакс, неозон Д, ионокс 1040 А, натуральный каучук «смокадшит» и т.д.;

– поверхностно-активные вещества, используемые в производстве моющих средств: олефинсульфаты, алкилсульфаты, сульфанолы;

– различные компоненты синтетических материалов: эфиры акриловой кислоты (акрилнитрил), формальдегид, урсол (п-фенилендиамин);

– пестициды: каптан, линдан, ацетохлор, гептатиурам, паратион, пропихлорпинен, ценеб и другие;

– лекарственные препараты некоторых групп соединений;

– гетероциклические органические соединения в производствах органического синтеза; красители, альдегиды и т.д.;

– косметическое сырье и изделия: консерванты, красители, антиоксиданты, эмульгаторы, синтетические душистые вещества [1].

В условиях производства у работающих могут появиться профессиональные аллергические заболевания, которые вызываются рядом химических веществ – промышленных аллергенов. При сенсибилизации к профессиональным аллергенам четко прослеживается возникновение аллерги-

ческих реакций на производстве к концу рабочего дня и их обратное развитие в выходные дни [2]. Первые аллергические реакции у работающих проявляются в местах наибольшего контакта с аллергеном — на открытых участках кожных покровов (дерматиты кистей рук, шеи, лица) или на слизистых оболочках органов дыхания (ринит, ринофаринготрахеит и т.п.).

Чувствительность людей к аллергенам различна, и пороги действия для отдельных людей могут отличаться в десятки тысяч раз. Так как ПДК на аллергены не устанавливаются для лиц, обладающих обычными реакциями, высокочувствительных людей необходимо освобождать от контакта с агрессивным аллергеном. Это входит в задачу врачей (профпатологов), проводящих предварительные медицинские осмотры [3].

Аллергия к химическим веществам (гаптенам) развивается в результате иммунного ответа организма на коньюгат гаптена с белковой структурой на поверхности клеток, т.к. многие химические вещества способны образовывать с белками ковалентные связи. В результате этого образуется полноценная антигенная структура, на которую и формируется иммунный ответ в виде сенсибилизации организма и развития гиперчувствительности. Антигенная специфичность при этом обусловлена химическим веществом в составе конъюгата с белком-носителем. Считается, что чем выше способность гаптена образовывать химическую связь с белком, тем выше его аллергенная активность [3]. Это свойство характерно для тяжелых металлов и их соединений.

Целью данной работы стал анализ данных литературы по тяжелым металлам, как промышленным аллергенам, и проявлениях связанных с ними аллергических реакций у работников производств и населения городских агломераций.

Промышленная аллергия, связанная с **хромом.** Этот металл используют в производстве изделий из металлокерамики и для сварочных электродов, в авиакосмической отрасли и при производстве плазмотронов, в кожевенной промышленности и производстве художественных красок. Самыми распространенными источниками хрома, вызывающими аллергическую реакцию, являются цемент и окрашенная солями хрома кожа. В этих случаях аллергическая реакция проявляется в виде дерматита кистей у строителей и дерматита стоп у тех людей, сенсибилизированных хромом (аллергия на обувь из кожи) [4].

**Никель** является самым частым аллергеном, выявляемым при проведении диагностических кожных аллергических проб. Этот элемент широко используется в аэрокосмической промышленности и производстве аккумуляторов, монет и струн для музыкальных инструментов, применяется в химической технологии и медицине для изготовления брекет-систем (никелид титана) и протезирования. При контакте с ним происходит сенсибилизация организма и развитие аллергических реакций. При повышенных концентрациях никеля на производстве аллергия обычно проявляется у ра-

ботников в виде дерматитов, ринитов, экземы рук и крапивницей на фоне анемии, повышенной возбудимости центральной и вегетативной нервной системы [5]. Для жителей промышленных и городских агломераций наиболее распространенными источниками никеля являются изделия бижутерии, часы, монеты, застежки-молнии на одежде. В зависимости от места контакта организма с изделием, содержащим никель, проявляются аллергические реакции в виде раздражения, сыпи, дерматитов.

Аллергия на **титан,** как промышленный аллерген, проявляется гораздо реже, чем на другие металлы. Широко используют титан в авиационной промышленности, судостроении, автомобилестроении, строительстве зданий и медицинской промышленности. У населения чаще всего аллергические реакции возникают местно при использовании ювелирных украшений и имплантатов, содержащих данный металл [6].

**Бериллий** используется в рентгенотехнике, ядерной энергетике, аэрокосмической технике и при изготовлении огнеупорных материалов. Бериллий и его соединения оказывают поливалентное действие: раздражающее, общетоксическое, аллергическое, канцерогенное. У людей аллергия проявляется в форме гиперергических реакций замедленного типа при контакте с бериллием [8].

**Кобальт** широко используется в металлургии, машиностроении, конструкционных элементах атомных реакторов, в химической промышленности и сельском хозяйстве. Соединения кобальта востребованы в изготовлении керамики, эмалей, красителей. Чаще всего страдают от аллергии на кобальт жители крупных городов, воздух которых наполнен выхлопными газами, выбросами предприятий промышленности. Аллергические реакции могут быть в виде дерматита, крапивницы, экземы, или в виде проявлений со стороны желудочно-кишечного тракта и нарушении функции почек и печени [9].

**Марганец** применяется в основном в черной и цветной металлургии, электротехнической и стекольной промышленности. В 80х годах прошлого столетия отмечалась взаимосвязь между аллергическими заболеваниями кожи и метаболизмом марганца в организме работников производств. Однако до сих пор аллергические реакции при взаимодействии марганца с организмом человека остается вопросом спорным [3].

Таким образом, загрязнение окружающей среды промышленными выбросами, содержащими промышленные аллергены, в том числе тяжелые металлы, представляет большую экологическую опасность, так как они способствуют сенсибилизации населения и формированию аллергических, аутоиммунных, иммунодефицитных состояний с развитием заболеваний.

Литература:
1. http://www.bez-allergii.ru /2010-02-26-16-16-15.html
2. Колхир П. В. Доказательная аллергология-иммунология. — М.: Практическая медицина, 2010. 528 с.

3. Аллергология и иммунология: национальное руководство / под ред. Р.М. Хаитова, Н. И. Ильиной. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. 656 с.
4. Салли А.Х. Хром = Chromium / Пер. с англ. В. А. Алексеева; Под ред. канд. техн. наук В. А. Боголюбова. — М.: Металлургиздат, 1958. 292 с.
5. https://www.naaf.no/ru/fokusomrader/allergi-og-overfolsomhet/nikkelallergi/
6. https://www.metotech.ru/titan-opisanie.htm
7. https://www.hij.ru/read/articles/technologies-and-materials/4992/
8. Орлова А.А., Толгская М.С., Чумаков А.А., Крылова А.Н., Максимюк Е.А. Бериллий // Большая медицинская энциклопедия: в 30 т. / гл. ред. Б.В. Петровский. 3 изд. — Москва: Советская энциклопедия, 1976. Т. 3. 584 с.
9. Карпук Н.А., Карпук И.Ю. Диагностика аллергии на кобальт и медь in vivo у пациентов с непереносимостью металлов. http://xcook.info/makrojelementy/marganec.html.

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЛЕВЕРА ПОЛЗУЧЕГО (*Trifolium repens* L) В КАЧЕСТВЕ БИОИНДИКАТОРА СОСТОЯНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Ахмадильшина М.А., Ибрагимова К.К.
Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань

# USING THE *TRIFOLIUM REPENS* L AS A BIOINDICATOR OF THE CONDITION OF THE URBAN ENVIRONMENT

Akhmadilshina M.A., Ibragimova K. K.
Kazan Federal University, Kazan

**Annotation.** The studies are devoted to use of the common species Trifolium repens L as a bioindicator of the condition of the urbanized environment. For this, medium length of the leaf stalk, medium height of the peduncle, medium number of leaves at the shoot, medium number of inflorescences at the shoot, medium diameter of the inflorescence, and number of sterile pollen grains were estimated.

**Keywords:** bioindication, Trifolium repens, plant pollen, urban environment, anthropogenic load.

**Цель исследования –** оценка возможности применения клевера ползучего Trifolium repens L. как универсального биоиндикатора антропогенного нарушения среды на примере г. Казани.

**Материалы и методы исследования.**

На предварительно выбранных участках, подверженных различным видам антропогенного нарушения, был произведен сбор растительного материала. В каждой зоне было собрано по 100 побегов клевера ползучего длиной 10 см и по100 приблизительно одновозрастных соцветий с цветоносами. Летом 2018 года произведен сбор материала в трех зонах г. Казани: Горьковское шоссе (зона А, подверженная в основном автотранспортной нагрузке), двор главного здания Казанского Федерального Университета (зона В, подверженная в основном вытаптыванию и скашиванию) и

ул. Татарстан (зона С, подверженная в основном автотранспортной нагрузке). Соцветия клевера были зафиксированы в спиртовом растворе, и в течение сентября – декабря 2018 года был произведен анализ пыльцы на стерильность с помощью окрашивания йодным методом. Для этого брали пыльцу с цветков каждого из 100 соцветий и подсчитывали по 1000 пыльцевых зерен для каждой зоны под микроскопом при 400-кратном увеличении, учитывая среди них стерильные пыльцевые зерна. Также нами были произведены измерения средней длины черешка листа, средней высоты цветоноса, среднего количества листьев у побега, среднего количества соцветий у побега и среднего диаметра соцветий на участке основного побега длиной 10 см. Методика данного исследования взята из статьи Т. А. Горшковой (Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2012). Статистическую обработку результатов проводили с помощью пакета программ Statistica 10.0. Для проверки статистических гипотез о виде распределения был применён критерий Shapiro-Wilk's. Выборки сравнили непараметрическим тестом Краскелла-Уоллиса, апостериорный анализ - тестом Ньюмана-Кейлса.

**Результаты и их обсуждение:**

Данные объединены по средним морфометрическим показателям вегетативных и генеративных структур клевера.

Таблица. Сводные данные по исследуемым показателям клевера ползучего (*Trifolium repens L*)

| **Исследуемый признак** | **Горьк. шоссе** | **гл. здание** | **ул. Татарстан** |
|---|---|---|---|
| Средняя длина черешка листа, см | 14,38±2,46 | 10,24±2,14 | 8,02±1,99 |
| Средняя высота цветоноса, см | 17,02±5,86 | 12,44±2,13 | 10,53±2,01 |
| Среднее количество листьев у побега, шт | 9,84±2,19 | 13,44±2,59 | 11,7±2,37 |
| Среднее количество соцветий у побега, шт | 1,06±0,24 | 1,12±0,33 | 1,12±0,33 |
| Средний диаметр соцветия, см | 1,56±0,27 | 1,38±0,24 | 1,29±0,19 |
| Количество стерильных пыльцевых зерен, % | 58 | 58 | 59 |

Данные статистической обработки показали, что такие параметры как средняя длина черешка листа, средняя высота цветоноса и средний диаметр соцветий отличаются на высоком уровне значимости: самые низкие показатели отмечены на ул. Татарстан, самые высокие – на территории Горьковского шоссе. Количество листьев у побега на территории главного

здания КФУ значительно больше, чем в зоне ул. Татарстан (p= 0,000274) и Горьковского шоссе (p= 0,000022). В то же время количество листьев на территории ул. Татарстан превышает данный параметр зоны Горьковского шоссе (p= 0,000105). Такие результаты имеют место быть по причине уменьшения длины междоузлий у побега и сближением его боковых структур при ухудшении условий обитания. По количеству соцветий у побега растения разных зон значимо не отличаются. Но есть тенденция увеличения соцветий в ряду: ул. Татарстана – главное здание КФУ – Горьковское шоссе. Во всех исследуемых зонах выявлен чрезмерно высокий показатель количества стерильной пыльцы клевера ползучего (>50%). Зона Горьковского шоссе в данном случае отличается самым высоким показателем (74%) по сравнению с зоной главного здания КФУ (58%) и ул. Татарстан (59%). Также в ходе анализа данных был рассчитан коэффициент вариации, который по длине черешка листа составил 31,57; по высоте цветоноса - 34,82; по количеству листьев у побега – 23,95; по количеству соцветий у побега – 27,36 и по диаметру соцветий- 18,42. Данный коэффициент позволяет сделать вывод о том, что все параметры, кроме высоты цветоноса, соответствуют условию применения признаков в качестве биоиндикатора (коэффициент вариации меньше 33).

**Выводы.**

1. По нашим данным некоторые структуры клевера ползучего в целом чувствительны к антропогенному воздействию. Статистически значимое изменение количества листьев у побега наиболее чувствительно к вытаптыванию и кошению. Во всех зонах отмечена высокая доля стерильных пыльцевых зерен, что подтверждает влияние среды обитания на качество пыльцы растений.

2. Изменения длины черешка листа, высоты цветоноса и диаметра соцветий представлены контрастными значениями в зонах с одинаковым видом антропогенной нагрузки - автотранспортной. Следовательно, полученные результаты являются неспецифической реакцией клевера, т.е. не зависят от вида антропогенного нарушения среды. Сюда же можно отнести параметр «среднее количество соцветий у побега».

Литература:

[1] Горшкова Т. А. Оценка возможности использования клевера ползучего (*Trifolium Repens* L.) для биоиндикации антропогенного нарушения среды // Обнинский институт атомной энергетики Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Обнинск. - 03.10.2011

[2] Лазарева О. В., Лаврова. Н. Б. Методические аспекты анализа функциональных особенностей пыльцы в целях палиноиндикации.

[3] Ашихмина Т.Я. Экологический мониторинг // Департамент экологии и природопользования Кировской области ФГБОУ ВПО «Вятский государственный гуманитарный университет». – 2012.

# ВЛИЯНИЕ УДАЛЕННОСТИ РЕЧНОЙ СЕТИ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ РАЗВИТИЯ КАРСТА

Бажутин П.И., Щербаков С.В.
Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь

# INFLUENCE OF DISTANCE TO THE RIVER NET ON THE INTENSITY OF KARST PROCESS DEVELOPMENT

Bazhutin P.I., Shcherbakov S.V.
Perm State University, Perm

**Annotation.** Researchers in the field of a karst of the whole world, at territory assessment on degree of a karst hazard use indicator a distance to the river net. Earlier Perm researchers marked out horizontal zonality depending a distance to the river net and characteristic of danger to each allocated interval is received. In this article attention is paid, to allocation of intervals which the raised degree of the karst hazard, on the example of Mosalsky district of the Kaluga region is characteristic.

**Keywords:** distance from river net, carbonate karst, quantitative assessment, karst sinkhole, karst hazard.

Развитие карстовых процессов в различных природных условиях может проходить весьма разнообразно. Тем не менее, Д.С. Соколову, Г.А. Максимовичу и А.Г. Лыкошину удалось сформулировать общие закономерности развития карста. Одна из выделенных закономерностей гласит – для придолинных участков характерна повышенная степень закарстованности, по сравнению с ядрами водораздельных массивов [6].

Согласно А.И. Печеркину [5], оценивая обстановку карстообразования относительно магистральных речных долин (горизонтальная зональность) в первом приближении можно выделить три типа условий: прибрежный, промежуточный и водораздельный.

Прибрежная зона характеризуется наиболее интенсивным развитием карстовых процессов и является наиболее не благоприятной для инженерно-хозяйственного освоения. На берегах крупных водных артерий ширина этой зоны может достигать 1,5-2,0 км, в случае более мелких рек и озер ширина прибрежной зоны изменяется, как правило, от 500 до 800 м. Стоит отметить, что граница между, упомянутыми выше, зонами устанавливается по распространению подпора подземных вод [7].

За основу анализа выбран Мосалький административный район Калужской области.

Карстопроявления на территории района связаны с широким распространением в приповерхностной части геологического разреза (до глубин 100 м) карбонатных пород каменноугольного возраста, представленных преимущественно известняками. Характерной чертой в залегании карстующихся отложений является их переслаивание с глинистыми пачками. С

поверхности каменноугольные породы повсеместно перекрыты мезокайнозойскими образованиями, представленными юрско-меловыми песками, реже глинами, а также четвертичной толщей дисперсных песчано-суглинистых грунтов. Мощность толщи грунтов, перекрывающей карстующиеся известняки, варьирует от первых метров в восточной и южной части района до 70 м и более – в северной части [4].

На формирование рельефа большое влияние оказала ледниковая деятельность. Ледники в значительной степени изменили древнюю речную Вследствие этого, большинство речных долин слабо разработаны и характеризуются наличием крутых склонов. Главной речной артерией района является р. Ресса, ширина долины реки изменяется от 1,5 до 2,5 км, склоны крутые, высотой 20-40 м.

Работы выполнялись в два этапа. Цель первого этапа заключалась в выделении поверхностных карстовых форм на территории района. Процесс выделения осуществлялся посредством оцифровки фондовых материалов об имеющихся отрицательных формах, а также с помощью дешифрирования крупномасштабных и детальных космоснимков Google, BingMaps и Yandex.Maps. Процесс выявления поверхностных карстовых и карстово-суффозионных проявлений посредством дешифрирования космоснимков наиболее подробно изложен в работах [2, 3].

Всего на территории района выделено 484 поверхностные карстовые формы, из которых 83 получены по фондовым данным и 403 – по результатам дешифрирования. Большая часть карстовых форм представлена воронками. Стоит отметить, что на этапе оцифровки карстовых форм с карт предоставленных территориальным фондом геологической информации, были выделены наиболее карстоопасные зоны, которым уделялось повышенное внимание в процессе дальнейшего дешифрирования космоснимков.

Вторым этапом являлось построение картографической модели удаленности от речной сети в программе ESRI ArcGIS (рис. 1). В качестве векторной топографической основы, с которой была получена конфигурация речных русел, использован картографический сервис OpenStreetMap (OSM).

На построенную модель были наложены, выделенные ранее, карстовые воронки и сняты значения их удаленности от речной сети, в точке их локализации. На графике ниже (рис. 2), можно заметить, что абсолютное большинство карстовых форм тяготеют к участкам, удаленным от речной сети на 350-1400 м, что в геоморфологическом плане соответствует областям развития коренных склонов, а также аккумулятивных склонов, приуроченных, преимущественно, к участкам развития первых надпойменных террас.

Полученные значения хорошо согласуются с теоретическими предпосылками и опытными данными прошлых лет, полученных для закарстованных районов Пермского края [1, 9].

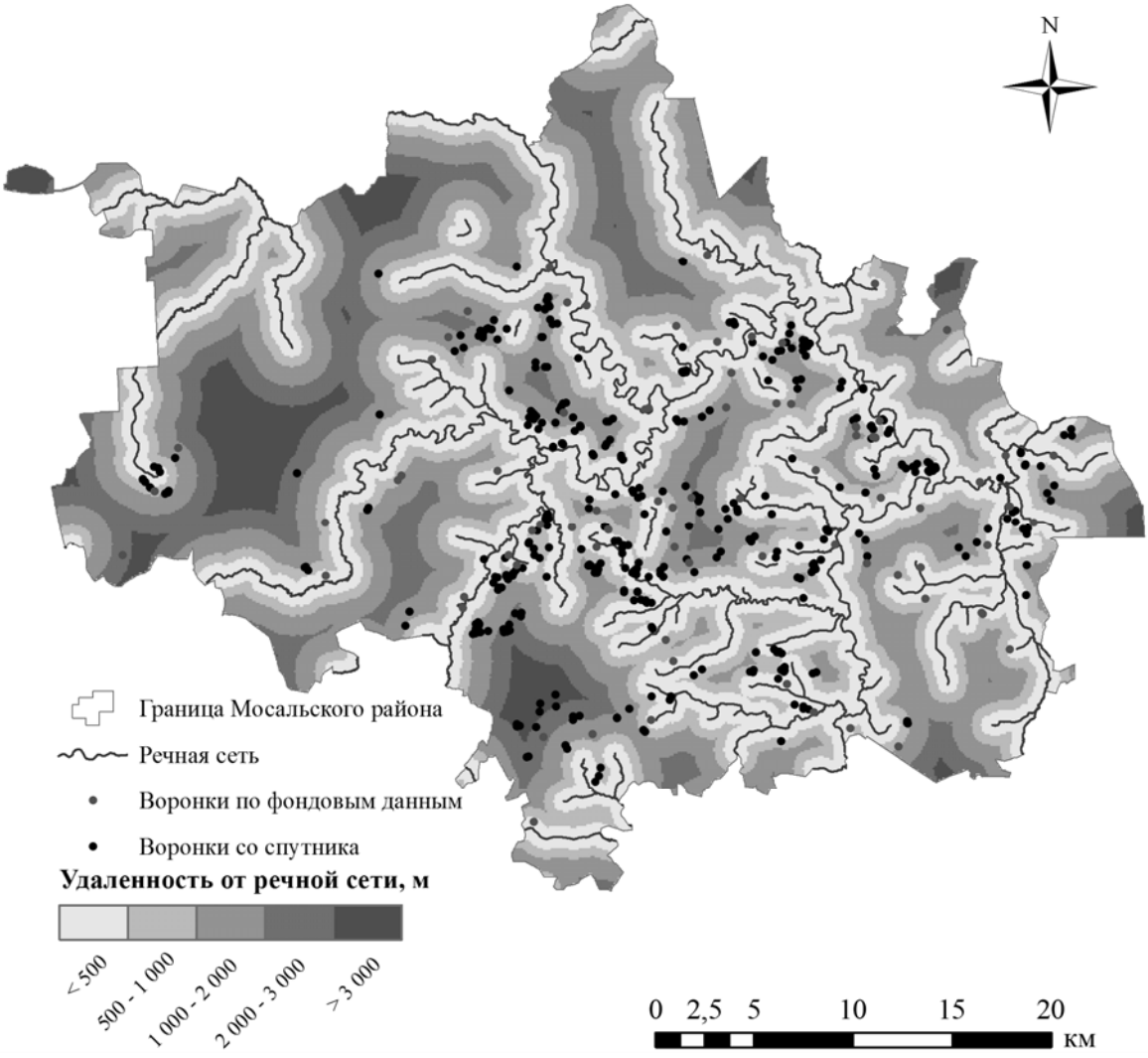



Рис. 1. Карта удаленности от речной сети




Рис. 2. Частости встречаемости карстовых форм в равных интервалах значений удаленности от речной сети, м

Установленное распределение имеет ярко выраженный логарифмически нормальный характер. Данную зависимость стоит рекомендовать в качестве оценочной при определении карстовой опасности Мосальского района. В целом же рекомендуется уделять большее внимание фактору удаленности от речной сети при мелко- и среднемасштабном карстологическом районировании территорий, так как он существенно влияет на характер и интенсивность закарстованности.

Литература:
[1] Shcherbakov S.V. Parametric ratio of relief elements and karst forms // conference Proceedings, Volume II. Hydrogeology, Engineering geology and Geotechnics // Albena, Bulgaria, 2014.
[2] Антипов В.С., К.А. Волин, Е.А. Журавлев. Выявление карстовых и суффозионно-карстовых объектов по материалам космических съемок в центральной части восточно-европейской платформы // Вестник Санкт-Петербургского университета, 2016. С. 4.
[3] Ерофеев Е.А., Катаев В.Н. Идентификация поверхностных форм карста по материалам спутниковых изображений // Геология и полезные ископаемые западного Урала: сб. ст. по материалам Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием / под общ. ред. Р.Г. Ибламинова; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2017. С. 193-197.
[4] Петров В.Г. Геологическое строение и полезные ископаемые Калужской области. Калуга: ИД «Эйдос», 2003.
[5] Печеркин И.А. Оценка инженерно-геологической устойчивости закарстованных территорий // Вопросы инженерного карстоведения. Тезисы докл. к инженерно-геологическому совещанию в г. Кунгуре (14-15 июня 1972 г.). Кунгур, 1972. С. 17-19.
[6] Толмачев В.В., Ройтер Ф. Инженерное карстоведение. М.: Недра, 1990. 44 с.
[7] Щербаков С.В. Интегральная оценка карстоопасности районов развития карбонатно-сульфатного карста на примере среднего предуралья // Диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. Екатеринбург, 2013. с. 57.
[8] Щербаков С.В. Количественная оценка карстовой опасности и риска возникновения аварийных ситуаций при проектировании сооружений с учетом природно-техногенных условий развития карста // Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций. Круглый стол (Москва, 17 сентября 2015 г.). Доклады и выступления. Москва, 2015. С. 385-394.
[9] Щербаков С.В., Катаев В.Н. Показатели геоморфологических условий и их влияние на активность развития карста // Инженерная геология и охрана недр: сборник научных трудов, посвященный 35-летию кафедры. Пермь, 2012.

## ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОПАСНОСТЕЙ ЗАЛИВА ПЕТРА ВЕЛИКОГО ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПОЛЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ 2018 ГОДА

Беляев П. Ю.[1, 3], Рыбалко А. Е.[2,3]
1-ФГБУ «ВСЕГЕИ им. А.П. Карпинского», Санкт-Петербург;
2-СПбГУ, Санкт-Петербург;
3-ФГБУ ВНИИОкеангеология им. И.С. Грамберга, Санкт-Петербург

# CHARACTERISTICS OF THE GEOLOGICAL HAZARDS OF THE PETER THE GREAT BAY ACCORDING TO RESULST OF FIELD RESEARCH IN 2018

P. Beliaev[1,3], A. Rybalko[2,3]
1-A. P. Karpinsky Russian Geological Research Institute (VSEGEI), Saint-Petersburg
2-Saint-Petersburg state university, Saint-Petersburg
3-FSBI "VNIIOkeangeologia", Saint-Petersburg

**Annotation.** This paper was written on the basis of materials obtained during the field works in 2018 summer and interpretation of space images. The aim of this work is to characterize the dangerous geological processes occurring on the bottom and the shores of Peter the Great Bay.

**Key words:** Geomorphology, geological hazards, landslides, monitoring.

В период с июня по июль 2018 года, на акватории залива Петра Великого, а также побережье проводились работы по изучению строения четвертичных отложений, а также опасных экзогенных геологических процессов (ОЭГП). Работы включали в себя береговые маршрутные исследования с дальнейшей фиксацией проявлений ОЭГП посредством фото, инструментальных замеров и взятия координат; морскую часть, включавшую в себя геофизические исследования посредством акустического и сейсмоакустического профилирования, а также донный пробоотбор; и кроме того, велось эхолотирование и пробоотбор в различных бухтах залива Петра великого. Помимо натурных наблюдений в поле, предварительно велось дешифрирование разновременных космоснимков с целью выявления возможных участков развития ОЭГП.

Наиболее интенсивными опасными геологическими процессами побережья являются процессы прибрежно-морской группы. За ними следуют склоновые, далее идут флювиальные и все остальные. Более подробно процессы приведены в таблице. Если говорить о ОЭГП, протекающих на дне акватории залива Петра Великого, то здесь выделяются выходы газов, а также интенсивные перенос осадочного материала.

Как было описано выше, описание опасных ЭГП проводилось на основании анализа данных разновременных космоснимков, геофизических данных и натурных наблюдений за проявлениями ОЭГП на берегу. По результатам анализа космоснимков было выделено несколько проявлений ОЭГП, которые затем были описаны «в поле». На рисунке приведена схема расположения точек наблюдения за ОЭГП. По результатам исследований была составлена карта проявления ОЭГП, типизации береговой линии, и дана характеристика напряжённость района в плане инженерно-геологических опасностей.

Таблица. Интенсивность опасных экзогенных процессов на побережье залива Петра Великого

| **Группы процессов** | **Типы современных опасных природных процессов и явлений** | **Региональная активность опасных ЭГП** |
|---|---|---|
| Прибрежно-морские | Абразия коренных берегов | высокая |
| | Размыв аккумулятивных форм | высокая |
| | Штормовое волнение | высокая |
| | Цунами | высокая |
| Флювиальные | Паводки | средняя |
| | Эрозии в русле | низкая |
| | Эрозия на пойме | низкая |
| | Аккумуляция в русле | средняя |
| | Пролювиальная аккумуляция | средняя |
| | Селевые | низкая |
| Склоновые | Отседание склонов | средняя |
| | Обвальные | высокая |
| | Оползневые деляпсивные | низкая |
| | Оползневые поточные | средняя |
| | Осыпные | высокая |
| Сейсмические | Сейсмообвалы | низкая |
| | Сейсмооползни | низкая |
| Нивальные | Наледи | средняя |
| | Снежно-лавинные | низкая |

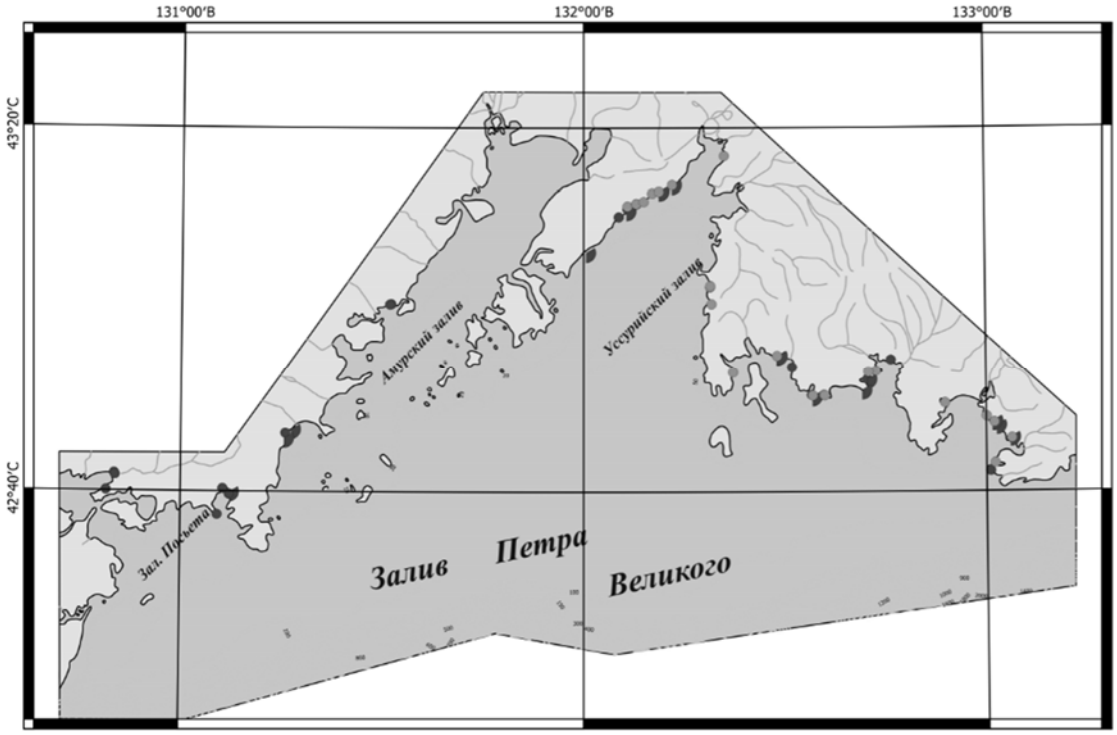



Рисунок. Схема расположения участков наблюдения за ОЭГП и выявленных оползневых процессов.

Автор выражает благодарность коллективу полевой партии 2018 года за организацию как технической, так и научной части работ, и экипажу НИС «Павел Гордиенко» за неоценимую помощь в работе на акватории.

Литература:
[1] Щербаков В.А. и др. Отчёт по объекту «Ведение наблюдений, сбор количественных и качественных показателей состояния недр прибрежно-шельфовой зоны Японского моря (залив Петра Великого)». – СПб, 2018. – 121 с.

## ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДОННЫХ ОСАДКОВ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА

Билая Н. А.[1], Зарипова К. М.[1], Гузева А. В.[2], Гусева М. А.[2], Зеленковский П. С.[1]
1-СПбГУ, Санкт-Петербург, 2-ИНОЗ РАН, Санкт-Петербург

## ECOLOGICAL AND GEOCHEMICAL FEATURES OF BOTTOM SEDIMENTS OF LAKE LADOGA (NORTHWEST RUSSIA)

Bilaya N. A.[1], Zaripova X. M.[1], Guzeva A. V.[2], Guseva M. A.[2], Zelenkovsky P. S.[1]
1-SPSU, Saint-Petersburg; 2-Institute of limnology RAS, Saint-Petersburg

**Annotation.** This article contains an analysis and comparison of the results about ecological and geochemical explorations of the bottom sediments of the Lake Ladoga: total contents and contents of different chemical forms of trace metals and organic matter in surface specimens of bottom sediments. Bottom sampling was carried out in October 2018. Researches of Ladoga bottom sediments were carried out earlier, but without researching of chemical forms. Our work is aimed at identifying areas requiring more detailed observation of trace metals concentrations.

**Key words**: Ladoga lake, bottom sediments, heavy metals (Co, Cr, Fe, Mn, Ni, Zn, Cu, V), chemical forms of trace metals.

Ладожское озеро является уникальным природным объектом: это самый большой пресноводный водоем Европы, а также один из главных источников водоснабжения города Санкт-Петербург. В декабре 2017 года северная часть акватории Ладоги приобрела официальный статус особо охраняемой природной территории (национальный парк «Ладожские шхеры»), однако данный район все еще подвержен значительному антропогенному прессу. Регулярные наблюдения за экологическим состоянием Ладожского озера необходимы, однако на данный момент единая сеть геохимических наблюдений для донных отложений Ладоги отсутствует.

Объектом исследования были выбраны донные отложения, так как их химический состав в большинстве случаев наиболее репрезентативен в контексте оценки загрязненности водоема и позволяет проследить локаль-

ные загрязнения в ретроспективе, в то время как исследования химического состава воды позволяют оценить только текущее состояние экосистемы, исключая осажденные формы микроэлементов. Кроме того, при определенных физико-химических условиях может происходить вторичное загрязнение водоема тяжелыми металлами из донных отложений. Исследование легкодоступных (связанных с осадком слабыми электростатическими силами: водорастворимая, сорбированная и форма, связанная с карбонатными минералами) и умеренно доступных (легко восстанавливающихся: связанные с оксидами и гидроксидами Fe и Mn, а также органическим веществом) форм нахождения тяжелых металлов позволит выявить элементы, которые в первую очередь будут вовлечены в биогеохимические циклы, а, следовательно, нуждаются в большем контроле.

Ранее подобная работа проводилась лишь в западной части озера [1], что не дает полноценной характеристики состояния донных осадков для всей Ладоги. Кроме того, работа не содержала повторных наблюдений и была окончена в 2001 году.

Цель нашего исследования – охарактеризовать геохимическое и экологическое состояние донных отложений Ладожского озера.

Для достижения цели нами были поставлены следующие задачи:

1) отобрать поверхностные пробы осадков по всей акватории Ладоги для выявления областей, требующих более подробного изучения;
2) определить валовое содержание тяжелых металлов (Co, Cr, Fe, Mn, Ni, Zn, Cu, V) и выявить закономерности их распределения в донных осадках Ладоги;
3) сравнить 2 метода (ICP-AES и рентгеноспектральный метод) измерения валовых концентраций элементов, для возможного упрощения системы наблюдений в дальнейшем;
4) исследовать формы нахождения тяжелых металлов, выявить наиболее подвижные элементы, которые требуют большей бдительности при регулярных исследованиях;
5) определить количество органического вещества в пробах, поскольку именно оно чаще всего является основным аккумулятором тяжелых металлов.

В октябре 2018 года в рамках совместной экспедиции с Институтом озероведения РАН нами был произведен отбор проб донных отложений по всей акватории Ладожского озера с помощью ковша Ван-Вина (для песчаных грунтов) и дночерпателя Эквана-Берджи (для илистых). Всего нами было отобрано 27 проб поверхностных донных осадков. Для определения валового содержания тяжелых металлов был использован метод атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой. Измерения проводились на приборе ICP-9000 на базе РОЦ Химия СПбГУ, а также в лаборатории гидрохимии ИНОЗ РАН на приборе EDX-800HS. Приготовление вытяжек легкодоступных (первые 2 фазы) и умеренно доступных

форм было проведено по методике, описанной в работе «Формы соединений тяжелых металлов в техногенно-загрязненных почвах» [2]: 1 фаза – сорбированные металлы (обменная сорбция с 1M MgCl2); 2 фаза – металлы связанные с карбонатными соединениями (1M CH3COONa + CH3COOH, pH=5); 3 фаза – металлы, связанные с органическим веществом (K4P2O7 пирофосфатная вытяжка, pH=11); 4 фаза – металлы, связанные с оксидами и гидроксидами Fe и Mn (0,04M NH2OH-HCl в 25% CH3COOH, pH=2). Далее было проведено их количественное определение методом ICP-AES. Определение содержания органических веществ в пробах осуществлялось согласно ГОСТу 23740-2016 [3].

Для оценки эколого-геохимического состояния донных осадков Ладоги тяжелыми металлами нами были рассчитаны коэффициенты концентрации ($K_c$) для исследуемых элементов относительно регионального фона каждого элемента для донных отложений озер Карелии [4]. По полученным данным были построены геохимические карты распределения тяжелых металлов в донных отложениях Ладоги. Далее был рассчитан суммарный показатель геохимического загрязнения. На его основе была построена интегральная геохимическая карта распределения тяжелых металлов в донных осадках Ладоги (рисунок).

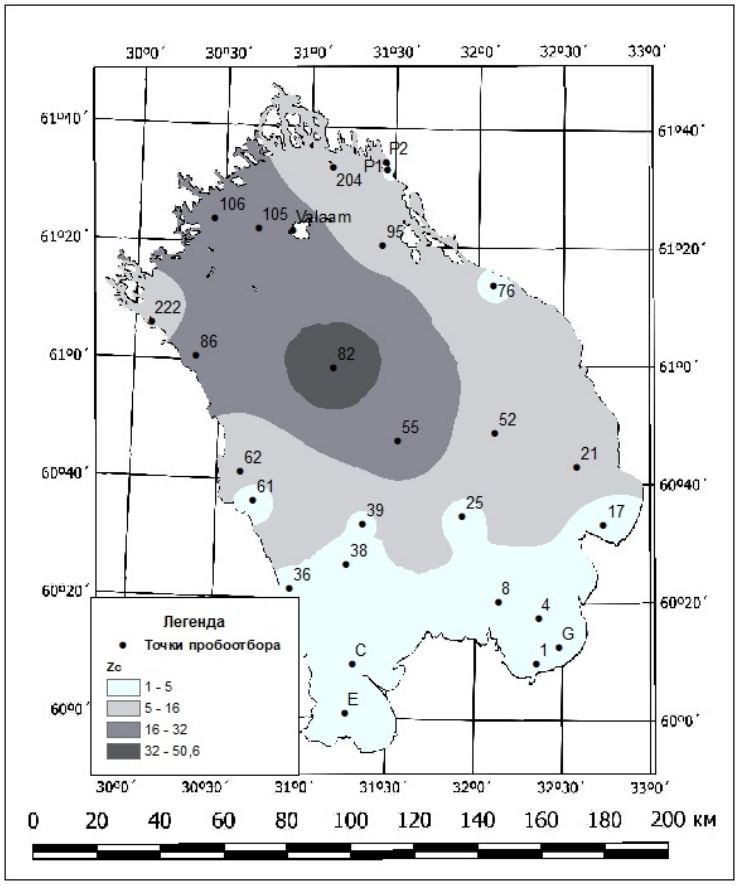



Рисунок. Интегральная геохимическая карта распределения тяжелых металлов в донных осадках Ладоги

**Результаты исследования**. В целом, для северной части озера характерны более высокие концентрации тяжелых металлов, чем для южной. Вероятно, это связано с тем, что северную часть дна котловины и водосборного бассейна подстилают породы Балтийского кристаллического щита, среди которых известны месторождения и рудопроявления различных металлов. Кроме того, на накопление тяжелых металлов в северной части акватории Ладоги влияют большая глубина озера, особенности гранулометрического состава осадков (на юге они песчанистые, на севере – глинистые), а также окислительно-восстановительный потенциал отложений. Однако помимо естественных факторов на состав донных осадков могут влиять и антропогенные, поскольку на севере расположено большое количество промышленных районов. В работе 2001 года по осадконакоплению в Ладожском озере [5] отмечено, что эвтрофированные зоны расположены преимущественно на севере озера, где антропогенная нагрузка наиболее высокая. Однако по нашим данным участком с наибольшими коэффициентами концентраций тяжелых металлов является центр озера, который ранее был отмечен как область с концентрациями тяжелых металлов, не превышающими региональный фон.

Для проверки возможности сопоставления данных, полученных в результате измерения валовых концентраций изучаемых элементов на приборах ICPE-9000 и EDX-800HS, нами были построены корреляционные поля и сопоставлены средние значения по парам выборок в программе Statistica 7. Коэффициенты корреляции для Fe – 0,87, для Mn – 0,87, для Zn – 0,83 (p-level<0,05 для каждого). Следовательно, систематические расхождения между данными методами для этих элементов со статистической точки зрения не существенны, поэтому они взаимозаменяемы и в равной степени могут быть использованы для дальнейших наблюдений за концентрациями данных элементов в донных осадках Ладожского озера. Для получения данных по остальным изучаемым металлам требуется увеличение количества проб, что будет осуществлено в дальнейших исследованиях.

По нашим данным большинство исследуемых элементов связаны органическим веществом, при чем наибольшие концентрации элементов в этой форме отмечены в центре озера, что говорит о возможном появлении новой зоны эвтрофирования. Подвижные формы были обнаружены для элементов Zn, Ni, Cr, Cu. Наиболее высокие концентрации подвижной формы по всем точкам отмечены у цинка.

По результатам исследования нами были сделаны следующие выводы:

1. Наибольший интерес вызывают центральная и северная части озера, в связи с максимальными значениями суммарного показателя геохимического загрязнения данных районов. Их в дальнейшем следует изучить более подробно.
2. По большей части валовые концентрации тяжелых металлов в донных осадках Ладожского озера превышают региональный фон [4]. В

северной части Ладоги концентрации тяжелых металлов выше, чем в южной. Наибольшие концентрации были отмечены в центральной части озера.

3. Концентрации Fe, Mn и Zn достоверно можно определять на обоих приборах (ICPE-9000 и EDX-800HS), сравнение полученных данных корректно.
4. Большинство исследуемых элементов связаны органическим веществом. Наиболее важными для изучения элементами в донных осадках Ладожского озера являются Zn, Ni, Cr и Cu.
5. Содержание органического вещества в пробах варьирует в пределах 0,24-20,25%. Максимальное значение относится к точке отбора проб в Питкярантском заливе, рядом с целлюлозным заводом. В дальнейшем мы собираемся изучить зависимость концентрации органофильных элементов и количества органики в пробе.

На данный момент наше исследование продолжается, мы планируем провести послойный анализ донных отложений (через 1 см) для прослеживания изменения соотношения форм нахождения тяжелых металлов во временном срезе. Для этого будут отобраны стратифицированные колонки в первую очередь со станций, расположенных в зонах с наибольшими значениями суммарного показателя геохимического загрязнения. Кроме того, мы планируем разработать рекомендации для регулярных наблюдений экологического состояния донных осадков Ладожского озера.

Литература:

[1] Петрова Е. А. – Закономерности распределения и формы нахождения тяжелых металлов в донных осадках Ладожского озера / СПб, 2005;

[2] Ладонин Д. В. – Формы соединений тяжелых металлов в техногенно-загрязненных почвах / Москва, 2016;

[3] ГОСТ 23740-2016 Грунты. Методы определения содержания органических веществ. МКС 93.020. 2017-07-01;

[4] Слуковский З. И. – Эколого-геохимический анализ состояния донных отложений малых рек урбанизированных территорий (на примере города Петрозаводска) / Петрозаводск, 2017;

[5] Усенков С. М., Свешников А. Г., Щербаков В. А., Природный и техногенный седиментогенез в Ладожском озере / Издательство СПбГУ, 1999.

## ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ АНАЛИЗА ГЕОХИМИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ ПЕРЕКРЕСТКОВ ТОМСКА

Бирулина А.Г., Чилингер Л.Н.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

## APPLICATION OF GIS-TECHNOLOGIES FOR THE ANALYSIS OF THE GEOCHEMICAL SITUATION OF TOMSK CROSSROADS

Birulina A.G., Chilinger L.N.
National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk

Современный город находится в постоянном движении. Происходит интенсивный процесс автомобилизации и застройки города, на дорогах города наблюдается снижение скоростей продвижения автомобилей. В результате люди вынуждены стоять в пробках, теряя минуты и даже часы.

В современном обществе трудно представить жизнь без применения геоинформационных систем (ГИС). С их помощью можно легко найти необходимый маршрут и альтернативные пути проезда, посмотреть загруженность дорог в реальном времени и отследить движение общественного транспорта. Все рассмотренные примеры доступны любому пользователю смартфона или персонального компьютера.

Кроме того, использование ГИС-технологий решает более трудоемкие задачи, позволяющие представлять и комплексно анализировать пространственно-распределенную информацию, отображая ее с помощью специальных цветов и знаков.

Одним из требований к представлению геохимической информации является представление ранжирования в «форме – норма – допустимо – нехарактерно – опасно». Использование данного метода позволяет наиболее объективно оценить и сделать выводы о состоянии окружающей среды. Например, для представления исходной и конечной геохимической информации используется: графическая, табличная, картографическая, а также классификация визуальных представлений нормы (фоновое значение, ПДК, ПДВ) и подбор метода интерполяции исходных данных.

Цель данной работы – проведение анализа современной улично-дорожной сети г. Томска и оценка геохимической ситуации на перекрестках города.

В ходе выполнения исследования рассмотрены основные факторы современной улично-дорожной сети г. Томска, которые затрудняют передвижение автотранспорта, вследствие чего происходит накопление загрязняющих веществ в окружающей среде.

Выбросы от автотранспорта характеризуются не только соединениями оксида углерода (CO), оксида азота (NOx), оксида серы (SO2), сероводорода, фенола, сажи, хлористого водорода, аммиака, формальдегида, метанола и бенз(а)пирена, но и присутствием разнообразного спектра химических элементов. Так, износ тормозных колодок является источником поступления таких элементов как Pb, Sb, Fe, Mn, Cu, Ti, Zn, истирание шин – Pb, Cd, Sb, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu и Zn [2-4], а износ подшипников может являться источником поступления Sn, Pb , Sb, Cu, Cd, Ni, As [5]. Выхлопные газы автобусов могут содержать P, Cr,Al,V, Ni, K, Sr, Cd, Cu, Fe, Zn, Na, Ba и Zr [1].

Осенью 2017 года на территории г. Томска был проведен отбор почвенного покрова на 11 крупных перекрестках города, где наблюдалось затруднённое передвижение автомобильного транспорта.

После предварительной пробоподготовки и инструментально нейтронно-активационного анализа (ИНАА) на базе исследовательского ядерного реактора «ИРТ-Т» НИ ТПУ (аналитики – А.Ф. Судыко, Л.В. Богутская) был выявлен следующий спектр химических элементов: Sm, Ce, Ca, Lu, U, Th, Cr, Yb, Au, Hf, Ba, Sr, Nd, As, Ag, Br, Cs, Tb, Sc, Rb, Fe, Zn, Ta, Co, Na, Eu, La, Sb, Hg.

Известно, что превышение содержания элемента в исходной пробе над фоновым значением называется коэффициентом концентрации (Кс). Используя фоновые значения почвенного покрова на фоновом участке заказник «Томский» по Е.Г. Язикову (2006) был вычислен коэффициент концентрации элементов, обнаруженных в исходных пробах [7]:

$$\mathbf{Кс=Ci/Ck}$$

$Ci$−содержание элемента в исходной пробе, мг/кг;

$C$k −содержание элемента на фоновой территории, мг/кг.

Наибольше превышение относительно фоновых значений имеют сурьма (Sb), бром (Br), мышьяк (As).

Геохимическое картирование определенных элементов проводилось при помощи программно-аппаратного комплекса ArcGis 10.5 и соответствующих приложений: ArcMap, ArcGatalog, ArcToolbox.

В качестве исходных данных была выбрана базовая карта OSM (Open Street Map), на основе которой проводился пространственный анализ дорожной структуры города с выделением основных факторов, формирующих транспортные заторы (рис.1).

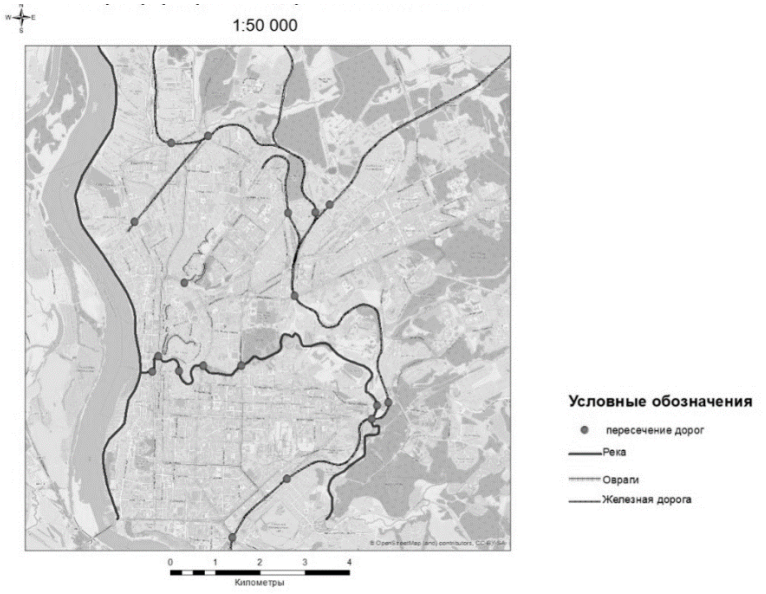



Рис. 1. Основные факторы, формирующие транспортную загруженность г. Томска

Пространственное распределение химического элемента - поверхность концентраций, построена по методу обратно взвешенных расстояний. Поверхность – трехмерный объект (3D), определяемый не только плановыми координатами x, y, но и аппликатой z, т.е. тройкой координат.

Метод обратно взвешенных расстояний (ОВР) вычисляет значения ячеек по среднему от суммы значений точек замеров, находящихся вблизи каждой ячейки. Чем ближе точка к центру оцениваемой ячейки, тем больший вес или влияние имеет ее значение в процессе вычисления среднего. Этот метод предполагает, что влияние значения измеренной переменной убывает по мере увеличения расстояния от точки замера.

Так, при сопоставлении результатов распределения сурьмы и загруженности дорог, концентрации сурьмы максимальны на участке с движением легкового и грузового автотранспорта и соответствуют району загруженности автотрассы «ул. Фрунзе – пр. Комсомольский» и «ул. Суворова – Иркутский тр-т» (рис. 2).

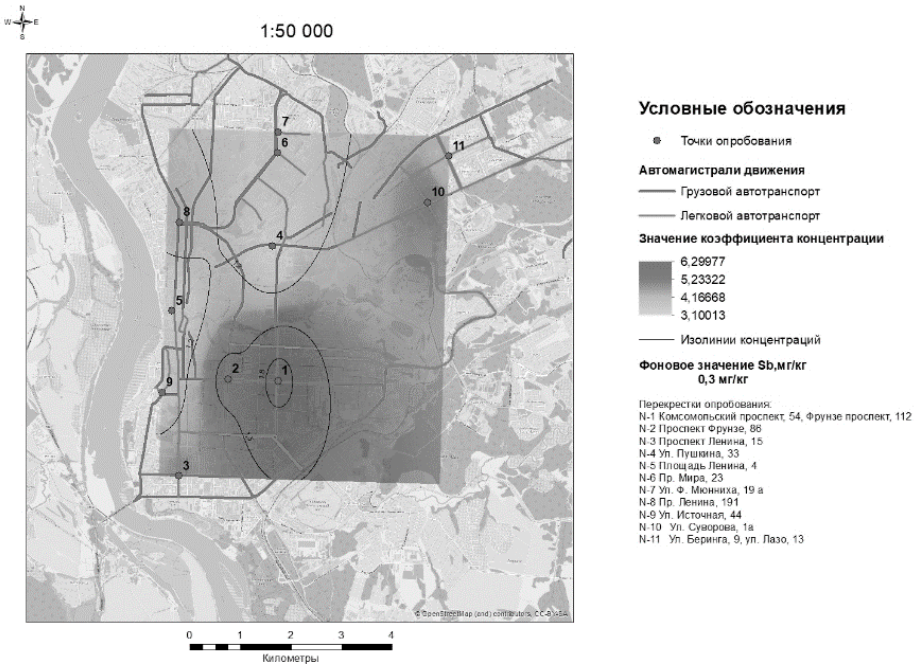



Рис. 2. Карта-схема распределения сурьмы на перекрестках г. Томска

Минимальные концентрации элемента наблюдаются на большей части территории исследования, однако, данные концентрации превышены относительно фона в три и четыре раза на изучаемых перекрёстках.

Можно предположить, что в районах загруженности автомобильных дорог источником эмиссии сурьмы в атмосферный воздух являются процессы движения и торможения автотранспорта. Основными источниками выброса данного элемента от автотранспорта является износ тормозных колодок, подшипников, сцепления, а также автомобильных шин, поскольку соединение сурьмы с серой $Sb_2S_5$ используют для производства резины [5].

Литература:
[1] Cicchella D., De Vivo B., Lima A., Albanese S., Fedele L. Morphological and chemical composition of particulate matter in buses exhaust // Toxicology Reports. — 2019. — № 6. — p. 19-29.
[2] Hulskotte, J. H. J., Roskam, G. D., & Denier van der Gon, H. A. C. (2014). Elemental composition of current automotive braking materials and derived air emission factors. Atmospheric Environment, 99, 436e445. Elsevier.
[3] Quiroz W. Antimony speciation in road dust and urban particulate matter in Valparaiso, [] Chile / W. Quiroz, M. Cortes, F. Astudillo // analytical and environmental considerations, Microchem. J., 2013, – V. 110. – Pp. 266 –272.
[4] Xingyun Hu, Mengchang He, Sisi Li. Antimony leaching release from brake pads: Effect of pH, temperature and organic acids // Journal of environmental science.
[5] Власов Д.В. Геохимия дорожной пыли (восточный округ Москвы) / Д.В. Власов, Н.С. [] Касимов, Н.Е. Кошелева // Вестник Московского университета, серия 5: География, 2015. – № 1. – С. 23 – 33.
[6] Гоголь Э.В. Воздействие передвижных источников на качество атмосферного воздуха городов / Э.В. Гоголь, О.С. Егорова, Р.Р. Шипилова, Ю.А. Тунакова // Вестник Казанского технологического университета, 2013. – Т. 16. – № 19. – С. 71– 74.
[7] Паршин А.В., Шестаков С.А., Чудненко К.В., Савельев Е.П. Критерии оценки геоэкологического состояния вод озера Байкал // Вода: химия и экология, - 2013. – N9. - с. 24-31.
[8] Язиков Е.Г., Таловская А.В., Жорняк Л.В. Оценка эколого-геохимического состояния территории г. Томска по данным изучения пылеаэрозолей и почв: монография. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. 264 с.

# БИОИНДИКАЦИЯ ДЕМУТАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА АНТРОПОГЕННО ПРЕОБРАЗОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ В ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЕ КРЫМА

Богачёва В.А., Кобечинская В. Г., Юнусова Р.З.
ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского»,
г. Симферополь

# BIOINDICATION OF DEMUTATION PROCESSES OF VEGETATION ON ANTHROPOGENICALLY TRANSFORMED TERRITORIES IN THE FOOTHILL ZONE OF THE CRIMEA

Bogacheva V.A., Kobechinskaya V.G., Yunusova R.Z.
V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea, Russian Federation

**Annotation:** There are active demutation processes of formation of indigenous forest vegetation in the areas of gardens removed from agricultural use in the foothills of the Crimea. The range of species and their biomorphological characteristics are clear markers of the intensity of these processes. They make it possible to predict the direction and activity of reforestation processes in this area reflecting also changes in ecotopic conditions of phytocenoses existence.

**Keywords:** biomorphological characteristics, demutation processes, postagrogenic vegetation, the foothill Crimea.

В литературе имеются разнообразные данные по динамике демутационных смен растительности преимущественно на карьерах и техногенных субстратах, старопахотных пашнях или послепожарных сукцессиях для разных регионов России. Исследования стадий демутационных процессов при лесовосстановительных процессах с учетом биоморфологического спектра видов и их возрастного состава, являющихся «пионерами» заселения заброшенных садов в предгорном Крыму, в литературе отсутствуют, поэтому эта работа представляет определенный научный интерес.

Объектом работ был заброшенный персиковый сад, площадью около 20 га, расположенный вблизи с. Холмовка Бахчисарайского района. Сбор полевого материала и его камеральная обработка проводились по стандартным геоботаническим и лесотаксационным методикам [1].

Для биоморфологической характеристики растений, формирующих коренную природную растительность при активных восстановительных сменах на данной территории, была использована линейная система жизненных форм В.Н. Голубева [2]. При этом учитывались такие параметры: ареалы видов, состав биоморф, структура надземных побегов, их способ возобновления и нарастания, структура подземных побегов и биоморфологические приспособления к вегетативному возобновлению, сезонный цикл развития видов, экоморфы по водному и световому режиму.

Были выделены 3 пробных участка: 1-й отделен проселочной дорогой от лесного массива, второй удален на 500 м от него и 3-й контрольный – это дубово-грабовый лес. На этой территории были выявлены следующие ассоциации: 1 участок – *ass. Carpinus orientalis – Swida australis + Cornus mas + Juniperus oxycedrus – Clematis alba – Coronilla varia (вязелево – ломоносово – можжевелово – кизилово – свидово – грабовая*); 2 участок – *ass. Carpinus orientalis – Cornus mas + Swida australis + Juniperus oxycedrus – Clematis alba – Daucus carota (морковно – ломоносово – можжевелово – свидово – кизилово – грабовая)*; 3 участок – *ass. Quercus petraea + Carpinus orientalis – Quercus pubescens + Cornus mas – Juniperus oxycedrus – Polygonatum multiflorum + Fragaria vesca (земляничниково – купеново – можжевелово – кизилово – грабово – дубовая)*.

Анализ распределения изученных видов по составу их ареалов, формирующих данную растительность, выявил следующее. Ведущими группами являются растения с широкой областью распространения: европейско-средиземноморского и европейско-средиземноморско-переднеазиатского ареала на всех трех участках, занимая в среднем по 14-15%. Далее в убывающем порядке идут виды с палеарктическим и западно-палеарктическим – 12,3-12,8% ареалами. Остальные 10 групп ареалографического спектра занимают по 2-3% от общего их числа. Это преимущественно виды: средне-земноморского, евро-азиатского степного, крымско-кавказского, понтического и др. Следует отметить, что растения европейско-восточно-средиземноморского ареала выявлены только на 2

участке, южно-палеарктического только на третьем. Виды переднеазиатского и евро-азиатского степного, европейского, крымского эндемичного ареала и адвентивные растения встречаются исключительно на 1 и 2 участках, что обусловлено активным заселением этих представителей из лесного коренного массива, прилегающего к учетным площадям.

Ведущую роль в составе растительности на участке № 1 занимают деревья и кустарники. Возобновление идет под защитой одиночных деревьев и кустарников, появившихся первыми, поэтому после смыкания древесного яруса производное сообщество будет крайне разновозрастным. Чаще всего при демутационной сукцессии происходит полная замена доминантов одной стадии на другую во всех ярусах, но чаще всего наследуется древостой. При вторичных сукцессиях в основном проявляется модель благоприятствования: наличие свободных экологических ниш, причем четко выражены три основные стадии развития: травяная, преобладания мелколиственных пород деревьев и главенство коренных видов. Следовательно, здесь формируется переходное сообщество из коренной лесной растительности и травянистых комплексов полян с обилием рудеральных видов. Ведущей группировкой являются кустарники, давая в сумме - 69,9 %, древесный ярус на данной стадии выполняет подчиненную роль - 30,1 %. На участке № 2 пионерами заселения территории являются также кустарники, причем их роль более значима (94,8 %), единично встречаются представители древесной растительности: дуб скальный и граб восточный, но их возраст не превышает 10 лет (5,2 %). Сильная инсоляция, открытость для ветровых потоков, более выровненная территория (крутизна склона 3–50), больший почвенный профиль за счет смыва почвенного покрова у основания горы создали абиотические условия, благоприятные для формирования поляно-куртинных комплексов, а не лесного сообщества. Возможно, этот ценоз останется на этой переходной стадии десятки лет, особенно если здесь начнется выпас домашних животных и сенокошение, т.к. эта территория находится вблизи села. Тогда развитие этого сообщества пойдет по шибляковому типу, малопродуктивный и низкобонитетный фитоценоз, но он будет выполнять свои почвозащитные функции, противодействуя ветровой и водной эрозии.

Преобладающее значение по структуре корневой системы растений в составе изучаемой растительности имеют стержнекорневые виды. Причем на участках, находящихся на разных стадиях демутации, их число наиболее велико – 70,8–73,1%, в коренном лесном фитоценозе существенно меньше – 60%. Следует отметить, что по глубине проникновения главенствуют виды с глубокой корневой системой 43,3 – 54,2%, что, видимо, обусловлено тем, что участки располагаются на склоне и для противодействия смыву почвы, здесь развиты виды именно с данной корневой системой.

Для состава изученных растительных сообществ по структуре подземных органов, следует отметить, что наиболее обильные виды длинно-

корневищные – 37,2 %, плотнокустовые, надземно-столонные и ползучие растения, которые в среднем занимают по 15,5%, далее идут среднекорневые – 11,4% и растения с корневыми клубнями – 4,7%.

По структуре наземных побегов больше всего полурозеточных растений на пробной площади № 1 – 48,8 % и № 2 – 54,2 %. Также высокие показатели дают безрозеточные растения: участок № 1 – 46,3 %, участок № 2 – 41,7 %. Во флоре природного фитоценоза соотношение растений полурозеточных и безрозеточных по структуре надземных побегов одинаково – 46,7 %, розеточные виды не значимы.

В составе пробной площади № 1 главенствующую роль играют летнецветущие виды – 51,1 %, ранне-летние – 31,7 %, и весенне-летние – 24,4 % .Остальные группы от общего числа видов не существенны. На пробной площади № 2 соотношение фенотипов цветения сходно. Число летнецветущих видов выше - 54,2 %. Группы весенне-цветущих составляет – 12,5 %, весенне-летних – 29,1 %. В составе природного фитоценоза летние фенотипы также представлены в большом количестве – 46,6 %, на весенне-летние приходится – 30 %, на весенние – 20 %. В целом, флора заброшенного сада состоит преимущественно из летних фенотипов – 50,6 %, весенне-летних – 27,8% и весенних – 18,2 %.

Представляет интерес распределение экоморф по водному и световому режиму. Главенствующую роль в природном фитоценозе занимают ксеромезофиты – 50%, на участке № 1 они составляют 44 %, а на 2-ом – 41,7 %. Мезофиты и мезоксерофиты встречаются в одинаковом количестве на пробной площади № 2 (по 25 %) и контрольной площади № 3 (по 23,3 %). На участке № 1 мезофиты занимают 26,8%, а мезоксерофиты – 22 %. Наименее значимы эуксерофиты – по всем пробным площадям занимают в целом около 4,8 %, гигрофиты единичны.

Гелиосцеофиты в природном фитоценозе составляют 13,3 %, а на территории, где идет демутационная смена растительности (участок № 1 и № 2) – 14,6 % и 10,4 %.

Распашка в прошлом лесного массива и использование его под сад при резком изменении экотопических условий существования видов, привела к тому, что вторичные демутации растягиваются на многие десятилетия. Одна и та же порода может входить в состав нескольких ассоциаций, имея при этом различный возраст. Смены могут начинаться разными инициальными вариантами, тесно связанными с более мелкими различиями субстрата. Анализ состава видов, которые здесь развиты, их компонентные соотношения свидетельствуют об значительных отличиях в спектре растений между первым и вторым участках. Таким образом, приведенные выше схемы демутационных процессов, образуя сукцессионные комплексы, представляют лишь обзор возможных способов преобразования местообитаний в ходе экогенеза.

Литература:
[1] Браун, Д. Методы исследований и учета растительности / Д. Браун. – Москва: иностранная литература, 1957. – 316 с.
[2] Голубев, В. Н. Биологическая флора Крыма / В. Н. Голубев. – Ялта: Государственный Никитский ботанический сад, 1996. – 126 с.

# ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ МЕСТОНАХОЖДЕНИЙ ИСКОПАЕМОЙ ФАУНЫ ТРИЛОБИТОВ И ЦЕФАЛОПОД ИЗ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Бродский А.В., Киселев Г.Н.
СПбГУ, Санкт-Петербург)

# PROBLEMS WITH PRESERVATION OF GEOLOGICAL HERITAGE OBJECTS CONTAINING REACH TRILOBITE AND CEPHALOPOD FAUNA IN LENINGRAD REGION

Brodskii Anton V., Kiselev Gennady N.
SPSU, Saint-Petersburg

**Annotation.** An opportunity of the applied usage for the paleontological objects coming from Geological Heritage of Leningrad region containing reach trilobite and cephaplopods fauna is discussed

Окаменелости (ископаемые, фоссилии), являются составными элементами биот былых биосфер, маркерами для установления важнейших рубежей перестройки палеоэкосистем. Эволюционные преобразования различных систематических групп древних организмов служат основой для обоснования международного биохронологического стандарта- шкалы геологического времени, что отражает прикладное применение палеонтологического метода в геологии. В соответствии с положениями Стратиграфического Кодекса России важнейшее значение приобретают вопросы сохранности стратотипических местонахождений и разрезов. Вопросы сохранения геологических памятников различных типов отражены в Законе об особоохраняемых природных территорий. В Ленинградской области под юрисдикцию данного закона и других законодательных актов относятся каньон реки Лавы, окрестности Лопухинского родонового озера, Дудергофские высоты, каньон рек Тосно и Саблинки, долина реки Плюссы, Мишина гора и обрывы реки Поповки [1]. В ряде случаях эти местонахождения изучены в карьерах, разработка которых продолжается, а при рекреационных работах отработанные участки часто теряют научное значение.

Значительную угрозу геологическому наследию создают незаконные сборы ископаемой фауны трилобитов (Asaphus kowalewskii., Illaenus tauricornis, Hoplolichas furcifer, Paraceraurus macrophthalmus.), цефалопод

(Cameroceras s.l., Paracyclendoceras s.l.) из указанных местонахождений, которые осуществляются «охотниками за фоссилиями» с целью их коммерческого использования [2, 3]

Первые примеры прикладного использования окаменелостей известны из находок на многих стоянках древних людей, где из окаменелостей изготавливались скребки, проколки, наконечники стрел, подвески, ожерелья, обереги и амулеты.

Для более поздних времен имеются сведения об использовании окаменелостей в качестве сувенирного товара. Убедительные данные о подобном использовании фоссилий имеются из средних веков. Так раковины свернутых наутилоидей Discoceras s.l.принимались за «каменные змеи», а раковины двустворчатых моллюсков с изогнутыми макушками назывались «когтями дьявола» и реализовывались жителям окрестных поселений как обереги от порчи и болезней. Значительно расширилось увлечение окаменелостями как необычными сувенирами в наши дни. Во многих городах западной Европы и Скандинавии регулярно организуются ярмарки-продажи окаменелостей и минералов. Подробная информация имеется на сайтах многочисленных специализированных фирм. Объекты природного наследия попадая на рынок становятся товаром для малого предпринимательства, использующего геологические и палеонтологические предметы в качестве рыночного товара. Статус окаменелостей в России в условиях становления рынка в последние три десятилетия изменился от неконтролируемых сборов палеонтологических коллекций и хищений из музеев с целью продажи в 1985-1992 гг. до регламентации этих вопросов законодательными актами (1992, 1993, 2001 гг.), когда появились основные правовые документы, регулирующие вопросы недропользования природными объектами с целью сбора окаменелостей, минералов и блоков органогенных геологических пород. Данными законодательными актами была определена система лицензирования, финансовые и организационные условия подобной деятельности.

Палеонтологические ресурсы являются составной частью разрабатываемых недр и в случае частного предпринимательства становятся частной собственностью (Ст.8,п.2; ст.9 п.2.. Конституции Российской Федерации) и в этом случае могут служить основой бизнеса на внутреннем и зарубежном рынках.

В случае вывоза любых естественнонаучных предметов за пределы России они в соответствии с законодательством могут иметь статус культурных ценностей или предметов научного и культурного назначения. Законодателем определены органы государственного регулирования и контроля за вывозом и ввозом подобных предметов, установлен порядок проведения государственной экспертизы. Определена ответственность владельцев культурных ценностей, обозначены права и обязанности экспертов Министерства культуры РФ и Минприроды РФ при подготовке и проведении экспертизы [4]. Имеется Постановление Правительства РФ (от 27

апреля 2001 г. N 322), которое регламентирует порядок проведения экспертизы естественнонаучных предметов, заявленных к вывозу из России. Устанавливается обязательное страхование временно вывозимых палеонтологических и геологических предметов и определяется ответственность заявителей за своевременный их возврат. Имеются существенные отличия в обязательствах физических (частных) лиц, осуществляющих временный вывоз палеонтологических и геологических предметов от ответственности юридических лиц. При этом дополнительная ответственность за достоверный возврат культурных ценностей устанавливается для государственных учреждений (музеи, учебные заведения, учрежде6ния РАН РФ).

Предусмотрено дальнейшее повышение роли государственных геологических структур и палеонтологических объединений при регулировании вопросов сбора, хранения, обеспечения доступа и участия в решении вопросов вывоза палеонтологических и других естественнонаучных материалов. Особый режим установлен для сборов коллекций на геологических памятниках природы, определены их типы и особенности недропользования в связи с необходимостью сохранения и охраны местонахождений фоссилий, эталонных разрезов и уникальных геологических объектов. В этих целях в РФ разработана законодательная база в виде ряда законов. Наиболее важными для сохранения окаменелосте являются Закон РФ «Об особо охраняемых природных территориях», Закон РФ «О недрах» и ряд постановлений Правительства [4[. В соответствии с указанными документами в Ленинградской области установлены региональные и муниципальные памятники природы. Среди них наиболее насыщенными трилобитами и цефалоподами являются отложения ордовика на берегах рек Волхова, Тосны, Лавы . В Юго-западной части области региональным памятником установлены Дудургофские высоты. Значительные концентрации окаменелостей имеются в окрестностях поселков Вильповцы, Копорье.

Процедура контроля за сбором и дальнейшим коммерческим использованием окаменелостей и других естественнонаучных предметов нуждается в дальнейшей конкретизации правовых документов и усилении контроля за материалом, вывозимым из страны. Необходимо принятие региональных и местных законодательных актов по защите Геологических памятников природы, в том числе и местонахождений окаменелостей от разграбления. Достаточно детально эти вопросы отражены и в Конвенции об охране Всемирного культурного и природного наследия (1972 г). Указанные аспекты использования естественнонаучных предметов в процессе недропользования включаются в тематические лекции при проведении музейных экскурсий и отражаются в коллоквиумах и итоговом зачете для обучающихся по направлению геология и геммология в Санкт-Петербургском государственном университете.

Литература:

[1] Карпунин А.М. Геологические памятники природы России: Природное наследие России / А.М.Карпунин, С.В.Мамонов, О.А.Мироненко, А.Р. Соколов / Под ред. Орлова В.П. – СПб.: Изд-во «ЛОРИЕН», 1998. –356 с.
[2] Киселев Г.Н. Естественнонаучные предметы и коллекции как культурные ценности. Специфика государственной экспертизы в случае их вывоза/ввоза из России. Курс по выбору для студентов 2-го курса кафедры музейного дела и охраны памятников СПбГУ. Геология, геоэкология, эволюционная география: Коллективная монография / Под ред. Е.М. Нестерова. – СПб.: Изд-во «Эпиграф», 2008.С 314-115.
[3] Киселев Г. Н., Бродский А. К., Попов А. В., Янин Б. Т., Снигиревский С. М. Общая палеоэкология с основами экологии. Учебное пособие- СПб: Изд – во Санкт-Петербургского университета, изд.3-е, доп, 2005. 148 с.
[4] Красная книга природы Санкт-Петербурга./Отв. ред. Г. А. Носков – СПб.: Изд-во АНО НПО «Профессионал», 2004. – 416 с.

# ПРОБЛЕМЫ ПРИ ОГРАНИЧЕНИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬ НА ТЕРРИТОРИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГАЗОПРОВОДОВ

Брыксин М.Р., Кончакова Н.В.
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

# PROBLEMS IN RESTRICTION OF LAND USE ON TERRITORIES OF GAS PIPELINE OPERATION

Bryxin M.R, Konchakova N.V.
National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia

**Annotation.** Currently, a lot of activities on the establishment of protective zones in the gas pipeline. The analysis of existing problems in the establishment of protective zones. A possible solution is to elaborate the regulation for the establishment of security zones. Each engineering structure have to own regulathion documents and own characteristics for the establishment of protective zones.

**Keywords:** gas pipeline, protective zone, linear object, engineering communication.

В настоящее время наиболее остро проявляются экологические проблемы природопользования и недропользования при эксплуатации нефте- и газопроводов. В нашей стране активно ведется строительство магистрального газопровода «Сила Сибири» – крупнейшей системы транспортировки газа в восточной части Российской Федерации. Оценочная экспортная производительность системы составляет 38 млрд. кубометров в год, рабочее давление магистрального трубопровода – 9,8 Мпа, а общая протяженность всего объекта – около 3000 км [4]. Трассу газопровода планируется проложить через территории трех субъектов Российской Федерации: Иркутскую область, Республику Саха (Якутию) и Амурскую область (рисунок).




Рисунок. Схема проекта трассы газопровода «Сила Сибири»

Трасса газопровода пройдет в различных экстремальных природно-климатических условиях, через заболоченные, лесные, горные и сейсмоактивные районы с вечномерзлыми и скальными грунтами. Эти территории демографически неоднородны, это могут быть как малообитаемые и малоосвоенные территории, так и территории населенных пунктов, поэтому очень важно произвести строительство объекта с последующей его эксплуатацией с минимальными экологическими последствиями. С другой стороны, для обеспечения безопасных условий эксплуатации и исключения аварийных ситуаций для территорий прокладки газопроводов целесообразно и необходимо устанавливать охранные зоны. Охранные зоны, устанавливаемые на тех или иных территориях, подразумевают особые условия использования земель, накладывая на них ограничения и запреты.

Правовой режим охранных зон магистральных газопроводов устанавливается Постановлением Правительства РФ от 08.09.2017 N 1083 "Об утверждении Правил охраны магистральных газопроводов». Охранные зоны магистрального газопровода устанавливаются:

1) вдоль линейной части магистрального газопровода;
2) вдоль подводных переходов через водные преграды;
3) вокруг сооружений газопровода (компрессорных станций, газоизмерительных станций, газораспределительных станций, узлов и пунктов редуцирования газа и др.) [2].

Совместно с охранной зоной газопровода следует устанавливать зоны минимальных расстояний от газопровода до зданий, строений и сооружений, не относящимся к объектам и сооружениям газопровода. Правовой статус данных зон регулируется СП 4.13130.2013 «Системы противопо-

жарной защиты ограничение распространения пожара на объектах защиты требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям» [3]. Установление данных зон целесообразно для организации противопожарной защиты магистрального газопровода и предупреждения непредвиденных аварий и происшествий, которые могут повлечь за собой причинение ущерба зданиям, строениям и сооружениям, не относящимся к системе газопровода и как следствию человеку.

Кроме того, существует множество других инженерных сооружений, которые проектируются вместе с магистральным газопроводом: линии электропередач, авто- и железные дороги и др. Для каждого инженерного сооружения имеются различные нормативные документы и индивидуальные особенности для установления охранных зон.

Основные проблемы установления охранных зон линейно-протяженных объектов состоят в том, что требуется подготовка большого количества документов и выполнение большого количества работ, связанных с установлением данных зон. Прокладка трассы магистрального газопровода «Сила Сибири» запланирована через огромное количество земельных участков, находящихся в государственной или частной собственности. Следовательно, установление охранных зон потребует индивидуальных подходов к процедуре отвода земель под строительство линейных объектов, установления охранных зон и их согласование с правообладателями земельных участков, попадающих в эти охранные зоны. Все это влечет за собой определенные сложности в организации установления охранных зон линейно-протяженного объекта (согласование охранных зон с правообладателями земельных участков и наложения ограниченного их использования). Эти проблемы вызывают нежелание со стороны газодобывающих и транспортирующих компаний устанавливать в соответствии с законодательством охранные зоны для линейно-протяженных объектов.

На наш взгляд, для устранения данной проблемы следует упростить процедуру установления охранных зон. Так, для земель государственных и муниципальных образований необходимо уменьшить количество требуемых документов и сроки согласования при установлении охранных зон. Для земель, собственником которых выступает частное лицо – ввести возможность выкупа его земельного участка или части участка государством или лицом, заинтересованным введением ограниченного режима использования земель, либо смещение границ его земельного участка (по согласованию с правообладателем земельного участка) для тех территорий, где это возможно.

Таким образом, установление охранных зон – важная составляющая в проектировании любой инженерной коммуникации. Своевременное установление и регистрация этих зон предполагает защиту и охрану, как самих инженерных коммуникаций, так и флоры, фауны, человека и среды их обитания. Решение таких проблем позволит в будущем сократить экологи-

ческие проблемы природо- и недропользования. В результате четко продуманных и отлаженных мероприятий можно получить качественную, безопасную и комфортную среду обитания.

Литература:
1. Земельный кодекс РФ от 25.10.2001 № 136-ФЗ.
2. Постановление Правительства РФ от 08.09.2017 N 1083 "Об утверждении Правил охраны магистральных газопроводов».
3. СП 4.13130.2013 «Системы противопожарной защиты ограничение распространения пожара на объектах защиты требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям».
4. Электронный ресурс ПАО «Газпром» про газопровод «Сила Сибири» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: /http://www.gazprom.ru/projects/power-of-siberia/
5. Электронный ресурс ООО «Газпром трансгаз Томск» про газопровод «Сила Сибири» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: / http://tomsk-tr.gazprom.ru/about/sila-sibiri/

# ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГРУНТОВЫХ ВОД СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННОЙ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

Булахова К. Я., Судариков С. М.
Санкт-Петербургский Горный университет

# ECOLOGICAL-GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF GROUNDWATER THE NORTHERN PART OF THE CRIMEAN PENINSULA IN CONDITIONS OF HIGH ANTHROPOGENIC LOAD

Bulakhova K. Ya., Sudarikov S.M.
Saint-Petersburg Mining University

**Abstract.** The main sources of negative impact on the geological environment and groundwater of the Northern part of the Crimean Peninsula are studied. The results of hydrogeochemical monitoring of groundwater of quaternary sediments of the North-Sivash artesian basin are analyzed. The data of regime observations on 4 observation wells obtained in the period from 2013 to 2016 were used. Map halos of groundwater pollution was created.

**Keywords:** groundwater pollution, negative impact, hydrogeochemical monitoring, Crimean Peninsula

В северной части Крымского полуострова сформировалась сложная экологическая ситуация. Результаты мониторинговых наблюдений за качеством атмосферного воздуха, водных и земельных ресурсов свидетельствуют об ухудшения состояния окружающей среды [2].

Территория северной части полуострова характеризуется высокой техногенной нагрузкой: здесь проходят трассы автомобильной и железной дорог, расположены крупные предприятия по добыче и переработке по-

лезных ископаемых, такие как Перекопский Бромный Завод (АО «Бром»), ПАО «Крымский Содовый Завод» и ООО «Титановые Инвестиции. Развито орошаемое земледелие, в том числе рисоводство со специфическим комплексом агротехнических мероприятий.

В результате деятельности этих предприятий в окружающую среду с отходами (газами, сточными водами, твердыми) поступают различные загрязняющие вещества: пыль, фосфогипс, сернистый ангидрид, углекислый газ, фтор, силикаты, металлы и др. В той или иной мере следы загрязнения этими веществами несут почвы, подземные и поверхностные воды, атмосферный воздух, растительный мир.

В настоящее время наблюдается ухудшение качества подземных вод четвертичных отложений. Данный комплекс не используется для хозяйственно-питьевого водоснабжения, однако в некоторых местах отмечается его связь с основным эксплуатационным горизонтом сармат-мэотис-понтических отложений. Таким образом, целью исследования является анализ современных гидрогеохимических условий четвертичного водоносного комплекса и построение карт ореолов загрязнения по основным загрязняющим веществам.

В качестве объекта исследования рассмотрен участок в пределах Перекопского перешейка. В гидрогеологическом отношении данная территория приурочена к Северо-Сивашскому артезианскому бассейну второго порядка, который входит в Причерноморский артезианский бассейн первого порядка.

Водоносный комплекс четвертичных отложений приурочен в основном к эолово-делювиальным и лиманным отложениям. За исключением прибрежной зоны оз. Сиваш и Каркинитского залива, где узкой полосой прослеживаются современные морские и лиманные отложения. Водовмещающие породы представлены бурыми, красновато-бурыми суглинками, лёссовидными суглинками и лёссами, большей частью загипсованными, с тонкими прослоями песка (до 10 см мощностью), илами; мощностью от 0,6 до 15 м [1]. По минералогическому составу суглинки представлены каолинитом, кварцем и монтмориллонитом. Водообильность отложений невысокая. Удельные дебиты скважин составляют 0,0009-0,42 л/сек, значения водопроводимости горизонта в среднем составляют 1-10 $м^2$/сут.

Питание грунтового горизонта происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков, оросительных и дренажных вод, путем перетока из нижележащего водоносного горизонта на участках, где пьезометрические уровни устанавливаются выше уровней грунтовых вод, а также за счет фильтрации поверхностных вод из Сиваша и озер в период «нагонных» ветров.

Разгрузка грунтового горизонта происходит в Сиваш, кислотонакопитель и его отмели, путем оттока в горизонтальный дренаж, перетоком в нижележащий водоносный горизонт, испарением на участках высокого

стояния уровней грунтовых вод. Поскольку водоносный горизонт грунтовый и характеризуется как незащищенный от проникновения загрязняющих веществ с поверхности (глубина залегания уровня на большей части площади менее 5 м, породы зоны аэрации представлены преимущественно суглинками), его воды испытывают максимальный пресс техногенной нагрузки в условиях интенсивного промышленного и сельскохозяйственного производства.

Для анализа гидрогеохимического режима водоносного комплекса четвертичных отложений использованы данные режимных наблюдений по 4 наблюдательным скважинам, полученные в период с 2013 по 2016 гг, включающие результаты замеров дебита скважин и химического анализа подземных вод. По имеющимся данным были построены графики зависимости минерализации, жесткости, концентрации хлорид-иона и сульфат-иона от времени эксплуатации для каждой скважины.

По результатам исследования мониторинговых наблюдений, в настоящее время наблюдается ухудшение качества подземных вод четвертичных отложений. Изменение химического состава вод от сульфатно-хлоридного магниево-натриевого к хлоридно-сульфатному натриевому типу сопровождается увеличением концентрации сульфат-иона, что приводит к повышению минерализации, и, как следствие, засолению почв и изменению экосистемы. Значение величины сухого остатка увеличилось до 5-9 ПДК. В подземных водах отмечаются повышенные концентрации по таким показателям: хлориды ($Cl^-$) 1,8-9,4 ПДК; сульфаты ($SO_4^{2-}$) 2,8-9 ПДК; сумма катионов натрия ($Na^+$) и калия ($К^+$) 7 ПДК, общая жесткость 3-8 ПДК [3].

Одной из причин формирования сульфатных вод в четвертичных отложениях является техногенное воздействие, связанное с близким расположением кислотонакопителя. Кислотонакопитель представляет собой участок Западного Сиваша, отсеченный от остальной части озера глухой земляной дамбой длиной семь километров, соединяющей полуострова Ад и Литовский, без гидроизоляции. Основными отходами, размещающимися в кислотонакопителе являются серные стоки производства диоксида титана и железнооксидных пигментов в смеси и коммунальные канализационные стоки г. Армянска, а также грунтовые и дренажные воды с прилегающих мелиорированных сельскохозяйственных массивов. Таким образом, жидкость, заполняющая кислотонакопитель, представляет собой продукт взаимодействия вод оз. Сиваш (природный водоем), грунтовых и дренажных вод, атмосферных осадков, береговых и донных грунтов с промышленными и хозбытовыми стоками предприятий и г. Армянска.

На карте-схеме показаны изолинии концентраций сульфат-иона (рисунок). Максимальные концентрации сульфат-иона наблюдаются в скважинах, расположенных вблизи кислотонакопителя. По мере удаления,

концентрация уменьшается практически в два раза. Желтым цветом показаны изолинии концентраций сульфат-иона в 2005 году, зеленым-в 2015.

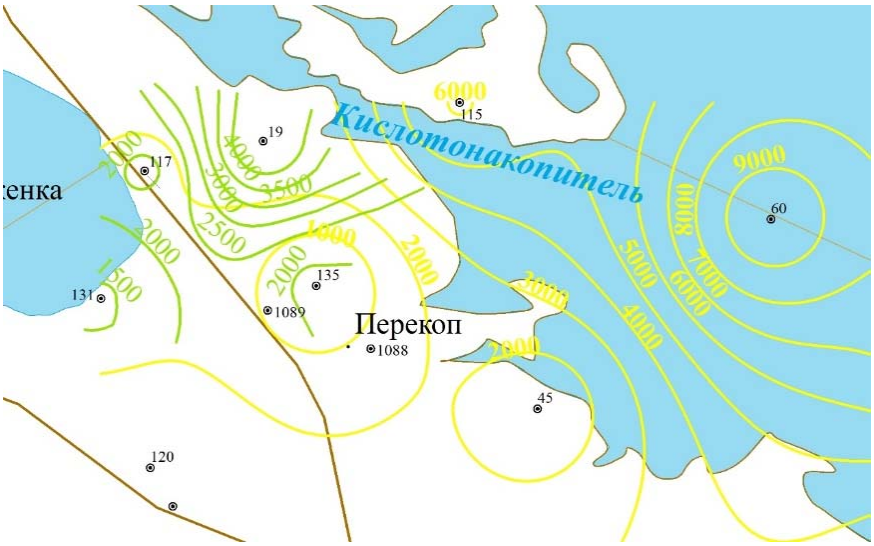



Рисунок. Карта-схема изолиний концентраций сульфат-иона.

Гидрохимический состав поверхностных вод кислотонакопителя в значительной мере зависит от объема и состава поступающих стоков, а также интенсивности испарения с его поверхности. В кислых стоках весьма высокие содержания фиксируются по титану 7250 ПДК и сульфатам 44,8 ПДК, повышенные концентрации отмечаются для кадмия 8 ПДК, лития 4 ПДК, меди 3,03 ПДК.

Загрязнение подземных вод обусловлено незащищённостью подземных вод от поверхностного загрязнения, а также от химического состава атмосферных вод. Техногенное загрязнение фиксируется по превышению содержания в воде следующих макро- и микрокомпонентов: фтор ($F^-$) 0,5-2 ПДК; стронций (Sr) 0,5-2,5; литий ($Li^+$) 1,3-4,5 ПДК; марганец ($Mn^-$) 0,3 до 2 ПДК. Местами отмечается превышение по общему железу более 10 ПДК. Также отмечается присутствие следующих микрокомпонентов: свинец ($Pb^{2+}$), кадмий ($Cd^{2+}$), никель ($Ni^{2+}$), медь (Cu), кобальт ($Co^{2+}$), хром (Cr), цинк ($Zn^{2+}$) и титан ($Ti^{2+}$).

Ореолы загрязнения грунтовых вод захватывают практически всю северную часть Перекопского перешейка образованы стронцием, литием и железом. По таким элементам как фтор, марганец и хром загрязнение носит локальный характер. Для остальных элементов содержания выше ПДК обнаруживается по отдельным пробам в единичных скважинах.

Литература:

1. Гидрогеология СССР. Том VIII. Крым / ред. Е.В. Рипский, Е.А. Ришес, В.Г. Ткачук, Н.И. Толстихин. – М, Недра, 1971. – 364 с.

2. Доклад о состоянии и охране окружающей среды на территории Республики Крым в 2016 году / Под редакцией В.Н. Васильева; Симферополь, 2016. – 315 с.
3. СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем водоснабжения. Контроль качества.- Введен 2001-09-01. М, 2001. – 62 с.
4. Подземные воды СССР : Обзор подземных вод Крымской области / М-во геологии СССР. Всесоюз. геол. фонд. Трест "Киевгеология". Т. 2: , Буровые на воду скважины. Кн. 5, Красноперекопский район / Сост. Е.А. Ришес, Н.В. Полякова, А.П. Пяткина [и др.]. - 1969. - 285 с
5. Подземные воды СССР : Обзор подземных вод Крымской области / М-во геологии СССР. Всесоюз. геол. фонд. Трест "Киевгеология". Т. 3: , Результаты химических и бактериологических анализов / Сост. Е.А. Ришес, Н.В. Полякова, А.П. Пяткина [и др.]. - 1969. - 285 с

# ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ РЕЧНОЙ ДОЛИНЫ РЕКИ РЫКУША

Бухвалова А.Д.[1], Лукичева А.И.[2], Трындина Т.С.[2],
Маркелова Н.Л.[1]
[1]Ярославский государственный технический университет, г. Ярославль
[2]Центр дополнительного образования «Созвездие», г. Тутаев

# A STUDY OF GEOMORPHOLOGICAL FEATURES OF THE RIVER VALLEY OF THE RIVER RYKUSHA

Buhvalova A. D.[1], Lukicheva A. I. [2], Tryndina T. S. [2], Markelova N. L. [1]
[1]Yaroslavl State Technical University, Yaroslavl
[2]Center of additional education "Sozvezdie", Tutaev

**Abstract.** the results of the study the main geomorphological features of the river valley of the river Rykusha, Tutaev district, Yaroslavl region. The research was conducted for the first time.

**Key words:** Rykusha river valley, sampling, soil mechanical composition.

Рыкуша – правый приток реки Волги. Свое начало она берет из Осташевских болот и течет на северо-восток. Изучение основных геоморфологический особенностей речной долины было проведено на базе ЦДО «Созвездие» г. Тутаев Ярославской области. Кроме авторов статьи в научную группу входили Власов А.А. – геолог, краевед г. Ярославля, Ухов И.С. – геолог-аналитик ЯГПУ им. К.Д. Ушинского г. Ярославль.

При проведении геоморфологических исследований применялся метод наземных визуальных наблюдений [1], основная работа проводилась в определенных точках речной долины реки Рыкуша.

Протяжённость участка исследований в нижнем течении составила 1,393км. Установлено, что устье Рыкуши воронкообразное шириной 20 м, глубиной - 2,5 м. Базис эрозии реки Рыкуша находится в месте впадения в реку Волгу.

Частью древней долины является старица - бывшее русло реки. Склоны долины по изученным обнажениям сформированы отложениями московской морены, которые представлены легким суглинком красновато–коричневого цвета, с гравием и галькой до 20% и валунами; сверху его перекрывает покровный суглинок: лёгкий, пылеватый, светло–коричневый, без включений. Мощность покровного суглинка до 1,5 м, морены до 60 метров. Участки второй надпойменной террасы по всей долине реки выполнены аллювиальными темно–серыми песками с прослойками гравия, супесей и иловатыми частицами. Все первые надпойменные террасы выполнены светло-коричневыми мелкими и пылеватыми песками с прослойками коричневых супесей и мелкого гравия. Пойменные участки состоят из светло–коричневого мелкого песка и гравия. В русловой части реки наблюдали переотложенные аккумулятивные пески светло–коричневого цвета, коричневые суглинки, на участках с перекатами наблюдали скопления валунов, представленных серыми и розовыми крупнозернистыми гранитами, диоритами и кварцитами.

Возраст долины реки Рыкуша равен возрасту долины реки Волга. Ширина долины составила 624 метра по поперечному сечению. Долина древняя, это можно судить по глубоко и широко выработанному руслу, и её размерам. По форме поперечного профиля речная долина корытообразная. Поперечный профиль в нижнем течении реки Рыкуша, асимметричный. Причина асимметрии профиля заключается в геологических условиях развития долины, и зависит от внешних, в частности, от климатических факторов (рисунок).

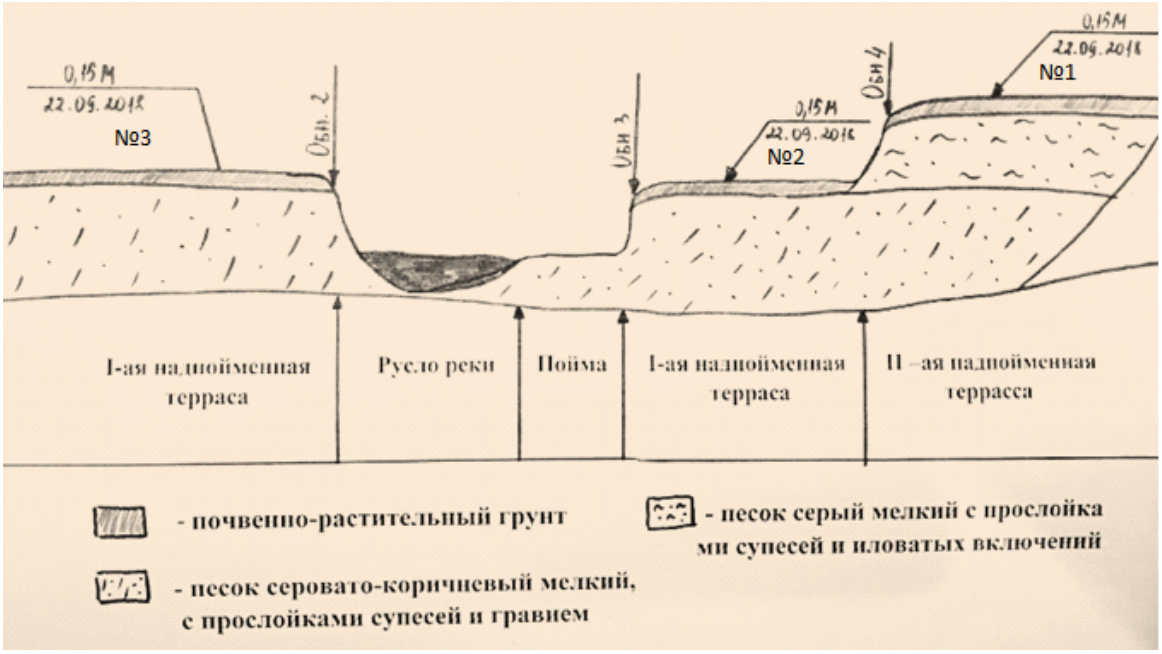



Рисунок. Поперечный профиль речной долины реки Рыкуша

Установлено, что изучаемый участок имеет искривлённое русло по причине неодинакового эрозионного процесса, который делится на глу-

бинный и боковой. На основании наших наблюдений можно сказать, что эти процессы в русле как бы соперничают между собой: при ослаблении глубинного усиливается боковой и, наоборот, в результате чего возникают меандры.

Для проведения механического и гранулометрического анализа аллювия надпойменных террас и поймы долины реки Рыкуша, произвели отбор проб после предварительной зачистки борта террас (рисунок).Пробы почвы отбирали методом конверта [2] на глубине 0,15 м. В таблице представлены результаты анализа почвенных проб.

Таблица. Механический и гранулометрический состав почвенных образцов

| Показатель | Проба №1 | Проба №2 | Проба №3 |
|---|---|---|---|
| Механический состав | Суглинок, по структуре слабокаменистый, пылеватый, содержит песок и мелкий гравий | Суглинок песчанистый, легкий с включениями гравия и растительных остатков, по структуре слабокаменистый, среднекомковатый. | Глина среднекаменистая, по структуре зернистая, содержит мелкие включения гравия и гальки |
| Гранулометрический состав | Гравий – 8% Пылеватый песок - 16% Пылеватые глинистые частицы – 52% Растительные остатки - 24% | Гравий – 14% Пылеватые частицы – 42% Мелкий песок – 22% Растительные остатки – 22% | Гравий – 14% Пылеватые частицы – 42% Мелкий песок – 18% Растительные остатки – 26% |
| Механический состав по методу шнура | Образуется сплошной шнур и кольцо с трещинами – легкий пылеватый суглинок | Образуется сплошной шнур и кольцо, распадающееся при свертывании – легкий суглинок | Образуется сплошной шнур и кольцо без трещин – глина |
| pH солевой вытяжки | 5 | 6,5 | 6,5 |

В процессе работы определена степень кислотности, pH солевой вытяжки опытных почвенных образцов: pH пробы №1 - 5 (кислая), (сложившиеся, подзолистые почвы), пробы № 2 - 6,5(нейтральная), пробы № 3 – 6,5(нейтральная). Все аллювиальные дерновые кислые почвы имеют кислую реакцию. В составе гумуса кислых почв проявляется незначительное преобладание гуминовых кислот. Аллювиальные дерновые почвы образуются в прирусловой части поймы, на повышенных участках центральной поймы под разнотравнозлаковой растительностью.

В русле реки Рыкуша были обнаружены валуны, принадлежащие к следующим породам: гранит красный крупнозернистый, диорит, кварцит, гранитогнейс, гранит серый крупнозернистый.

В результате изучения геоморфологических особенностей речной до-

лины реки Рыкуша в её нижнем течении сделаны следующие выводы:

- в формировании речной долины большое значение имеет рельеф, склоновые (эррозийные) процессы, климатические условия, русловые процессы;
- склоны долины по изученным обнажениям сформированы отложениями московской морены,
- изучаемый участок имеет искривленное русло, по причине неодинакового подмывания правого и левого склонов речными излучинами, происходит образование меандров;
- почвы первой надпойменной террасы суглинистые, по структуре слабокаменистые с содержанием песка, мелкой гальки и растительных остатков. Эти почвы отличаются хорошо развитым дерновым слоем (4-6 см), под которым залегает перегнойный горизонт (20 см), содержащий от 3 до 7% перегноя, с ярко выраженной зернистой или мелкокомковатой структурой. Также эти почвы обладают хорошим водно-воздушным режимом, благодаря которому в почвах активно протекает аэробный бактериальный процесс, обеспечивающий растительность питательными веществами.
- в обнажении правого берега реки полностью отсутствуют покровные суглинки; правый берег Рыкуши находится ниже левого, так как в процессе таяния ледника, оставляемые наносы формировали только левый берег (в его строении принимала участие донная морена).

Литература:

[1] Николаев Н.И. Наблюдения в речных долинах. / Государственное издательство географической литературы. М., 2001. – 259 с.

[2] Рожков В.А. Почвоведение. Учебник по специальности 250202 «Лесное и лесопарковое хозяйство» для среднего и профессионального образования. М. – Изд. Дом «Лесная промышленность». 2006. – 272 с.

## ДИНАМИКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ Р. КЛЯЗЬМА НА УЧАСТКЕ ОТ ПУШКИНО ДО ВЛАДИМИРА

Валиева А.С., Харькина М.А., Лубкова Т.Н., Пчелинцева Н.Ф.
МГУ имени М.В.Ломоносова, Москва

## POLLUTION DYNAMICS OF KLYAZMA RIVER'S SEDIMENTS FROM PUSHKIN TO VLADIMIR

Valiyeva A.S., Kharkina M.A., Lubkova T.N., Pchelinceva N.F.
Lomonosov Moscow State University, Moscow

**Annotation:** Based on literature and own material about heavy metals and arsenic concentration in sediments we tried to show up and characterize the most polluted areas of Klyazma river from Pushkino to Orekhovo-Zuevo in different periods

**Keywords:** sediments, heavy metals, pollution.

Донные отложения водоемов можно считать конечным звеном круговорота техногенных элементов в ландшафте. В связи с интенсификацией промышленности и сельскохозяйственного производства возрастает нагрузка на водоемы, что ведет к их загрязнению химическими соединениями природного и техногенного генезиса. Среди загрязнителей особое место занимает группа тяжелых металлов, которые попадают в водную среду в виде растворенных соединений в составе взвешенных веществ и начинают мигрировать в соответствии с геохимической обстановкой. Они активно участвуют в биохимических циклах миграции, отдельные стадии которых контролируются процессами гидролиза, сорбции, комплексообразования, биоаккумуляции, биодеградации, десорбции, растворения и т.п. В процессе миграции значительная часть тяжелых металлов депонируется в донных отложениях. Содержание тяжелых металлов в донных отложениях является одним из наиболее объективных и надежных показателей состояния загрязнения водного объекта и общего уровня техногенной нагрузки на него, так как они отражают многолетние процессы накопления и трансформации вещества в водоеме.

Реки бассейна Клязьмы на участке от Москвы до Владимира испытывают серьезную техногенную нагрузку, принимая сточные воды следующих городов: Москва, Щелково, Ногинск, Павловский Посад, Орехово-Зуево, Покров, Петушки и др. Таким образом, река Клязьма представляет собой природно-техногенный объект с высокой плотностью населения и разным видом хозяйственной деятельности. На основе загрязнения донных отложений в ее долине можно изучать весь спектр техногенной нагрузки.

В начале 90-х годов ВНИИГиМ имени А. Н. Костякова совместно с германским Исследовательским центром Карлсруэ началось изучение загрязненности донных отложений рек Окского бассейна. В 1999 и 2003 гг. были проведены две экспедиции с детальным отбором (через каждые 2-4 км) проб донных отложений реки Клязьмы и ее основных притоков с целью определения техногенной нагрузки на водные экосистемы. В результате был выявлен наиболее загрязненный участок – от Москвы до Владимира [1].

В 2017 году, преследуя ту же цель, было принято решение вновь заняться участком для выявления тенденции к уменьшению или к увеличению содержания тяжелых металлов в донных отложениях реки Клязьма. Объектом исследований явился участок меньшей протяженности от города Пушкино до города Орехово-Зуево, находящийся внутри участка предыдущих исследований. Пробы донных отложений отбирались с частотой 2-4 км.

Для оценки загрязнения донных отложений использовались концентрации следующих элементов: кадмия (Cd), свинца (Pb), цинка (Zn), мышьяка (As). В соответствии с (ГОСТ 17.4.1.02-83) вышеупомянутые тяжелые металлы и мышьяк относятся к 1-му классу опасности [2].

Определение концентраций тяжелых металлов (ТМ) в пробах донных отложений в 2017 году проводилось с помощью рентгенофлуоресцентного анализа (РФА). Этот метод экспрессен и отличается простотой подготовки проб, однако его предел обнаружения по кадмию (5 мг/кг) не был достаточен для сравнения с прошлыми результатами, поэтому кадмий определялся с помощью атомно-абсорбционной спектроскопии (ААС). Данный метод сложный в пробоподготовке, но его предел обнаружения – 0,4 мг/кг. Значения концентраций тяжелых металлов в донных отложениях в разные годы представлены в таблице 1.

Таблица. Характеристика загрязнения донных отложений тяжелыми металлами реки Клязьма в разные годы

| Участки долины р.Клязьма | Средние концентрации ТМ (мг/кг) в донных отложениях в разные годы | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ААС | | | | ААС | РФА | | |
| | 2003 г. [1] | | | | 2017 г. | | | |
| | Cd | Pb | Zn | As | Cd | Pb | Zn | As |
| Пушкино-Щелково | 1,5 | 80 | 296 | 22,5 | 1 | 83,5 | 472,5 | 24 |
| Щелково-Монино | 16,7 | 93,4 | 1180,4 | 53,8 | 44 | 452 | 4597,6 | 502,6 |
| Монино-Ногинск | 9,8 | 72,3 | 654,3 | 60 | 8,6 | 382,6 | 1098,3 | 78,6 |
| Ногинск-Орехово-Зуево | 4,45 | 37,2 | 386 | 47 | 3,61 | 156,7 | 574 | 81,2 |

В результате исследований 2017 года было установлено, что за 14 лет средняя концентрация кадмия в донных отложениях уменьшилась, за исключением участка от Щелково до Монино, где концентрация кадмия увеличилась с 16,7 до 44 мг/кг. Этот же участок оказался проблемным и при загрязнении донных отложений цинком, мышьяком и свинцом, что более наглядно отражено на рисунке. Концентрация свинца на данном участке увеличилась с 93,4 до 452 мг/кг, мышьяка – с 53,8 до 502,6 мг/кг, цинка – с1180,4 до 4597,6 мг/кг, что может быть связано с увеличением мощностей производства.

На остальных участках концентрация мышьяка увеличилась, но незначительно, по сравнению с участком Щелково-Монино. На участке Пушкино-Щелково показатели увеличилась на 2,5 мг/кг, Монино-Ногинск – на 18,6 мг/кг, Ногинск-Орехово-Зуево – на 34,2 мг/кг.

Такая же ситуация наблюдается по концентрации цинка, в среднем она увеличилась в 1,5 раза. Концентрация свинца на участке от Пушкино до Щелково изменилась на 3,5 мг/кг, однако на остальных участках значения увеличились в 4-5 раз.

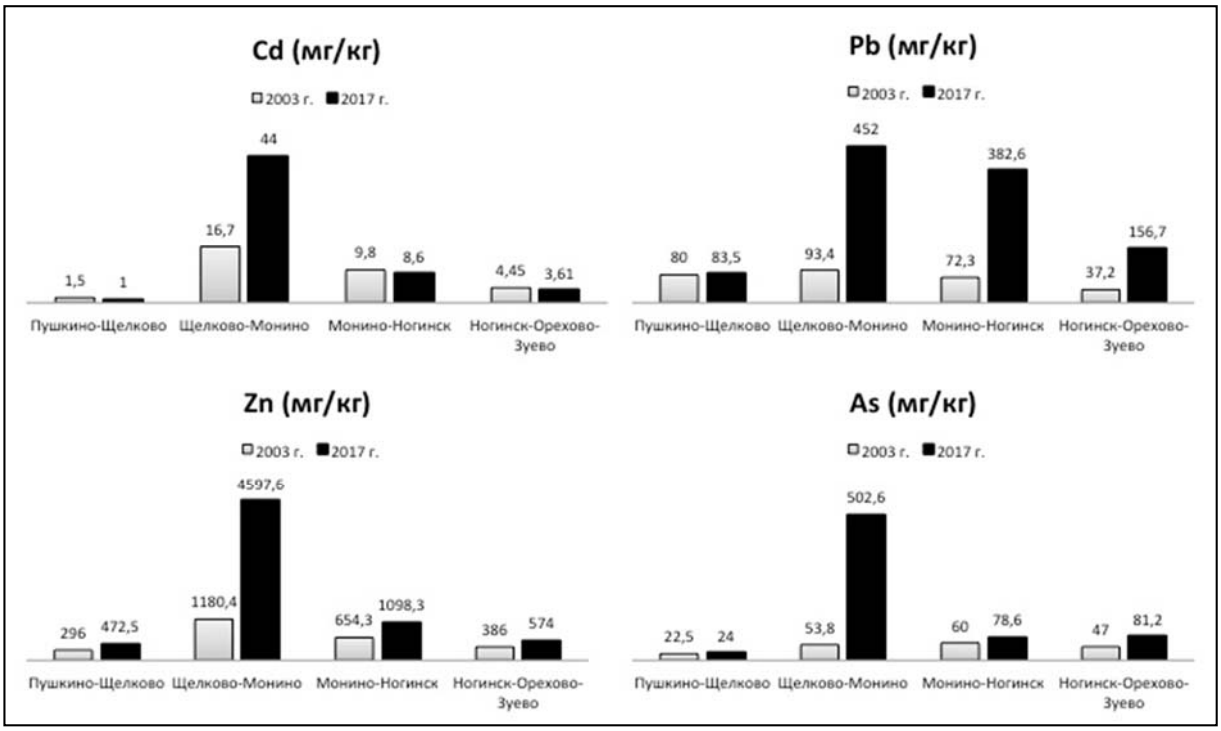



Рисунок. Диаграммы концентраций тяжелых металлов в донных отложениях на исследуемых участках в 2003 и 2017 годы

Можно заметить, что содержание тяжелых металлов в донных отложениях вниз по течению Клязьмы уменьшается, это может быть связано с впадением относительно чистых притоков – Шерны и Дрезны и с работой очистительных станций после каждого крупного города.

По вышеприведенным данным, можно сказать, что участок от Щелково до Монино в течение 14 лет испытывает сильную нагрузку и остается наиболее загрязненным на участке от Пушкино до Орехово-Зуево. За период наблюдений с 2003 по 2017 г. наметилась тенденция к уменьшению концентраций кадмия, однако концентрации свинца, цинка и мышьяка возрастают, причиной чего может служить увеличение производства эмалей, красок, лаков, спичек, электрических кабелей, хрусталя на предприятиях крупных городов долина р. Клязьма.

Литература:

1. Новосельцев Н. В., Бесфамильный И. Б., Кизяев Б. М., Грэмм Т., Добрачев Ю. П., Ильина Т. А., Коломийцев Н. В., Майсснер Р., Митрюхин А. А. и др. // Техногенное загрязнение речных экосистем. М.: Научный мир, 2002. С. 140.
2. ГОСТ 17.4.1.02-83. Охрана природы. Почвы (ОПП). Классификация химических веществ для контроля загрязнения. Введен 01.01.1985 (без ограничения). М., 1985.

# БИОИНДИКАЦИЯ БЛАГОПОЛУЧИЯ ПОЧВ

Вахрушева Н.Э., Трефилова Л.В.
ФГБОУ ВО Вятская государственная сельскохозяйственная академия, г. Киров

# BIOINDICATION OF SOIL WELL-BEING

Vakhrusheva N.E., Trefilova L.V.
FSBEI HE Vyatka state agriculture academy, s. Kirov

**Abstract.** Results algae-cyanobacterial analysis of samples of urban soils in four selected zones showed that the most favorable conditions for the development of phototrophic microorganisms exists in the soil of parks and residential zones. The greatest species diversity was noted in the soils of the Park zone, there was also a high number of native microflora with a predominance of the proportion of cyanobacteria to 1000 cl/cm$^2$, which was 56,3%. This can be explained by soil contamination with heavy metals and other pollutants associated with high anthropogenic load in industrial and transport zones.

**Keywords:** algae, cyanobacteria, microbial complex, bioindication, pollutants, urban soils.

Почвенные водоросли и цианобактерии – постоянные обитатели почвы, размножение которых на поверхности зависит от флуктуаций окружающей среды и в благоприятные периоды приводит к ее «цветению». Массовые разрастания альго-цианобактериальных комплексов (АЦБК) на поверхности почвы – это центры повышенной биогенной активности. В альго-цианобактериальных сообществах складываются классические типы отношений фототрофов с гетеротрофными партнерами на уровне физических, трофических и аллелопатических контактов, во многом сходных с фитоценотическими. Состояние почвы можно оценить методом структурно-группового анализа альго-цианобактериальных сообществ [5, 8].

«Цветение» почвы и возникновение трансформированных микробных сообществ зависит и от направления использования земельных угодий: урбанозёмы, сельскохозяйственные или лесные угодья. Методы биодиагностики и биотестирования можно использовать для экологической экспертизы городских и пахотных почв, прогноза текущего и потенциального состояния, с помощью которого можно определить необходимый алгоритм действий по удобрению, детоксикации, санации почвы для дальнейшего использования [1, 7, 9, 10].

Цель работы – оценить состояние урбанозёмов по структуре и численности альго-цианобактериальных комплексов.

Почвенные образцы были отобраны с территории промышленного предприятия, автозаправочной станции (АЗС), жилого комплекса и сквера. Пробы отбирали методом конверта с глубины 0-5 см.

Учёт численности альго-цианобактериальных комплексов проводили методом водных культур. Почву весом 10 гр растирали в ступке и помеща-

ли в 100 мл дистиллированной воды. Встряхивали 1-2 минуты и производили отбор суспензии пипеткой [2].

Таблица. Альго-цианобактериальный комплекс почв городской среды, кл/см$^2$

| Зона | Зелёные водоросли | Диатомовые водоросли | Цианобактерии |
|---|---|---|---|
| Парковая | 484,0 ± 27,0 | 170,8 ± 34,9 | 845,0 ± 54,3 |
| Селитебная | 368,7 ± 15,6 | 16,6 ± 5,5 | 783,5 ± 64,0 |
| Транспортная | 143,5 ± 31,0 | – | 661,0 ± 40,0 |
| Промышленная | 34,8 ± 16,5 | – | 36,7 ± 24,0 |

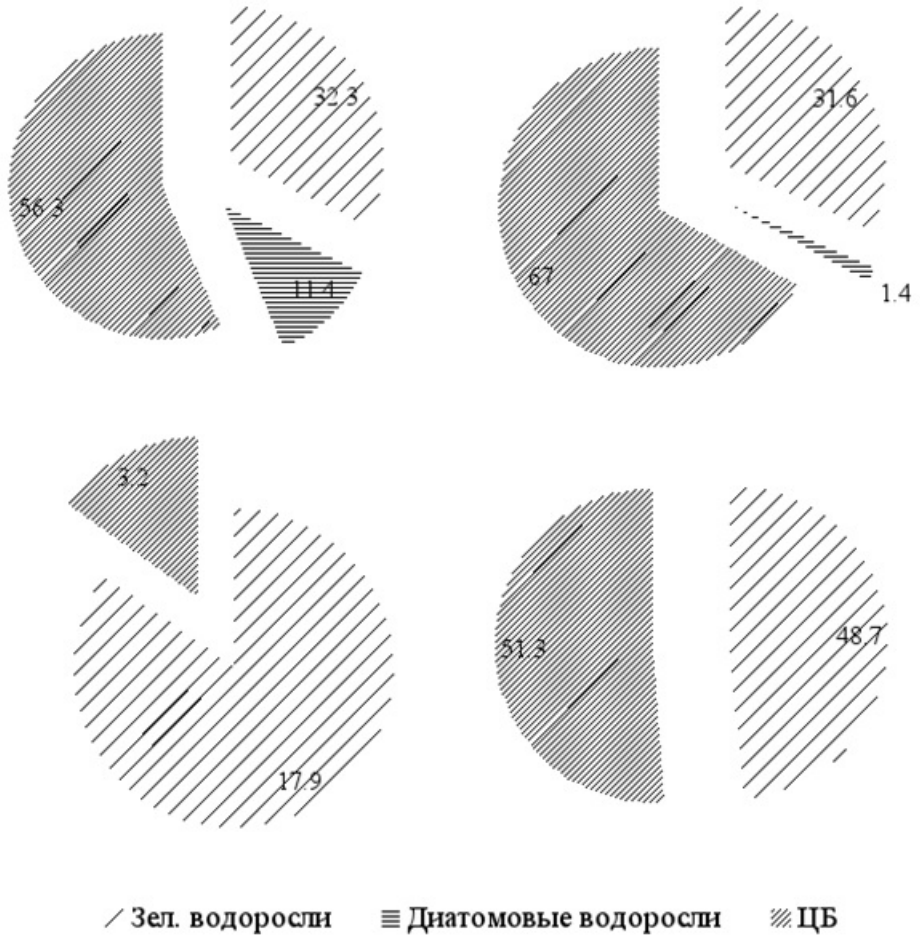



Рисунок. Структура альго-цианобактериальных комплексов урбанозёмов.
А – парковая зона, Б – селитебная зона, В – транспортная зона, Г – промышленная зона.

Анализ видового разнообразия проводили методом чашечных культур со стёклами обрастания. Почву весом 100 гр помещали в стерильные пластиковые контейнеры, после чего увлажняли стерильной дистиллированной водой, из расчёта 60% от полной влагоёмкости. На поверхность почвы

выкладывали покровные стёкла в количестве 10 штук. Контейнеры содержали при естественном освещении при температуре 20-22°С.

Микроскопирование и количественный учёт проводили после явного роста клеток на поверхности покровного стекла.

Результаты показали (таблица), что максимальное количество цианобактерий (ЦБ) наблюдается в пробе из парковой зоны, а минимальное количество – в промышленной зоне, их количество достигает 845,0 ± 154,3 и 36,7 ± 24,0 соответственно, что объясняется постоянным поступлением поллютантов и других загрязняющих почву веществ, вследствие чего происходит кардинальное изменение в количественном составе фототрофных организмов. Доказано, что загрязнение почвы приводит так же к снижению видового разнообразия и выходу на доминирующие позиции отдельных видов и групп водорослей или ЦБ [4, 6].

Структура фототрофных микробных комплексов изменяется, так из микрофлоры почв транспортной и промышленной зон исчезают диатомовые водоросли, там же было отмечено снижение количества представителей водорослей и ЦБ. Это характерно для почв в зонах постоянной, непрекращающейся техногенной нагрузки, которая ведёт к исчезновению из почвенной микробиоты цианобактерий [3].

Литература:

[1] Горностаева Е.А., Домрачева Л.И., Ковина А.Л., Трефилова Л.В. Перспективы биотехнологического использования цианобактерий *Fischerella muscicola* (Thur.) GOM // В сборнике: Биотехнология – от науки к практике. Матер. научных докладов участников Всеросс. конф. с международ. уч., посвященной памяти профессора Киреевой Наили Ахняфовны. Т. 1. Уфа: Башкирский ГУ. 2014. С. 98-101.

[2] Домрачева Л.И., Зыкова Ю.Н., Ковина А.Л., Трефилова Л.В. Почвенная альгология: Учебно-методическое пособие для обучающихся в высших учебных заведениях/ Л.И. Домрачева [и др.]. – Киров: Вятская ГСХА, 2017. – 86 с.

[3] Домрачева Л.И., Кондакова Л.В., Трефилова Л.В., Фокина А.И. Цианобактерии в биомониторинге почвы различных экосистем // Экологические проблемы северных регионов и пути их решения: Матер. Всерос. науч. конф. с международ. участием: в 3 ч./ Институт промышленной экологии Севера КНЦ РАН.- Апатиты: КНЦ РАН, 2014. – Ч. 1. с. 112-115.

[4] Домрачева Л.И., Третьякова А.Н., Трефилова Л.В. Фототрофные микроорганизмы как показатели благополучия почвы // Экологический мониторинг: научный и образовательный аспекты: Матер. Всерос. научно-практ. конф. Киров, 2002. – С. 34-35.

[5] Домрачева Л.И., Трефилова Л.В., Горностаева Е.А., Фокина А.И. Роль цианобактерий в антропогенно преобразованных почвах // Международная школа-конференция «Цианопрокариоты (цианобактерии): систематика, экология, распространение». Апатиты 5-9 сентября 2016 г. Тезисы докладов – Апатиты, 2016, С. 56-58.

[6] Домрачева Л.И., Трефилова Л.В., Ковина А.Л., Зыкова Ю.Н., Горностаева Е.А. Роль цианобактерий при химическом и биологическом загрязнении почвы // Актуальные вопросы аграрной науки: теория и практика // Матер. Всерос. научню практ. конф., посвящ. 70-летию агрономического факультета. Киров: Вятская ГСХА, 2014. С. 46-50.

[7] Кондакова Л.В., Домрачева Л.И. Трефилова Л.В. Цианобактерии в экологической оценке состояния почвенной среды // Построение региональной биоэкономики: про-

блемы и решения. Матер. II Междунар. Экономич. форума «БиоКиров». Киров: ООО «Кировская обл. типография». 2014.– С. 69-71
[8] Скугорева С.Г., Бушковская М.А., Трефилова Л.В., Зыкова Ю.Н. Биотестирование с использованием *Hordeum vulgare* L. в оценке состояния урбаноземов г. Кирова // Почвы и их эффективное использование: Материалы Международной Научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, заслуженного деятеля науки РФ, профессора В.В. Тюлина. Ч. 2. Киров: Вятская ГСХА, 2018. С. 82-87.
[9] Скугорева С.Г., Домрачева Л.И., Бушковская М.А., Трефилова Л.В. Оценка состояния почв г. Кирова методами химического анализа и биодиагностики // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: материалы XV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Книга 1. Киров: ВятГУ, 2017. С. 119-124.
[10] Фокина А.И., Домрачева Л.И., Зыкова Ю.Н., Скугорева С.Г., Лялина Е.И., Трефилова Л.В. Совершенствование тетразольно-топографического метода биотестирования с использованием цианобактерий // Теоретическая и прикладная экология, №1.- 2017.- С. 31-41.

# ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕКИ СЕВЕРСКИЙ ДОНЕЦ

Вельченко А.Н., Назаренко О.В.
ЮФУ, Институт наук о Земле, г. Ростов-на-Дону

# ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF THE SEVERSKY DONETS RIVER

Velchenko A. N., Nazarenko O. V.
SFU, Institute for Earth Sciences, Rostov-on-Don

**Annotation:** The article reflects the environmental problems of the Seversky Donets river, which is one of the main tributary of the Don river. In this article there are given the characteristics of natural and anthropogenic factors affecting the quality of the water and ecological state. In this example, the article presents the ways to reduce the harmful effects of environmental factors in the ecology of the water resources.

Проблеме охраны и использования водных ресурсов, как одной из важных экологических проблем, уделяется большое внимание во всем мире. Вода служит источником жизни для живых организмов, непосредственно участвует в процессе жизнедеятельности.

Для промышленных предприятий водные ресурсы являются определяющими. Многие производства химической и нефтеперерабатывающей промышленности нуждаются в крупных источниках водоснабжения, где вода является одним из видов сырья. В электроэнергетики, черной и цветной металлургии, некоторых отраслях лесной, легкой и пищевой промышленности, для производства строительных материалов также необходима

вода. Все сельское хозяйство связано с потреблением огромного количества воды, для полива, орошения.

Чем больше используется водные источники, тем сильнее они повергается антропогенному воздействию. Загрязняют воду крупные предприятия, сбрасывая недостаточно очищенные сточные воды, городские коммунальные службы, шахты, смывы от сельхозугодий. В водоемы и реки попадают органические и взвешенные вещества, нефтепродукты, фенолы, соединения азота, тяжелые металлы, и другие химические соединения.

Река Северский Донец является самым большим и значимым правым притоком Дона, протяженность реки 1053 км, площадь бассейна 98900 км$^2$, средний годовой расход при впадении в Дон 200 м$^3$/сек. Река расположена на юге Восточно-Европейской равнины, исток находится около с. Подольхи Белгородской области, в верхнем течении протекает по территории Белгородской и Ростовской области, пересекает границу, и в среднем течении протекает по территории Украины через Харьковскую область, Донецкую и Луганскую Народные Республики, затем в нижнем течении опять пересекает межгосударственную границу и впадает в реку Дон [1].

Бассейн Северского Донца включает множество рек, около 3000, самые большие из них длиной более 100 км. На протяжении календарного года питание Северского Донца происходит за счет зимнего периода – снеговое. В летний период при жарком лете питание недостаточное, в некоторых местах река превращается в ручеек. Весной ежегодно река разливается, в половодье подъем вода может достигать 5-8 м [1].

В XIII-XIV веках Северский Донец был намного полноводнее. По историческим фактам известно, что по реке сплавлялись плоты, бревна для строительства судов, строились водяные мельницы. В связи с возрастающей потребностью в пресной воде, к реке постепенно подводили каналы и построили водохранилища. Это привело к нарушению естественного природного состояния, река потеряла часть фауны, обмелела и со временем превратилась в промышленный водный источник.

Когда-то богатая рыбой река, постепенно обеднела. Основная причина в загрязнении реки из-за большой рекреационной нагрузке. Изменился химический состав воды, возросла минерализация, жесткость. До некоторых пор в реке насчитывалось до 59 видов рыб, сейчас - 41 вид. Это в основном мелкие виды рыб, такие как окунь, плотва, красноперка, из более крупных - лещ, судак, сом, щука [2]. Для пополнения запаса рыбу разводят в рыбопитомниках.

Растительность у берегов Северского Донца сильно изменилась, по сравнению с тем, что было в давние времена. На месте вековых дубовых рощ, теперь распаханные земли, лесостепи и степи, растительность пойменных болот – ива, береза, ольха [2].

Добыча каменного угля на Донбассе снизила уровень подземных вод.

Все эти факторы привели у тому, что река в настоящее время нуждается в защите. Необходим комплексный подход к решению многих проблем.

По статистическим данным за 2016 – 2017 гг. по Ростовской области, в 2017 г. произошло увеличение объема забираемой воды на 10,9%, в том числе из поверхностных вод на 11,9%. Этот показатель из года в год будет увеличиваться. Сброс сточных, транзитных вод вырос на 16,9%.

По данным отчета за 2017г. на сайте Министерства природных ресурсов и экологии Ростовской области «Экологический вестник» приводятся сведения о качестве поверхностных вод реки Северский Донец, участок от х. Поповка до р.п. Усть-Донецкий в сравнении с предыдущим годом [3, 5].

Водородный показатель среды (pH), также как и в 2016 г., в пределах нормы – 7,50 – 8,65, с уклоном в сторону щелочной реакции.

Кислородный режим, в целом, на участке удовлетворительный.

Содержание органических веществ по БПК5, по сравнению с предшествующим годом, осталось на прежнем уровне и составило 1,6 ПДК;

величина ХПК незначительно увеличилась и равнялась в среднем 2,18 ПДК (2016 г. – 2,05 ПДК). Средняя концентрация сульфатов немного понизилась и составила 4,48 ПДК, в 2016 г. их величина составляла 4,95 ПДК.

Содержание фенольных соединений уменьшилось и соответствовало 0,7 ПДК (2016 г. – 1,0 ПДК).

По сравнению с прошлым годом содержание железа общего значительно не изменилось и составило 2,9 ПДК, а в 2016 г. – 2,8 ПДК.

Средние величины концентраций соединений меди уменьшились, уровень загрязнения этими веществами на участке составил – 0,23 ПДК (2016 г. – 1,0 ПДК), содержание нефтепродуктов уменьшилось до 0,62 ПДК (в 2016 г. – 1,0 ПДК).

Критическим показателем являются сульфатные ионы. Величина удельного комбинаторного индекса загрязнённости воды на участке наблюдений, по сравнению с прошлым годом, незначительно уменьшилась, и составила 4,25 (2016 г. – 4,28) вода по своему качеству попрежнему осталась в пределах 4 класса разряда «А» и оценивается – как «грязная» (рисунок).

Величина УКИЗВ, в среднем, по притокам, составила 4,53, по сравнению с 2016 г., значение УКИЗВ немного повысилось с 4,47 до 4,53 [3].

Вода по своему качеству в пределах 4 класса разряда «А» с оценкой «грязная».

Северский Донец – трансграничная река. Поэтому решение водоохранных проблем и правильное использования средств на природоохранную деятельность невозможно без координации усилий двух сторон.

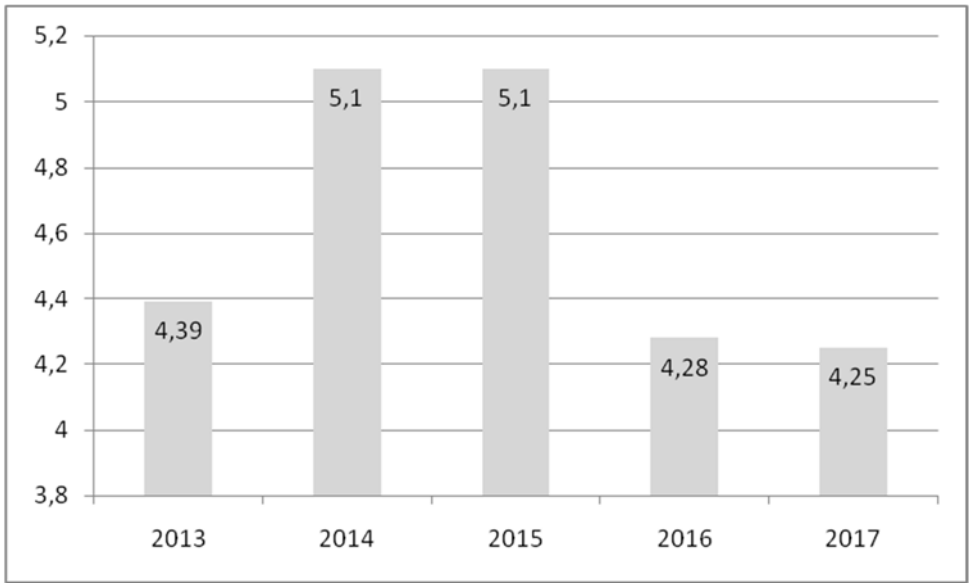



Рисунок. Динамика изменений УКИЗВ р. Северский Донец

Если проанализировать, где больше всего река загрязняется и кем, то можно сделать вывод, что со стороны Белгородской области вода Северского Донца поступает практически экологически чистая, но после протекания по территории Украины, в Ростовский регион река приходит с четвертым уровнем загрязнения.

По утверждению специалистов, наибольший вред оказывает г. Лисичанск (Украина). В общем более 90% грязных выбросов попадают в реки в районе Донецкой и Луганской областей. При этом для этих регионов – река Северский Донец и ее притоки являются основным источником питьевой воды.

В ноябре 2010 г. Президенты стран России и Украины договорились о подготовке государственных программ и в перспективе слияния их в единый межгосударственный проект по оздоровлению реки. Мероприятия, которые были запланированы в 2013-2014 гг. по оздоровлению бассейна реки, разработке проектных работ по расчистке русла не проводятся, финансирование сокращено, вследствие политической нестабильности ЛНР и ДНР, экономического кризиса в Украине.

Для сохранения водных ресурсов и хорошего экологического состояния вод в России и в частности в Ростовской области принято много нормативных актов: Водный кодекс Российской Федерации, Постановление Правительства Российской Федерации от 06.09.2012 №884 "Об установлении охранных зон для гидроэнергетических объектов", Постановление Правительства от 19.04.2012 г. №350 «О федеральной целевой программе "Развитие водохозяйственного комплекса РФ в 2012 - 2020 годах" и других нормативных актах.

Соблюдение законов, актов, постановлений в целом оказывает положительное влияние на водные ресурсы, но не везде их соблюдают.

Предложения по решению проблемы снижения вредного воздействия окружающих факторов реки Северский Донец, которые относятся и к другим рекам, имеющих экологические проблемы [4]:

- увеличение штрафных санкции природопользователей водных ресурсов;

- жесткий контроль предприятий, оказывающих наибольшую степенью загрязнения;

- финансирование комплексной программы по оздоровлению водной артерии – создание лесных массивов, очистка русла рек, переход на новейшие энерго- и ресурсосберегающие технологии, строительство современных очистных сооружений. Для этого необходимо выделять бюджетные средства на федеральном и местном уровне.

- каждой области не ждать глобальных проектов, а самим начинать действовать, собственными силами: начиная с наведения порядка, контроля за объектами и предприятиями, заниматься воспитанием экологической культуры.

- согласование российского и украинского законодательства приграничного сотрудничества, создание юридическо-правового механизма, который должен базироваться на принципах международного сотрудничества.

Необходима постоянная забота о состоянии реки и ее притоков. От этого зависит здоровье и качество жизни населения Белгородской и Ростовской областей России, а также соседней Украины.

Северский Донец — древняя и вечно молодая река, это не только географический объект — это историческая и эмоциональная память народа, олицетворение вечной жизни. И допустить ее гибель мы просто не имеем права.

Ежегодно 22 марта во многих странах мира отмечается Всемирный день водных ресурсов. В России этот день впервые отмечался в 1995 году под девизом "Вода — это жизнь" [3]. Всемирный День водных ресурсов призван привлечь общественность к проблемам водных ресурсов, их восстановлению и охране, рациональному использованию, сохранности природных богатств, удовлетворению потребностей человека в чистой воде. Принимая участие в различных мероприятиях, способствующих охране водных ресурсов мы прежде всего заботимся о себе и о будущем для нового поколения.

Литература:

[1] Северский Донец // Википедия: Свободная энциклопедия. – Режим доступа : https://ru.wikipedia.org/wiki/Северский_Донец

[2] Северский Донец // Реки Дона. – Режим доступа: http://tihiy-don-river.narod.ru/severskidonec.html

[3] Минприроды // Экологический вестник Дона «О состоянии окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области в 2017 году»// - Режим доступа : https://минприродыро.рф/upload/uf/842/вестник%202017(1).pdf

[4] Природа, хозяйство, экология Ростовской области/ Ю.П. Хрусталев, Т.А. Смагина, Ю.Н. Меринов, М.И. Кизицкий, В.С. Кутилин, В.Г. Житников. – Батайск: Батайское книжное издательство, 2002.- С. 62-79.
[5] Назаренко О.В., Федоров Ю.А. Закономерности формирования и антропогенного преобразования родников Ростовской области. Ростов-на-Дону. Дониздат. 2014. 210 с.

# ИССЛЕДОВАНИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ ЭКОЛОГО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ШЕЛЬФА КАРСКОГО И БАРЕНЦЕВА МОРЕЙ В СВЯЗИ С ПОИСКАМИ УГЛЕВОДОРОДОВ

Власенко С.С., Судариков С.М.
Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург

# STUDY OF REGIONAL ECOLOGICAL AND HYDROGEOLOGICAL CONDITIONS OF THE SHELF OF THE KARA AND BARENTS SEAS IN CONNECTION WITH THE SEARCH FOR HYDROCARBONS

Vlasenko S.S., Sudarikov S.M.
Saint-Petersburg Mining University, Saint-Petersburg

**Annotation.** The zones of discharge of water entering the bottom surface of the Kara and Barents seas from the middle Paleozoic and younger horizons are noted in the literature. Based on the analysis of biometric and hydrogeological data, several zones of geoecological hazards for biogenic communities of hydrogeological nature were identified and ranked. In the system of economic development of both marine and continental waters, an important role belongs to the geoecological component associated with both possible environmental violations and measures to minimize them.

**Key words:** geoecological hazards, zones of unloading of underground waters, pollution of seas.

Зоны разгрузки вод, поступающих на донную поверхность Карского и Баренцева моря из нижнепалеозойских и более молодых горизонтов, отмечены в литературе [8], а также упоминаются в работах Неизвестнова Я.В. с соавторами [13]. Существование и происхождение таких зон тесно связано с геолого-структурными, тектоническими и геоморфологическими особенностями строения самих шельфовых областей. Характер и темп разгрузки определяются геологической обстановкой (размером и формой дислокаций коллектора, пространственным положением складок, фильтрационными свойствами пород), гидродинамическими параметрами (значением и распределением напоров, водопроводимостью, пьезопроводностью) и степенью и динамикой экранирования области разгрузки современными морскими наносами [14].

Высокая минерализация этих вод на участках их поступления приводит к увеличению солености морской воды и, следовательно, изменению условий обитания биоты. Наиболее уязвимыми при таких изменениях гид-

рологического режима являются биогенные формы, обитающие в более глубоких участках моря. На основании анализа биометрических и гидрогеологических данных выделены и ранжированы несколько зон «геоэкологических» опасностей для биогенных сообществ гидрогеологической природы [11]. В список «геоэкологических» опасностей входят: области накопления тяжелых металлов, зоны повышенной активности коррозионных процессов, зоны повышенной сейсмологической активности, области активного взмучивания при сейсмологических воздействиях, зоны отрицательного воздействия на биогенные сообщества.

**Карское море**

Наступающий этап интенсивного хозяйственного освоения акватории Баренцева и Карского морей связан с ее нефтегазовым потенциалом и активным использованием Северного Морского пути. В системе хозяйственного освоения как морских, так и континентальных акваторий важная роль принадлежит геоэкологической составляющей, связанной как с возможными нарушениями окружающей среды и мерами по их минимизации. Вопросами, входящими в эту проблему, занимается круг отечественных и зарубежных специалистов [1–3, 5–10].

В настоящее время экологическое состояние Карского моря можно считать относительно благополучным. По сравнению с другими районами Мирового океана здесь сохраняется относительно чистая природная среда. Тем не менее, районы активной хозяйственной деятельности, прежде всего поисковых и добычных нефтегазовых работ, требуют проведения мониторинга, обеспечивающего контроль за поступлением загрязняющих веществ и нарушениями физико-механического и геокриологического состояния природной среды.

Следует выделить две основные группы источников негативных воздействий на экосистему: хозяйственная деятельность на водосборе крупнейших рек Сибири – Оби и Енисея, влияющая на природную морскую среду через поверхностный и подземный стоки; а также морехозяйственная деятельность, связанная с судоходством по Северному морскому пути, рыболовством, поиском и добычей подводного углеводородного сырья. Развитое рыболовство вносило и вносит дополнительную лепту в экологическое состояние Карского моря, а запасы ценных рыб зависят от загрязненности сточных вод. В целом качество вод в дельтах рек оценивается большинством исследователей в диапазоне от чистых до умеренно загрязненных. При этом наиболее загрязненными считаются районы сравнительно интенсивной хозяйственной деятельности.

**Баренцево море**

Теплые атлантические воды, поступающие в бассейн Баренцева моря с запада переносят загрязняющие вещества из Западной и Северной Европы.

Рассмотрим положение с основными группами загрязнителей. В первую очередь нас интересует их пространственное площадное распределение в придонных водах и донных осадках. Средние содержания нефтяных углеводородов в придонных водах составляют 0,18 мкг/л. Подавляющая часть акватории характеризуется очень низкими содержаниями (ниже порога обнаружения). Исключение составляют западный, юго-восточный и юго-западный участки. Загрязнение западного участка определяется влиянием атлантических вод. Так, в пределах Медвежинского желоба, концентрации нефтяных углеводородов достигают 5,0 мкг/л. Юго-восточный участок охватывает зону, граничащую с горлом Белого моря и включающую южную часть Печорского моря. Содержания НУ меняются здесь от 0,5 до 4,7 мкг/л. По мнению Г.И. Иванова, главным источником поступления фенолов в западную часть моря являются атлантические воды, в восточную – вынос из Белого моря [11].

Отмечены изменения активности ионов тяжелых металлов в донных осадках на большей части акватории Баренцева моря. Аномальные повышенные значения отмечены в глубоководной части моря, включающей Штокмановское месторождение [11].

Литература:

[1] Алхименко А.П., Карцев А.Ю., Великанов Ю.С. и др. Экологическая безопасность при освоении нефтегазовых месторождений на шельфе Карского моря. – СПб, 2004.

[2] Арктика на пороге третьего тысячелетия (ресурсный потенциал и проблемы экологии). СПБ.: Наука, 2000 – 247с.

[3] Баринова С.С. Полиморфизм соединительных структур диатомовых водорослей // Эволюционные исследования. Вавиловские темы. Владивосток: ДВО АН СССР, 1998. С. 110-122.

[4] Баулин В.В. Многолетнемерзлые породы нефтегазоносных районов СССР. – М., 1985.

[5] Галимов Э.М., Кодина Л.А., Степанец О.В., Коробейник Г.С. Биогеохимия Российской Арктики. Карское море. Результаты исследований по проекту SIPRO 1995-2003 годы // Геохимия, 2006, №11, С. 1139-1191.

[6] Иванов Г.И., Нечхаев С.А., Холодилов В.А. Комплексная оценка состояния природной среды Обской губы. Нефть и газ Арктического шельфа 2004, Мурманск 2004, С. 111-115.

[7] Китаев С.П. Экологические основы биопродуктивности озер разных природных зон. М.: Наука, 1984. 207 с.

[8] Куриленко В.В. Современные механизмы управления природоохранной деятельностью в области рационального недропользования. – СПб, 2000.

[9] Лещинская А.С. 1962. Зоопланктон и бентос Обской губы как кормовая база для рыб // Труды Салехардского стационара УФ АН СССР. Вып.2. 75 с.

[10] «Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природной, питьевой и сточной воды флуориметрическим методом на анализаторе жидкости Флюорат-02», ПНД Ф 14.1:2:4.34-95.

[11] Ефремкин И.М. Геоэкологическое и океанологическое обоснование освоения нефтегазовых месторождений арктического шельфа России М. 2011. 225 с.

[12] Холмянский М.А., Алхименко А.П. Экологическая безопасность при освоении нефтегазовых месторождений на шельфе Карского моря СПб.: СпбГУ, 2004. 160 с.
[13] Неизвестнов Я.В., Бро Е.Г., Гинсбург Г.Д., Иванова Г.А., Иванов В.Н., Касаткин А.Д., Постнов И.С., Соловьев В.А. Типизация морских артезианских бассейнов Арктики по комплексу гидрогеологических показателей, Ленинград, 1977, 258 с.
[14] Коротков А.И., Павлов А.Н, Юровский Ю.Г. Гидрогеология шельфовых областей, Ленинград: Недра, 1980, 216 с.
[15] Зекцер, И.С., Джамалов, Р. Г., Месхетели А.В. Подземный водообмен суши и моря, Ленинград, 1984, 207 с.
[16] Корценштейн В.Н. Методика гидрогеологических исследований нефтегазоносных районов, М: Недра, 1991, 418 с.

# ПЫЛЕВАЯ И РТУТНАЯ НАГРУЗКА В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЦЕМЕНТНЫХ ЗАВОДОВ ПО ДАННЫМ ИЗУЧЕНИЯ СНЕГОВОГО ПОКРОВА (КЕМЕРОВСКАЯ И НОВОСИБИРСКАЯ ОБЛ.)

Володина Д.А., Таловская А.В.
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

# DUST LOAD AND MINERAL COMPOSITION OF SOLID PARTICLES IN THE AREA OF IMPACT OF CEMENT PLANTS ACCORDING TO THE STUDY OF SNOW COVER (KEMEROVO AND NOVOSIBIRSK REGION)

Volodina D., Talovskaya A.

**Annotation.** The results of the evaluation of the spatial distribution of dust and mercury loads in the territories of two cities are presented. It is determined that the amount of dust load exceeds background values from tens to hundreds of times, and the degree of dust pollution varies from low to very high. Distribution of mercury in the study area is uneven. The mercury content in the solid snow sediment of the city of Iskitim exceeds the mercury content in the city of Topki by about 20 times.

**Key words:** snow cover, dust load, cement factory

Цементная промышленность является одним из источников загрязнения атмосферного воздуха. Воздействие на окружающую среду зависит от объемов производства. Эффективность использования снежного покрова для оценки техногенного воздействия на окружающую среду доказано многими исследователями [1, 4] из-за его продолжительного залегания и способности накапливать и сохранять в себе загрязняющие вещества. В Кемеровской (г. Топки) и Новосибирской (г. Искитим) областях находятся цементные заводы, входящие в состав одной холдинговой компании. Годовые объемы производства цемента данных предприятий различаются: 3,7 млн тонн и 2,1 млн тонн цемента, соответственно. Целью данной работы является проведение сравнительного анализа пылевого загрязнения и ртутной нагрузки исследуемых территорий.

Пробы снегового покрова в зонах воздействия цементных заводов были отобраны по маршрутам согласно главенствующему направлению ветра (юго-западное). Отбор также осуществляли в рай карьеров и в жилой части городов, расположенных вблизи заводов. Всего отобрано и проанализировано 31 проба.

Работы по отбору и подготовке снежных проб были выполнены согласно методическим рекомендациям [2, 6, 9]. Пробы отбирались методом шурфа на всю мощность снежного покрова, исключая 5 см над почвой. Вес каждой пробы составлял 18-20 кг. Таяние проб снежного покрова происходило при комнатной температуре, полученная снеготалая вода фильтровалась через бумажный фильтр типа «синяя лента». Твердый осадок снега, полученный после фильтрования и высушивания, просеивали через сито (размер ячеек не менее 1 мм).

Расчет пылевой нагрузки был произведен по формуле [3]: $Pn = \frac{P_o}{S \times t}$, где $P_0$ – масса твердого осадка снега, мг; S – площадь шурфа, м$^2$; t – количество суток от начала снегостава до дня отбора проб. С помощью принятой градации по пылевой нагрузке [5] с дополнениями [2], определялась степень загрязнения и экологической опасности территории.

Исследования проб проводили в лабораториях МИНОЦ «Урановая геология» в ТПУ. Измерения содержания ртути в и пробах было проведено на атомно-абсорбционном спектрометре РА-915+ с пиролитической приставкой ПИРО. Исследование вещественного состава проб твердого осадка снега было проведен рентгенофазовым анализом на порошковом дифрактометре BrukerPhaser D2 и на электронном сканирующем микроскопе Hitachi S-3400N с приставкой Bruker XFlash 4010.

**Пылевая нагрузка.** Значение фоновой пылевой нагрузки (д. Каип, Кемеровская обл.) составляет 9,2 мг/(м$^2$·сут.), что сопоставимо с фоном для Западно-Сибирского региона (7 мг/(м$^2$·сут.)) (с. Средний Васюган) [10].

Значения пылевой нагрузки в жилой части г. Топки соответствуют низкой степени загрязнения, и превышают фон в 3 раза. Степень пылевого загрязнения жилой части г. Искитим также соответствует низкой степени загрязнения, но превышает фон в 10 раз (табл. 1).

В пределах санитарно-защитных зон исследуемых заводов пылевая нагрузка различна: г. Топки – очень высокая степень загрязнения, г. Искитим – высокая степень загрязнения (Табл. 1). В районе карьера по добыче известняков и глин значения пылевой нагрузки различны: в г. Топки соответствует средней степени загрязнения, в г. Искитим – очень высокой степени загрязнения (Табл. 1). По мере отдаления от заводов в северном направлении имеется тенденция к снижению пылевой нагрузки (Табл. 1).

Таблица 1. Сравнительный анализ значений пылевой нагрузки на снеговой покров в зоне воздействия цементных заводов г. Топки и г. Искитим

| Зона | Среднее, мг/(м$^2$·сут) г. Топки | Степень загрязнения, уровень экологической ситуации [2, 6] | Среднее, мг/(м$^2$·сут) г. Искитим | Степень загрязнения, уровень экологической ситуации [2, 6] |
|---|---|---|---|---|
| Жилая | 27,6 (6) | Низкая, неопасный | 72,9 (3) | Низкая, неопасный |
| Санитарно-защитная зона | 2124,0 (3) | очень высокая, чрезвычайно опасный | 616, 1 (4) | высокая, опасный |
| Карьер | 273,9 (1) | средняя, умеренно-опасный | 932,4 (1) | очень высокая, чрезвычайно опасный |

**Вещественный состав.** На территории г. Топки формируется более высокая степень пылевого загрязнения, в связи с этим, был проведен анализ вещественного состава проб твердого осадка снега. Результаты анализа показали, что пробы обогащены преимущественно минералами кальцита ($CaCO_3$) и кварца ($SiO_2$), а также содержат альбит ($Na[AlSi_3O_8]$) и мусковит ($KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$). Кальцит и кварц – породообразующие минералы известняка – основного компонента сырьевой смеси для производства портландцементного клинкера. Пробы, отобранные в пределах санитарно-защитной зоны, содержат минералы цементного клинкера - браунмиллерит ($Ca_2Al_2O_5$), в пробах за пределами санитарно-защитной зоны обнаружены браунмиллерит и хатрурим ($Ca_3SiO$), которые являются минералами портландцементного клинкера, влияющими на скорость твердения цемента, его пористость и долговечность [8].

Результаты сканирующей электронной микроскопии твердого осадка снега показали наличие в исследуемых пробах микрочастиц, размеры которых варьируются от 1,8 мкм до 35,4 мкм. В пробах в пределах и за пределами санитарно-защитной зоны были найдены Ca-Fe-содержащие частицы, близкие к ферритам кальция; оксиды Ca, близкие к кальциту. За пределами санитарно-защитной зоны были обнаружены частицы алюмосиликатного состава с примесями Cd и Pb. В пределах санитарно-защитной зоны преобладают микрочастицы более крупного размера, за пределами обнаруживаются частицы более мелкой фракции.

**Ртутная нагрузка.** Значение фоновой концентрации 0,08 мг/кг было использовано для пос. Киреевск (70 км от г. Томска) [7]. Содержания ртути в пробах жилой части г. Топки соответствуют фоновым, тогда как средние содержания ртути в пробах г. Искитим выше фона в 7,4 раза. Среднее содержание ртути в пределах санитарно-защитной зоны цементного завода г. Топки ниже фонового почти в 6 раз, а в пределах санитарно-защитной зоны завода г. Искитим содержания ртути выше фона практически в 8 раз (Табл. 2).

Таблица 2. Сравнительный анализ содержания ртути в твердой фазе снега в зоне воздействия цементных заводов г. Топки и г. Искитим, мг/кг

| Зона | Среднее, г. Топки | Среднее, г. Искитим | Фон, мг/кг (Обсерватория «Фоновая» ИОА СО РАН) [7] |
|---|---|---|---|
| Жилая | 0,050 | 0,590 | 0,08 |
| Санитарно-защитная зона | 0,014 | 0,633 | |
| Карьер | 0,014 | 0,090 | |

Таким образом, по результатам проведенных исследований были определены степени пылевого загрязнения территорий. В г. Искитим значение пылевой нагрузки в жилой части города выше, вероятно, это связано с разным расположением цементных заводов по отношению к жилой части города. Значения пылевой нагрузки в пределах санитарно-защитных зон, вероятно, различаются из-за объемов производства. В пробах твердой фазы снега г. Топки обнаружены минералы цементного клинкера и породообразующие минералы основного компонента сырьевой смеси для производства цемента. В исследуемых пробах г. Топки найдены микрочастицы, близкие по составу к ферритам Са, оксидам Са в пределах и за пределами санитарно-защитной зоны различных размеров. Различие содержаний ртути в исследуемых пробах, вероятно, связаны с небольшими различиями в технологиях производства цемента, применением ртутьсодержащих добавок.

Литература:


1. Бортникова С.Б., Рапута В.Ф., Девятова А.Ю., Юдахин Ф.Н. Методы анализа данных загрязнения снегового покрова в зонах влияния промышленных предприятий (на примере г. Новосибирска) // Геоэкология - 2009. - № 6. – С. 515–525
2. Касимов Н.С., Кошелева Н.В., Власов Д.В., Терская Е.В. Геохимия снежного покрова в Восточном округе Москвы // Вестник Московского ун-та. Сер. 5: «География». 2012. № 4. С. 14–24.
3. Касимов Н.С Геохимия снежного покрова в Восточном округе Москвы / Н.С. Касимов [и др.] // Вестник Московского университета серия география. – М., 2012. – № 4. – С. 14 – 25
4. Рапута В.Ф., Таловская А.В., Коковкин В.В., Язиков Е.Г. Анализ данных наблюдений аэрозольного загрязнения снегового покрова в окрестностях Томска и Северска // Оптика атмосф. и океана - 2011. - Т. 24, № 1. С. 74-78.
5. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. РД 52.04.186 № 2932-83. — М.: Госкомгидромет, 1991. — 693 с.
6. Сает Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П. Геохимия окружающей среды. М.: Недра, 1990. 335 с.
7. Таловская А.В. Ртуть в пылеаэрозолях на территории г. Томска / А.В. Таловская [и др.] // Безопасность в техносфере. – 2012. – № 2. – С.3034.
8. Цемент и известь / Под ред. П. Кривенко. Киев, 2008. 480 с.
9. Язиков Е. Г. Разработка методологии комплексной эколого-геохимической оценки состояния природной среды (на примере объектов юга Западной Сибири) // Изве-

стия Томского политехнического университета. - 2011. – Т. 304. – Вып. 1. – С. 325-336
10. Язиков Е.Г. Экогеохимия урбанизированных территорий юга Западной Сибири: Автореф. дис. д-ра геол.-мин. наук. Томск, 2006. 47 с.

# ФОРМЫ СОЕДИНЕНИЙ ЦИНКА В АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ПОЧВАХ ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА

Волошедова В.В., Соловьев М.А., Дрогальцева М.С., Переломов Л.В.
Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого, г. Тула

# Zn SPECIATION IN THE ALLUVIAL SOILS OF INDUSTRIAL CITY

Voloshedova V.V., Solovev M.A., Drogalceva M.S., Perelomov L.V.
Tula State Lev Tolstoy Pedagogical University, Tula

**Annotation.** This paper presents the results of a study of the forms of zinc in the floodplain soils of the Upa river within the industrialized city of Tula. The paper also presents some of the agrochemical properties of the studied soils, and the total content of zinc, nickel and iron in them.

**Keywords:** heavy metals, zinc, selective extraction, alluvial soils.

Своеобразие форм соединений тяжелых металлов, в том числе цинка, в аллювиальных почвах определяется особенностями их генезиса – нахождением в подчинённом ландшафте, действием аллювиального процесса, подстиланием карбонатными породами. Также на формы нахождения металлов влияет интенсивное использование аллювиальных почв для производства сельскохозяйственной продукции, которое сопровождается водными мелиорациями и внесением высоких доз удобрений и средств химической защиты растений.

Цинк играет большую роль в биохимических процессах живых организмов, принимает непосредственное участие в синтезе хлорофилла и увеличивает интенсивность фотосинтеза. Он положительно влияет на углеводный обмен и синтез белковых веществ в растениях, на образование витаминов группы В, а также витаминов С и Р, на процесс оплодотворения и развития зародыша. При отсутствии этого элемента растения погибают вскоре после появления всходов, несмотря на наличие всех других элементов питания.

Цинк широко распространен в природе. Среднее содержание в земной коре составляет примерно 83 мг/кг, в поверхностных слоях почв – от 17 до 125 мг/кг. В породах цинк содержится в виде простого сульфида, а также замещает магний в силикатах. В процессе выветривания минералов образуется подвижный двухвалентный металл. Он легко адсорбируется минералами и органическими соединениями. В большей части типов почв цинк

аккумулируется в поверхностных горизонтах и ассоциирует с гидроксидами железа, алюминия и глинистыми минералами [1].

Целью нашей работы являлось изучение форм соединений цинка в аллювиальных почвах р. Упа в черте индустриально развитого города.

Были изучены образцы аллювиальных луговых насыщенных почв, отобранные на двух участках в пойме реки Упы на окраине города Тулы (Криволучье) - под естественной луговой растительностью и на пашне. Участки расположены приблизительно в 2 км от ПАО «Тулачермет».

Для определения форм соединений ТМ была использована методика последовательных селективных экстракций Тессиера с соавт. [2]. Согласно методике, можно выделить пять форм соединений или фракций: обменную (Ex), связанную с карбонатами/специфически сорбированную (AcNa), связанную с оксидами/гидроксидами железа и марганца (Ox), связанную с органическим веществом (Or) и остаточную (Rs).

Некоторые агрохимические свойства изученных почв в слое 0-20 см приведены в табл. 1.

Таблица 1. Агрохимические свойства аллювиальных почв.

| Участок | Гумус, % | $pH_{сол}$ | $P_2O_5$, мг / 100 г | $K_2O$, мг / 100 г | Физ. песок, % | Физ. глина, % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Пойма р. Упы, луг | 6,8 | 7,3 | 1,3 | 6,0 | 40,8 | 59,2 |
| Пойма р. Упы, пашня | 3,8 | 7,4 | 27,5 | 14,5 | 65,1 | 34,9 |

Влияние г. Тулы сказывается на увеличении общего содержания в пойменных почвах р. Упы железа, цинка и никеля (табл. 2).

Таблица 2. Общее содержание тяжелых металлов в аллювиальных почвах (мг/кг)

| Участок | Fe | Zn | Ni |
|---|---|---|---|
| Пойма р. Упы, луг | 33000 | 100 | 24,5 |
| Пойма р. Упы, пашня | 31500 | 225 | 27,5 |

Независимо от характера использования в пойменных почвах р. Упа отмечено увеличение общего содержания Zn, равное или превышающее установленные ПДК.

Результаты последовательных селективных экстракций по методу Тессиера представлены на рис. 1, 2.

В порядке уменьшения содержания цинка в целинных почвах экстрагируемые фракции образуют ряд:

Связанная с оксидами/гидроксидами железа и марганца = Остаточная > Связанная с органическим веществом > Связанная с карбонатами

Рис. 1. Формы нахождения цинка в целинных аллювиальных почвах р. Упы (%)

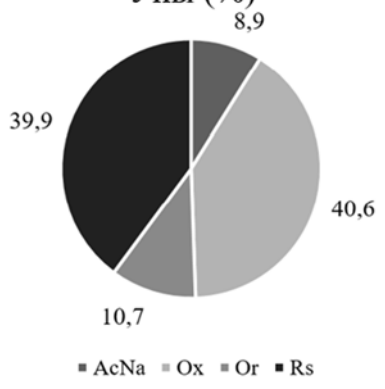
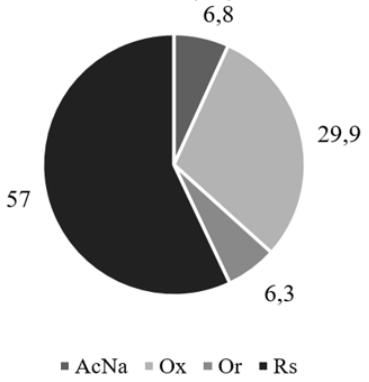



Рис. 2. Формы нахождения цинка в пахотных аллювиальных почвах р. Упы (%)




Похожий ряд образуют фракции цинка в пахотных почах. На основании полученных результатов эксперимента можно сделать вывод, что содержание Zn в пахотных пойменных почвах Упы увеличивается по сравнению с почвами под естественной растительностью за счет остаточной фракции. Металлы, входящие в состав данной фракции, представлены прочными соединениями, которые не способны переходить в почвенный раствор и поглощаться растениями.

Таким образом, несмотря на увеличение содержания цинка в аллювиальных почвах вблизи металлургического комбината, большая часть элемента аккумулируется в относительно малоподвижной фракции, связанной с оксидами/гидроксидами железа и марганца и в инертной остаточной фракции. Однако, превышение ПДК цинка в пахотной почве вызывает опасения и требует детального и постоянного мониторинга за качеством выращиваемой на ней сельскохозяйственной продукции.

Литература:

[1] Битюцкий Н.П. Микроэлементы и растения. Изд-во С.-Петер. ун-та, 1999 г. 233 с.
[2] Tessier A., Campbell P. G. C., Bisson M. Sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace metals // Analytical chemistry, V. 51, N 7, p.844-851.

## ВЛИЯНИЕ ПРОТИВОГОЛОЛЕДНЫХ РЕАГЕНТОВ НА ТКАНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Гагарина Л.В., Панкратова К.В.
Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург

## THE INFLUENCE OF ANTI-ICING REAGENTS ON WOVEN MATERIALS

Gagarina L.V., Pankratova K.V.
Saint-Petersburg Mining University, Saint-Petersburg

**Annotation.** In the research paper we focus: some ways of anti-icing reagents. We analyze chemical composition of thawed masses with the use of anti-icing reagents.

**Key words:** anti-icing reagents, aggression of the residues of anti-icing reagents, influence of anti-icing reagents on woven materials.

Ежегодно в Санкт-Петербурге на дороги города расходуют до 120 тысяч тонн противогололедных реагентов (ПГР). Все противогололедные реагенты (ПГР) должны удовлетворять следующим требованиям:
- снижать точку замерзания воды при отрицательных температурах;
- быстро взаимодействовать и плавить снежно-ледяные отложения;
- не повышать скользкость дорожного покрытия до опасных значений;
- не вызывать вредного воздействия на дорожные покрытия;
- не угнетать зеленые насаждения;
- не оказывать отрицательного влияния на металл, резину и кожу;
- быть безвредными для здоровья человека и экологии [2].

Отрицательное влияние ПГР подробно изучалось в МГУ профессором В.А. Королевым. Он отмечал негативное влияние на автотранспорт, обувь, почвы и другие грунты, растения, а также на здоровье горожан и их домашних питомцев [1].

Проведенные исследования в МГУ химического состава талой массы с использование ПГР отметили следующие концентрации компонентов.

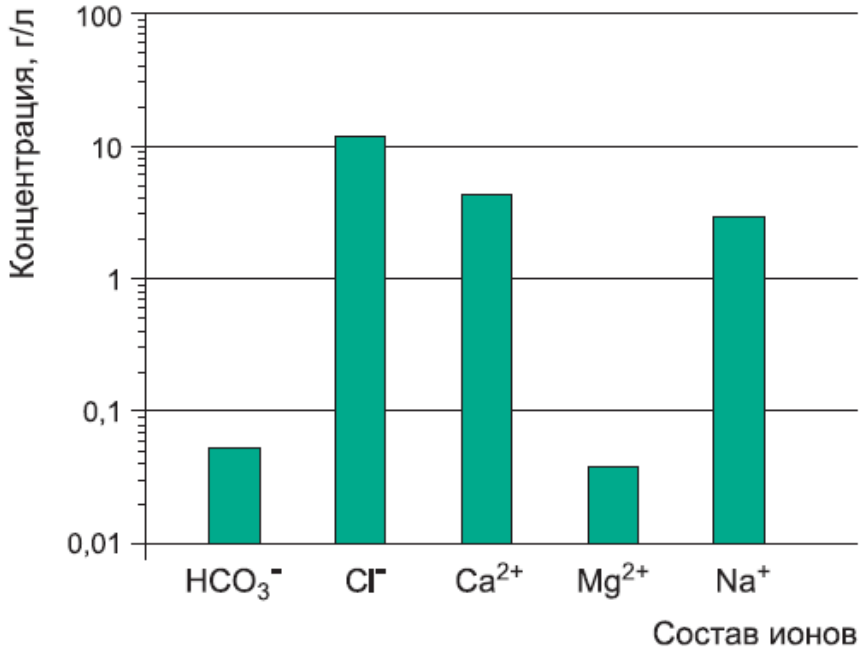



Рис. 1. Состав и концентрация ионов солевого раствора дорожного остатка ПГР, отобранного на ул. Профсоюзной [1]

В своем опыте автором в качестве противогололедных реагентов использовались «Противогололедное средство nofrost» (состав: хлористый кальций, хлористый натрий) и «Экологичное противогололедное средство» (состав: композиция хлорида натрия, хлорида кальция и/или магния, мраморная крошка фракции 2,5-5 мм по ГОСТ 8267-93). Исходя из состава, первое средство можно отнести к химическим противогололедным реагентам, а второе - к комбинированным.

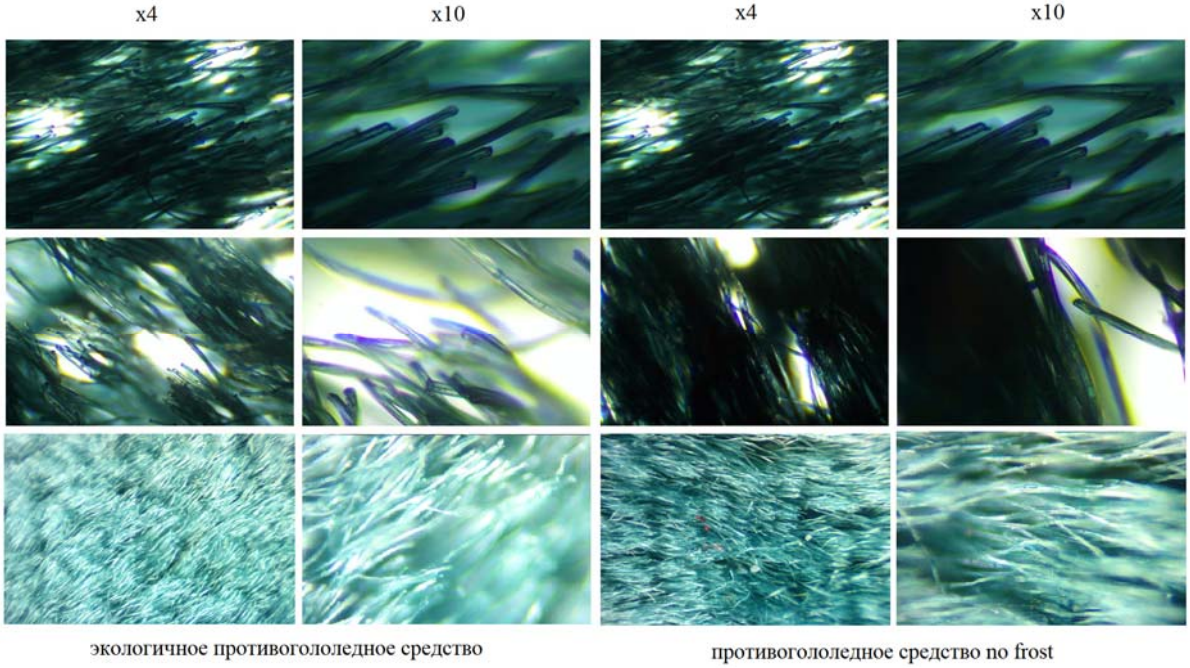



Рис. 2. Ткань под микроскопом (снизу вверх: первый ряд – до начала эксперимента, второй ряд – через 14 дней после, третий ряд – через 42 суток)

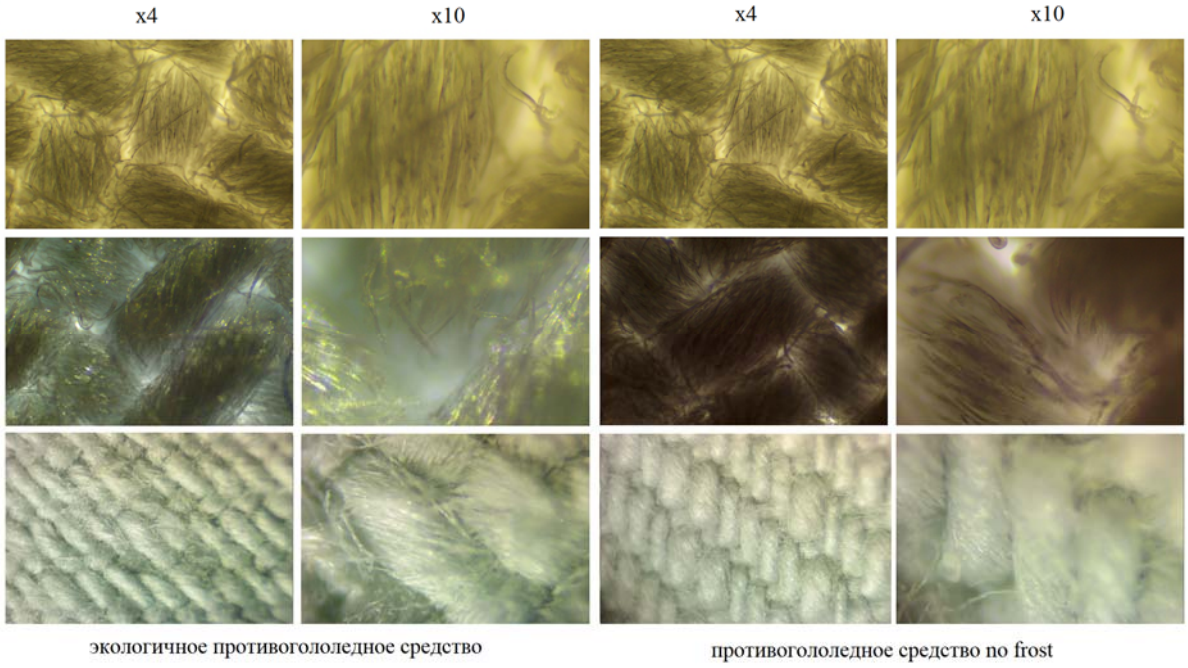



Рис. 3. Ткань под микроскопом (снизу вверх: первый ряд – до начала эксперимента, второй ряд – через 14 дней после, третий ряд – через 42 суток)

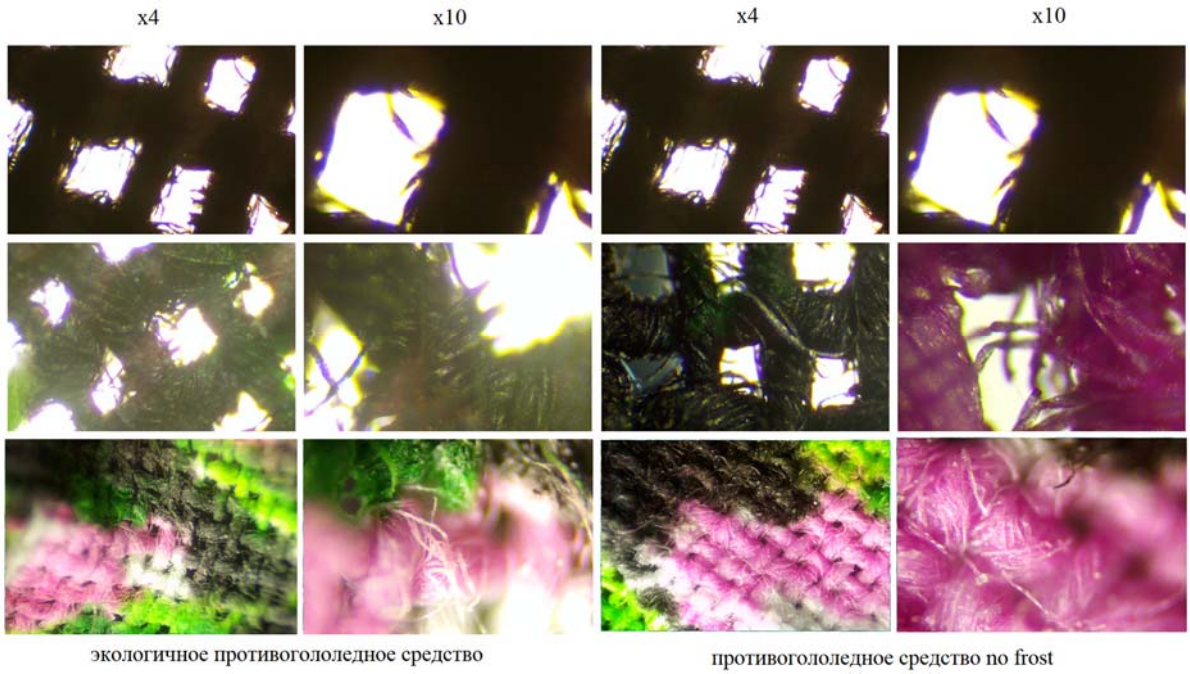



Рис. 4. Ткань под микроскопом (снизу вверх: первый ряд – до начала эксперимента, второй ряд – через 14 дней после, третий ряд – через 42 суток)

Для исследования влияния противогололедных реагентов на ткань были выбраны разные виды ткани. Образцы ткани циклично подвергались замачиванию на 1–3 дня, а после высушиванию. Общая продолжительность эксперимента составила 42 суток. Для оценки изменений до и после воздействия ПГР была выполнена микросъемка (микроскоп Levenhuk D870T0) тканой структуры при 4-х кратном и 10-ти кратном увеличении.

Суть эксперимента – сравнение структуры ткани под микроскопом до и после контакта с ПГР и выявление визуальных изменений. Исследуется влияние ПГР на цвет, размер, гибкость и эластичность волокон, а также на структуру ткани.

Вывод: Соли ПГР, покрывая отдельные тканевые волокна, негативно влияют на микроструктуру ткани, тем самым повышая ее гигроскопичность, ломкость и снижая механическую прочность. Такие многократные воздействия на ткань, безусловно, будут вести к ее износу и снижению качества. Ткань меняет свой цвет, размеры, теряет гибкость и эластичность, становится ломкой и жесткой на ощупь. На разных тканях эти изменения сказываются в различной степени, однако в любом случае они отрицательны.

Литература:

[1] Королев В. А., Соколов В. Н., Самарин Е. Н., 2009. Оценка эколого-геологических последствий применения противогололедных реагентов в г. Москве. Инженерная геология, №1, с. 34-43.

[2] Мосин О.В. Вред средств против обледенения, применяемых на дорогах // эл. ресурс www.o8ode.ru

# ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ НА ТЕРРИТОРИИ Г. РЯЗАНЬ

Глебов Д.Е., Родькина И.А.
МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва

# GEOECOLOGICAL SITUATION ON THE TERRITORY OF RYAZAN

Glebov D.E., Rodkina I.A.
Lomonosov Moscow State University, Moscow

**Annotation.** In work the analysis of geoecological characteristics of the territory of the city of Ryazan, based on the following factors: the main sources of pollution in the city, the pollution of surface waters by various elements, accumulation of heavy metals in the soil, the availability of vehicles and radiation anomalies in the city. The contribution of forest landscapes and resort areas to the improvement of the ecological situation was also assessed.
**Keyword:** Geoecological features, Ryazan, ecological situation

Город Рязань – административный, промышленный и культурный центр России, расположенный на северо-западе Рязанской области. Площадь 223,7 км$^2$, находится в 180 км от Москвы. Основная его часть располагается на высоком правом берегу Оки, 28 км² занимает курортный район Солотча, входящий в территорию Мещёрского национального парка и удалённый от Рязани на 12 км. Климатические условия — умеренно-континентальные, с характерной умеренно холодной зимой и тёплым летом. Население Рязани составляет 532 772 человек, из которых 95,8 % — русские [4].

Основные промышленные источники загрязнения воздуха, почв, поверхностных и подземных вод города – это Рязанский НПЗ, различные химические предприятия («Рикол», «Криоген», «Новохим Рязань» и т.д.) и «южный промышленный узел». Экологическая ситуация сильно осложнена горением торфяников Мещерских лесов в летние месяцы, а также наличием большого количества несанкционированных свалок на территории города. Наличие курортных зон с чистым воздухом севернее города в целом смягчает экологическую обстановку [4].

Основные загрязняющие вещества поверхностных вод - фосфаты, аммиак, нитритный азот, органические вещества (по БПК5). Содержание нефтепродуктов, хлора, тяжелых металлов ниже ПДК, жесткость воды ниже ПДК. Общая минерализация воды везде низкая и средняя, что соответствует норме. Небольшое превышение концентрации железа выявлено в озере Ореховом. Присутствуют заиленность берегов и дна, засоренность мусором и бытовыми отходами русел рек. Наиболее загрязнённая река - Трубеж, наиболее чистые водоемы - Борковские карьеры [2].

Наиболее активно в почвах города Рязани накапливаются следующие элементы: цинк, свинец, кадмий, олово, медь, хром. В отдельных точках есть превышение ПДК по цинку, и свинцу в несколько раз, при этом с уве-

личением расстояния от источника загрязнения содержание цинка в почвах уменьшается, а содержание свинца остается достаточно высоким и изменяется незначительно. Валовое содержание марганца, молибдена, ванадия, никеля, кобальта меньше ПДК, что свидетельствует об отсутствии загрязнения почв данными элементами [1].

Лесные ландшафты занимают незначительные площади - менее 10% от территории города. Городские леса состоят из 160 участков общей площадью 886,5 га, расположенные в зонах отдыха и промышленных зонах города, также в жилых массивах. В 2015 году продолжалась работа по оформлению земельных участков, занятых городскими лесами на территории города - выполнены работы первого этапа для формирования 110 земельных участков городского леса [3].

На 2015 год количество автомобилей, зарегистрированных на территории города, составило 193412 единиц. Автотранспорт становится одним из основных источников загрязнения атмосферного воздуха. Доля его выбросов в общем объеме составляет 80%. Но в то же время за последние годы значительно увеличилась доля транспортных средств с улучшенными экологическими характеристиками, что способствует снижению негативного воздействия на воздух в городе [3].

На территории города в 2014 году локальных радиационных аномалий и техногенных загрязнений не зарегистрировано. По результатам проведенных исследований радиационная обстановка на территории Рязани признана в целом удовлетворительной [3].

Неподалеку от промышленных источников загрязнения наблюдается угнетение растительности: наблюдается суховершинность и усыхание деревьев, пожелтение травы и кустарников [3,4].

Однако в последнее время стали проводится различные мероприятия по улучшению экологической обстановки в городе: контроль за выбросом бытовых отходов в водоемы, перенос промышленных предприятий, свалок и полигонов за черту города, контроль над торфяниками в Мещерских лесах, увеличение площади зеленых насаждений [3,4].

Литература:

[1] Гальченко С.В., Ляпкало А.А., Федоренко А.В., Цурган А.М. Оценка уровня и степени опасности загрязнения тяжелыми металлами поверхностного слоя почв города Рязани // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П.Павлова, №3-4, 2001г.

[2] Подоль С.Р., Попова З.И. Гидрохимическое состояние поверхностных вод города Рязани // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова, №4, 2014 г.

[3] Администрация города Рязани. http://admrzn.ru/gorodskaya-sreda/upravlenie-blagoustrojstva/informatsiya-o-sostoyanii-okruzhayushej-sredy-v-gorode-ryazani

[4] Экология Рязани — проблемы с воздухом, водой, почвой, лесами и мусором. http://greenologia.ru/eko-problemy/goroda/ryazan.html

# ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА КАЧЕСТВО ВОДЫ МАЛЫХ ВОДОЕМОВ Г. КИРОВА

Глушкова А. С., Кутявина Т. И.
Вятский государственный университет, Киров

# THE INFLUENCE OF NATURAL AND ANTHROPOGENIC FACTORS ON WATER QUALITY IN SMALL RESERVOIRS IN KIROV

Glushkova A. S., Kutyavina T. I.
Vyatka State University, Kirov

**Annotation.** The article presents the results of chemical and biological analyzes of water in small reservoirs of water in the city of Kirov. A high content of phosphate ions was found in two reservoirs. Acute toxicity was found in reservoirs located in the city center in the bioassays with test-system "Ekolyum".

**Keywords:** reservoir, water quality, nutrients, toxicity.

Малые водоемы, находящиеся в городской черте, испытывают большую антропогенную нагрузку по сравнению с водоемами, расположенными вдали от населенных пунктов. Это связано с их частой посещаемостью жителями города, поступлением ливневых сточных вод от жилой застройки и автомобильных дорог, расположенных в непосредственной близости от водных объектов. В связи с этим, важно проводить мониторинг и оценку качества воды таких объектов для контроля их санитарного и экологического состояния.

Цель работы – оценка качества воды в малых водоемах г. Кирова по результатам физико-химического и токсикологического анализа проб воды.

Для изучения были выбраны три водоема: верхний и нижний пруды в парке им. Кирова в центральной части города, водоем в дендрологическом парке лесоводов Кировской области, расположенный в слободе Сошени в г. Кирове. Данные водоемы находятся на территориях, используемых в рекреационных целях. Отбор проб производили в октябре 2018 г. с поверхности водоемов.

Физико-химический анализ проб воды проводили по аттестованным методикам измерений в аккредитованной научно-исследовательской эко-аналитической лаборатории Вятского государственного университета. Острую токсичность проб воды определяли в биотесте по бактериальной тест-системе «Эколюм». В ходе химического анализа были определены следующие показатели: водородный показатель (pH) – потенциометрическим методом; ионы аммония, нитрат- и фосфат-ионы, химическое потребление кислорода (ХПК) – фотометрическим; перманганатная окисляемость, растворенный кислород– титриметрическим; электропроводность – кондуктометрическим методом. Работа по изучению физико-химического состава проб воды из верхнего и нижнего прудов парка им. Кирова и из

водоема дендрологического парка является продолжением исследования [1] по изучению экологического состояния малых водоемов г. Кирова.

Результаты гидрохимического анализа проб воды из трех объектов исследования за 2018 г. представлены в табл. 1. Данные физико-химического анализа сравнивали с предельно-допустимыми концентрациями (ПДК) для водоемов культурно-бытового назначения [2].

Таблица 1. Результаты физико-химического анализа проб воды из малых водоемов г. Кирова

| Показатель, единицы измерения | Верхний пруд, парк им. Кирова | Нижний пруд, парк им. Кирова | Водоем в дендрологическом парке | ПДК |
|---|---|---|---|---|
| Водородный показатель, ед. pH | 7,6±0,2 | 8,7±0,2 | 7,8±0,2 | 6,5-8,5 |
| Ион аммония, мг/дм$^3$ (в пересчете на азот) | 0,46±0,16 | 0,54±0,19 | 0,58±0,20 | 1,5 |
| Нитрат- ионы, мг/дм$^3$ | 20,0±2,4 | 27,5±3,3 | 11,4±1,4 | 45 |
| Фосфат-ионы, мг/дм$^3$ | 1,61±0,24 | <0,1 | 0,43±0,11 | 0,05 |
| Перманганатная окисляемость, мгО/дм$^3$ | 5,0±0,5 | 3,41±0,34 | 3,64±0,36 | - |
| ХПК, мгО/дм$^3$ | < 5 | 6,5±2,0 | < 5 | 30 |
| Растворенный кислород, мг/дм$^3$ | 7,0±1,1 | 5,8±0,9 | 6,9±1,1 | - |
| Удельная электропроводность, мкСм/см | 775±39 | 757±38 | 890±40 | - |

Согласно полученным результатам (табл. 1), в 2018 г. отмечено превышение установленного норматива по содержанию фосфат-ионов в воде в верхнем водоеме парка им. Кирова и в водоеме, расположенном в дендрологическом парке лесоводов Кировской области. В 2016-2017 гг. нами уже отмечалось превышение по этому показателю в нижнем пруду (парк им. Кирова) и в дендрологическом парке [1]. Также на протяжении 2016-2018 гг., нами отмечается высокое значение водородного показателя в воде нижнего пруда (парк им. Кирова), что свидетельствует о щелочной реакции среды в данном водоеме, вызванной присутствием $Na_2CO_3$ или $NaHCO_3$[3].

Результаты определения степени токсичности воды из малых водоемов г. Кирова представлены в табл. 2.

В целом, по результатам физико-химического и биологического анализа проб воды, качество воды в изученных водоемах соответствует 2-му классу, чистая вода. В двух водоемах зафиксировано превышение ПДК по содержанию фосфат-ионов: в верхнем пруду в парке им. Кирова и в водоеме, расположенном в дендрологическом парке лесоводов Кировской области.

Таблица 2. Индексы токсичности проб воды из малых водоемов г. Кирова

| Водоём | Индекс токсичности по тест-системе «Эколюм» | Группа токсичности, характеристика |
|---|---|---|
| Верхний пруд, парк им. Кирова | 45±17 | 2 группа, проба токсична |
| Нижний пруд, парк им. Кирова | 39,8±0,8 | 2 группа, проба токсична |
| Водоём, дендрологический парк лесоводов Кировской области | (-77)±12 | 1 группа, проба не токсична |

Вода в водоемах, расположенных в центре г. Кирова, является токсичной по тест-системе «Эколюм», что может быть связано с влиянием антропогенных факторов. В данные водоемы поступают сточные ливневые воды от городской застройки и автомобильных дорог. Проведенная экологическая оценка может быть использована при разработке управленческих решений по контролю качества воды в городских водоемах, а также при планировании хозяйственной деятельности на территории г. Кирова.

*Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых учёных – кандидатов наук (МК-86.2019.5).*

Литература:

[1] Кутявина Т.И., Ашихмина Т.Я. Экологическая оценка состояния малых водоемов г. Кирова по результатам гидрохимического анализа // Экология родного края: проблемы и пути их решения. Материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Киров: ВятГУ, 2018. С. 47–51.

[2] ГН 2.1.5.1315-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.

[3] Никаноров А.М. Гидрохимия. СПб.: Гидрометеоиздат, 2001. 444 с.

## КАЧЕСТВО ПИТЬЕВЫХ ВОД БАХЧИСАРАЙСКОГО РАЙОНА КРЫМА

Гольм М.А., Ушакова Л.В., Каюкова Е.П.
Санкт-Петербургский Государственный университет, Санкт-Петербург

## QUALITY OF DRINKING WATERS OF THE BAKHCHISARAI DISTRICT OF CRIMEA

Golm M., Ushakova L., Kayukova E.
Saint Petersburg State University, Saint Petersburg

**Annotation.** The article focuses on identifying nitrogen compounds ($NO_3^-$, $NO_2^-$, $NH_4^+$) in drinking waters of the Bakhchisarai district of Crimea and their effects on human's health.

**Keywords:** Crimea, nitrogen compounds.

Качество питьевых вод Крымского полуострова - одна из важнейших тем исследования на сегодняшний день. Вследствие высокой антропогенной загруженности существует ряд определенных проблем, отражающихся на количественных и качественных характеристиках подземных вод.

Объект исследования – грунтовые воды восточной части Бахчисарайского района Крыма. Изучены районы деревни Трудолюбовки и посёлка Скалистое, которые расположены в среднем течении реки Бодрак. Изучаемая территория расположена в межгрядовом понижении между Первой и Второй грядами Крымских гор, занимая часть Второй гряды, представленной хребтом с куэстовым рельефом, расчлененным речными долинами, оврагами и балками [1].

Основными факторами, определяющими химический состав подземных и поверхностных вод, являются химические и минеральные параметры горных пород и процессы выветривания. Помимо этого, антропогенная деятельность может нарушать гидрогеологический режим подземных вод, влияя на их качество. В данной местности развиты гидротехнические сооружения (небольшие ставки, карьеры и т.п.) и сельскохозяйственные угодья (животноводческие фермы, сады и огороды).

Подземные воды территории, используемые в хозяйственно-питьевых целях, связаны с четвертичными отложениями ($Q_{II}lt$-$Q_{IV}$), представленными аллювием, делювием, пролювием и элювием; с терригенно-карбонатными породами мелового и палеогенового возраста ($K_1h$-$K_2km$, $P_1d$-$P_2lt$); с корой выветривания коренных пород (в частности, с зоной трещиноватости вулканогенно-осадочной толщи **$J_2b$**).

Грунтовые воды территории питаются за счет атмосферных осадков, залегают на небольших глубинах и обладают высокими скоростями водообмена. Воды преимущественно слабощелочные сульфатно-гидрокарбонатные или гидрокарбонатные магниево-кальциевые со средней минерализацией 0,6 г/л, а средние показатели жесткости воды достигают 8-12 мг-экв/л.

Во время исследования подземных вод осуществлялись маршруты, в процессе которых измерялись такие параметры как УЭП, pH, Eh, TºC. В ходе полевых маршрутов было отобрано 40 проб из различных источников, 21 из которых была проанализирована на соединения азота.

В ходе аналитического изучения вод концентрация нитратов ($NO_3^-$) определялась электрохимическим методом с помощью ионометра И-500 (производитель ЗАО «Аквилон»).

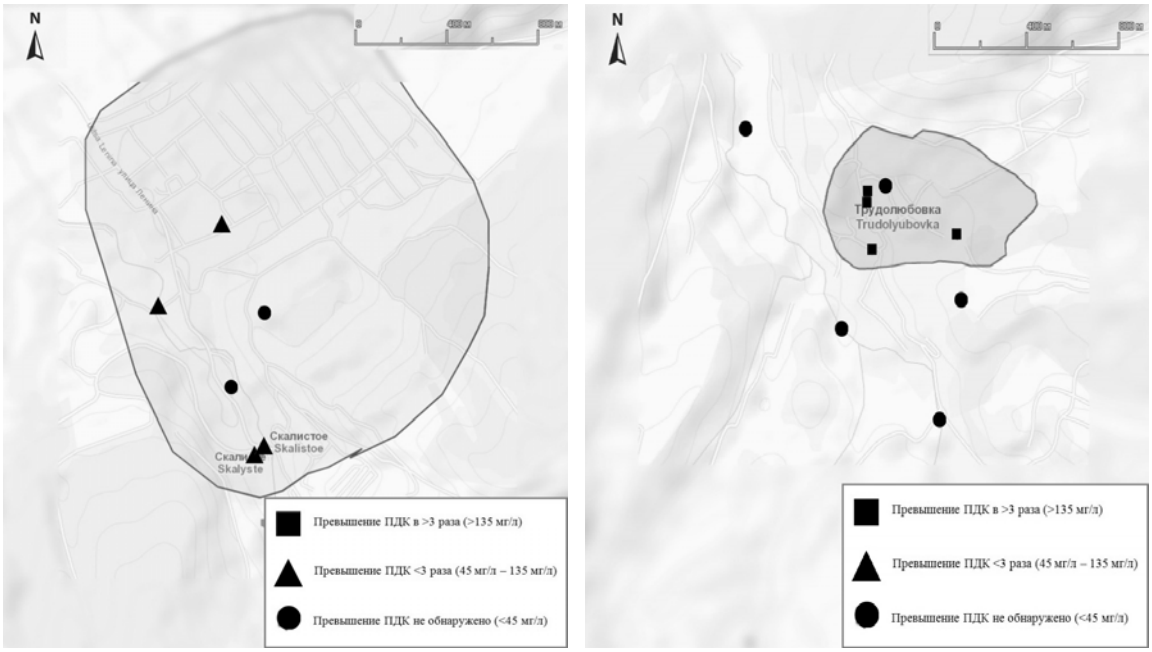
Ионы аммония ($NH_4^+$) и нитриты ($NO_2^-$) выявлялись колориметрическим методом с помощью фотоколориметра HACH DR-890. Суть колориметрического метода - установление концентрации вещества по окраске раствора при прохождении светового потока через него.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) в мг/л согласно «СанПиН 2.1.4.1074-01: нитраты (**$NO_3^-$**) - 45 мг/л; нитриты (**$NO_2^-$**) - 3,3 мг/л (по нит-

рит-иону), или 1 мг/л в пересчете на азот аммонийный; **ионы аммония (**$NH_4^+$) - 2,5 мг/л.

Треть проанализированных проб обладает повышенной концентрацией нитратов (47,5-185,0 мг/л). Высокие значения связаны с антропогенным влиянием, а именно вследствие хозяйственной деятельности (плохо развитая канализация, домашнее хозяйство, огороды). Предельно допустимые концентрации нитритов и ионов аммония не были выявлены, следовательно, можно утверждать, что с момента загрязнения природных вод прошло продолжительное время.

На схемах указаны участки устойчивого нитратного загрязнения.




**Экологически чистая вода – залог здоровья современного человека.** Загрязнение соединениями азота делает воды непригодными для хозяйственно-питьевого использования, влияя на организм человека и приводя к серьезным последствиям для здоровья. В первую очередь, поступление нитратов в организм отражается на желудочно-кишечном тракте. Помимо этого, страдает кровеносная система, а из данного фактора вытекают болезни сердца, почек и печени. Постоянная интоксикация организма человека приводит к нарушению обмена веществ и онкологическим заболеваниям [2].

Загрязнение подземных вод нитратами в бассейне реки Бодрак тщательно изучалось в начале 2000-х годов силами студентов и преподавателей СПбГУ, а в дальнейшем осуществлялось эпизодически.

Основные причины загрязнения - отсутствие централизованной канализации, активная хозяйственная деятельность, домашнее животноводство и фермы. Пик загрязнения приходится на летний период, в связи с увеличением антропогенной нагрузки и водопользования, высокой испаряемостью воды и ряда других факторов. Исходя из данных проблем, необходи-

мо проводить мониторинг качества вод и информировать население о наличии нитратного загрязнения.

**Литература:**

1. Каюкова Е. П., Котова И. К. Особенности формирования химического состава подземных вод зоны активного водообмена бассейна р. Бодрак (юго-западный Крым) // Вестник СПбГУ. Науки о Земле. Т. 62. Вып. 4. С. 343-356. 2017.
2. Шумигай И.В. Влияние нитратов подземных вод на состояние здоровья населения / И.В. Шумигай // Агроэкологічний журнал № 4. С.53-58. 2015.

## УПРАВЛЕНИЕ ТВЕРДЫМИ КОММУНАЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ С ПРИМЕНЕНИЕМ МИКРО ГАЗОТУРБИННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Горбунов Г.Н., Рахманов Ю.А., Сергиенко О.И.
Университет ИТМО, Санкт-Петербург

## MANAGEMENT OF SOLID MUNICIPAL WASTE USING MICRO GAS TURBINE TECHNOLOGIES

Gorbunov G.N., RakhmanovYu.A., Sergienko OI
ITMO University, St. Petersburg.

**Annotation.** The paper is devoted to solving such a burning issue as a collection of waste around authorized but overloaded dumps as well as unauthorized dumps of St. Petersburg and the Leningrad Regions by use of micro turbine technologies. Due to use of a modular mobile gas turbine unit a joint production of electricity and heat energy through the thermo-oxidative disposal of municipal solid waste is possible with the simultaneous decrease of generating flue gases.

**Keywords:** Municipalsolidwaste, micro gas turbine technologies, landfills, the thermo-oxidative disposal, electric energy.

Одним из эффективных методов утилизации твёрдых коммунальных отходов (ТКО) является использование энергетических технологий с применением системы очистки газовых выбросов до значений, не превышающих установленные лимиты. Это является вполне обоснованным, поскольку приводит к уменьшению количества как санкционированных так и несанкционированных свалок, что особенно актуально для Санкт-Петербурга и Ленинградской области, где уже к 2020 году ожидается образование 2084 тыс. тонн твёрдых бытовых отходов [1]. Ежегодный прирост ТКО составляет более 1,6% [2], а ситуация с расположением мест санкционированных и несанкционированных свалок выглядит удручающе (рисунок) [3].

Решением проблемы может стать создание мобильного комплекса для энергетической утилизации ТКО с применением микро газотурбинных технологий.

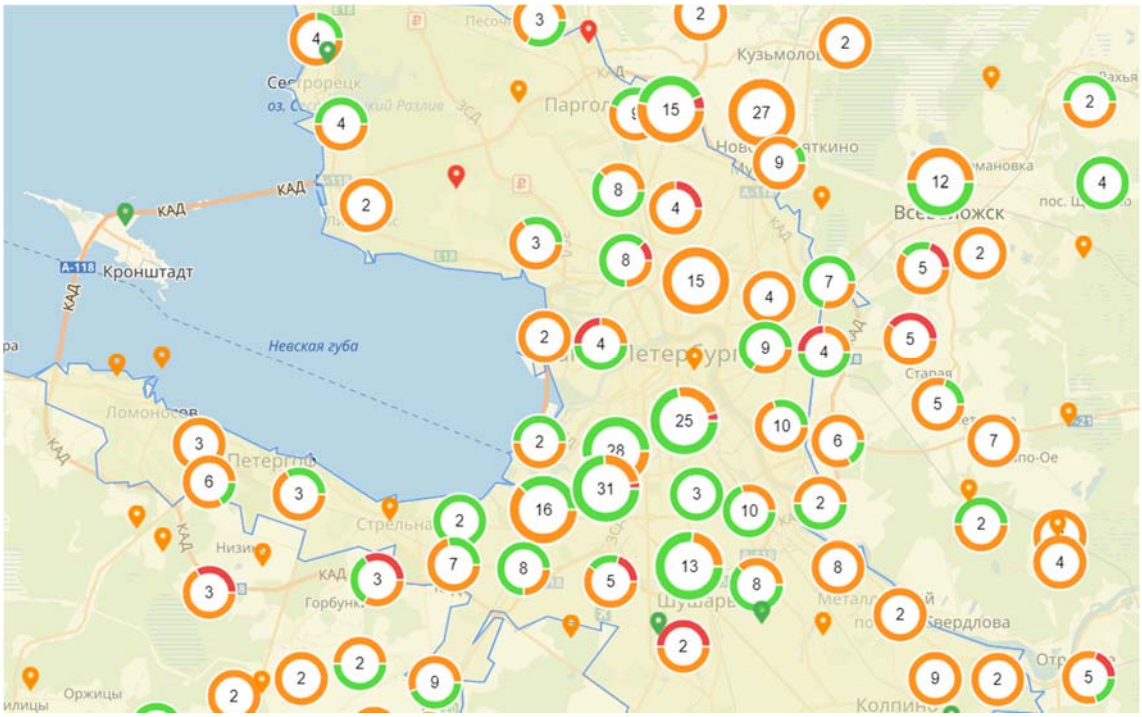



Рисунок. Определение локаций потенциальных источников твердых коммунальных отходов – санкционированных и несанкционированных свалок [2]

Как известно, согласно ч. 1 ст. 24.6 Федерального закона от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» сбор, транспортирование, обработка, утилизация, обезвреживание, захоронение твердых коммунальных отходов на территории субъекта Российской Федерации обеспечиваются региональным оператором, в обязанности которого входит как организация новых мест размещения отходов, так и рекультивация полигонов, исчерпавших свою емкость. Учитывая при этом объемы несанкционированных свалок, с которых только в Санкт–Петербурге в 2018 г. было вывезено 3173 тонн отходов по данным администрации Санкт-Петербурга, становится очевидной необходимость ускорения системной работы по их ликвидации [4]. Применение энергетических микрогазотурбинных технологий и установок малой мощности до 1000 кВт для утилизации теплоты дымовых газов систем термоокислительного обезвреживания ТКО является обоснованным с экологической и экономической точек зрения при создании автономных энерготехнологических комплексов для энергетической утилизации отходов на свалках. Достоинством микрогазотурбинных технологий является более энергоэффективное преобразование высокотемпературной теплоты в механическую или электрическую энергию, возможность работы при низких энергетических нагрузках, низкая стоимость эксплуатационных расходов, высокая надежность и простота монтажа. Модульное исполнение позволяет перемещать данный комплекс непосредственно к местам локализации свалок и использовать вырабатываемую

теплоту и электрическую энергию, в частности, для изолированных потребителей.

Применение газотурбинных технологий потребует предварительной высокотемпературной очистки дымовых газов от твердых частиц. Для этого могут быть использованы разработанные в НИИОГАЗЕ конструкции фильтров с импульсной регенерацией, оснащенные керамическими элементами Gerafil фирмы «MadissonFiltor», способными работать при температуре до 900°С с одновременным удалением диоксинов и оксидов азота [5, 6]. Можно применить и керамические фильтровальные элементы ЗАО «НТИ БАКОР», также способные работать при температуре газов до 900°С и разработанную на их основе фильтровальную установку ФКИ – 45Т с импульсной регенерацией сжатым воздухом [7]. Керамические фильтры предназначены для очистки от пыли высокотемпературных, нетококсичных и невзрывоопасных газов в металлургической, химической и перерабатывающих промышленности без потери утилизируемой теплоты.

Результаты проведённых расчётов показывают, что при производительности комплекса по перерабатываемым отходам 1000 кг/ч применение воздушной турбинной установки для утилизации теплоты уходящих дымовых газов позволяет при изменении коэффициента избытка воздуха процесса в интервале 2-1,6 сократить расход дополнительного топлива на 190-152 кг/ч, потребляемого воздуха на 2313 – 1849 $м^3_н$/ч, образующихся дымовых газов на 2482 – 1982 $м^3_н$/ч, получить дополнительно электрическую 222 – 177 кВт и тепловую 2671 – 1848 кВт мощности, сократить расход условного топлива в замещаемых котельных и тепловых конденсационных электрических станциях 309 – 242 кг/ч [8].При этом также произойдет снижение выбросов парниковых газов.

Коэффициент использования теплоты в комплексе термоокислительного обезвреживания достигает 0,73 – 0,82. Расход воздуха через турбину составляет 1,74 – 1,3 кг/с. При продолжительности работы системы термоокислительного обезвреживания 6000 ч/год годовая экономия качественного дополнительного топлива составит 1139 – 910 т/год, условного топлива в замещаемых теплоэнергетических установках 1852 – 1453 т/год.Применение газотурбинных установок с обратной очередностью процессов по сравнению с классической схемой при изменении коэффициента избытка воздуха $\alpha$ процесса термоокислительного обезвреживания в интервале от 2 до 1,6 позволяет получить дополнительно электрическую 492 – 368 кВт и тепловую 4934 – 2452 кВт мощности, сократить расход условного топлива в замещаемых котельных и тепловых конденсационных электрических станциях на 612 – 457 $кг_{ут}$/ч.

Коэффициент использования теплоты в комплексе термоокислительного обезвреживания в этом случае достигает 0,766 – 0,768. Расход дымовых газов через турбину составляет 5,2 – 3,8 кг/с.

Такая гузотурбинная установка может быть создана на базе ГТД-2500.

При работе комплекса термоокислительного обезвреживания 6000 ч/год годовая экономия условного топлива в замещаемых теплоэнергетических установках составит 3672 – 2742 т/год.

Полное использование теплоты отработанного воздуха из турбины для термоокислительного обезвреживания обуславливает несколько больший коэффициент использования теплоты при применении воздушной турбинной установки. В случае применения газотурбинной установки с измененной очередностью процессов через турбину проходят все очищенные дымовые газы, в том числе подмешанный воздух.

Энергетическая утилизация ТКО с применением микротурбинных технологий позволит создать мобильные энерготехнологические комплексы для утилизации ТКО на месте при ликвидации свалок с одновременным получением электрической энергии и теплоты, которые могут быть использованы как для собственных нужд, так и для отпускания в энергетические сети сторонним потребителям.

Литература:

[1] Постановление Правительства Санкт –Петербурга от 29.05.2012 N524

[2] Долгосрочная целевая программа обращения с твёрдыми бытовыми и промышленными отходами в Санкт – Петербурге на 2012 – 2020 годы [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL:https://www.greenpeace.org/russia/Global/russia/report/toxics/recycle/LIP-part1.pdf.

[3] Интерактивная карта свалок [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL:http://kartasvalok.ru/#.

[4] В Санкт –Петербурге ведется системная работа по ликвидации несанкционированных свалок [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL:https://www.gov.spb.ru/gov/admin/bondarenko-nl/news/140702/.

[5] Буракова А.В., Рахманов Ю.А. К вопросу очистки высокотемпературных газов печей термообработки металлических изделий. Научный журнал НИУ ИТМО.Серия «Экономика и экологический менеджмент» №1, 2014. [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: http://economics.ihbt.ifmo.ru/file/article/8846.pdf.

[6] Керамические фильтровальные элементы GERAFIL Козловский В.Ю., Е.Н. Жилинская, http://newchemistry.ru.

[7] Системы и аппараты для очистки технологических и дымовых газов от твердых частиц компании ЗАО «НТЦ Бакор»/( Краснов Б.М., Серебрянский Д.А. Сборник докладов 9 международной конференции пылегазоотчистка – 2016, 27 – 28 сентября 2016 г., г. Москва, ООО «ИНТЕХНО», www.intechco.ru.

[8] Рахманов Ю. А., Сергиенко О.И., Василенок В.Л., Горбунов Г.Н.Об экономической эффективности применения газотурбинных технологий утилизации отходов.Научный журнал НИУ ИТМО.Серия «Экономика и экологический менеджмент» выпуск 1 (36), 2019. [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL:http://economics.ihbt.ifmo.ru/ru/article/18508/perspektivy_proizvodstva_biotopliva_na_osnove_energeticheskih_kultur._ekonomicheskie_i_ekologicheskie_aspekty.htm

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕРТИКАЛЬНОГО ОЗЕЛЕНЕНИЯ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ В ОТДЕЛЬНЫХ РАЙОНАХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Горовенко Л.А., Шамбилова А.В.
Армавирский механико-технологический институт (филиал)ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г.Армавир

# THE USE OF VERTICAL GREENING TO IMPROVE THE ECOLOGICAL SITUATION IN SEPARATE AREAS OF THE URBAN ENVIRONMENT

Gorovenko L.A., Shambilova A.V.
Armavir Institute of Mechanics and Technology (branch)
of FSBI HE «Kuban State Technological University», Armavir

**Abstract.** The article presents the results of the study of the level of concentration in the air of toxic substances released together with exhaust gases of automobile engines in certain areas of the city of Armavir. A set of measures to improve the environmental situation in disadvantaged areas has been developed. The technologies of vertical gardening and the organization of Parking spaces are offered.

**Key words:** ecological situation, concentration of toxic substances, vertical gardening, technologies of gardening.

Вертикальное озеленение является декоративным элементом в строительстве. В то время как города становятся все более застроенными, а дороги более загруженными, свободного окружающего пространства становится значительно меньше. Один из способов решения данной проблемы – это вертикальное озеленение, которое способно изменить внешний облик зданий и сооружений, а также поддерживать особый микроклимат.

Объектом проведённого нами исследования является экологическая обстановка в городских зонах, лишённых живой растительности, либо малоозеленённых. Предмет исследования – способы улучшения экологической обстановки путём вертикального озеленения зданий и сооружений.

Цель исследования- разработка рекомендаций по внедрению вертикального озеленения в городскую среду как способа улучшения её экологической обстановки и, как следствия, улучшения общего климата для густонаселённых городов.

Задачи исследования: обосновать необходимость использования вертикального озеленения в отдельных районах городского поселения; разработать технологию вертикального озеленения зданий и сооружений как способа улучшения экологической обстановки.

Изначально перед нашей командой была поставлена задача исследовать уровень концентрации в воздухе токсичных веществ, выделяемых вместе с отработанными газами автомобильных двигателей в отдельных

районах города Армавира. Проанализировав спутниковые фотоснимки городской территории, мы оценили наиболее загруженные автотранспортом районы для исследования уровней концентрации токсичных веществ, поступающих в воздушную среду от автотранспорта. Нами были определены наиболее подверженные загрязнению районы города, в числе которых оказался и торговый цент «Красная площадь» вместе с прилегающими к нему открытыми парковочными территориями. Заполнение стоянки от 50 до 300 машиномест. Въездов и выездов в час пик - 15% и 25%, соответственно. Общий разбор автомобилей в наиболее напряженные сутки составляет 250% от общего количества мест на стоянке. Замеры уровня концентрации проводились газовым анализатором «Палладий 3» в течение одного года с интервалами 1 месяц. В течение суток снимались показатели с этого прибора. Проведённые эксперименты показали, что значения концентрации примесей в течение суток изменяются в 2-3 раза. В расчет вредных выделений от автотранспортных источников загрязнения атмосферы мы брали легковые автомобили малого и среднего класса, удельные выбросы которых составляют: углерода оксид - 20,8 г/км; углеводороды – 1,3 г/км; окислы азота - 0,63 г/км; диоксид серы - 0,09 г/км. Условные пробеги при въезде-выезде составляют: 0,3 км при въезде и 0,8 км при выезде [1,2]. Количество рабочих дней в году: 365 дней.

Пути выхода из сложившейся ситуации: 1) озеленение зоны вокруг здания, в том числе вертикальное; 2) грамотная организация парковочного места.

Положительные свойства вертикального озеленения: увеличение площади зелёных насаждений по сравнению с горизонтальным озеленением, ориентировочно в 3,5 раза; повышение качества воздуха [3].

Зеленая стена – естественный воздушный фильтр. Он поглощает углекислый газ и взамен выделяет кислород. Кроме того, получаем улучшенный внешний вид помещения. Растения на стене преображают офис, делают его более приятным для длительного пребывания.

Ещё одно немаловажное преимущество вертикального озеленения - экономия на отоплении и кондиционировании. Растения на внешних и внутренних стенах способствуют охлаждению воздуха в теплые летние месяцы. Зимой они создают дополнительную защиту от холода. Это позволяет значительно сократить расходы на коммунальные услуги. Кроме того, уменьшают уровень шума за счет отражения, преломления, поглощения акустических колебаний.

Мы рассмотрели возможные варианты озеленения торгового центра и среди прочих вариантов выбрали следующие, наиболее подходящие для наших климатических условий:

1) гидропонная или войлочная технология. В основе конструкции лежит рама, которая прикреплена непосредственно к декорируемому фасаду. На этот металлический каркас устанавливается поливинилхлоридные пла-

стины (ПВХ) по 10 мм. Далее закрепляется слой с войлоком полиамидного волокна. Данный слой фиксируется карманами примерно 20*20 см. После чего проводится система дренажа и система автоматизации капельного полива, которые включают в себя небольшие трубы и насосы, поставляющие воду и различные удобрения для растительности;

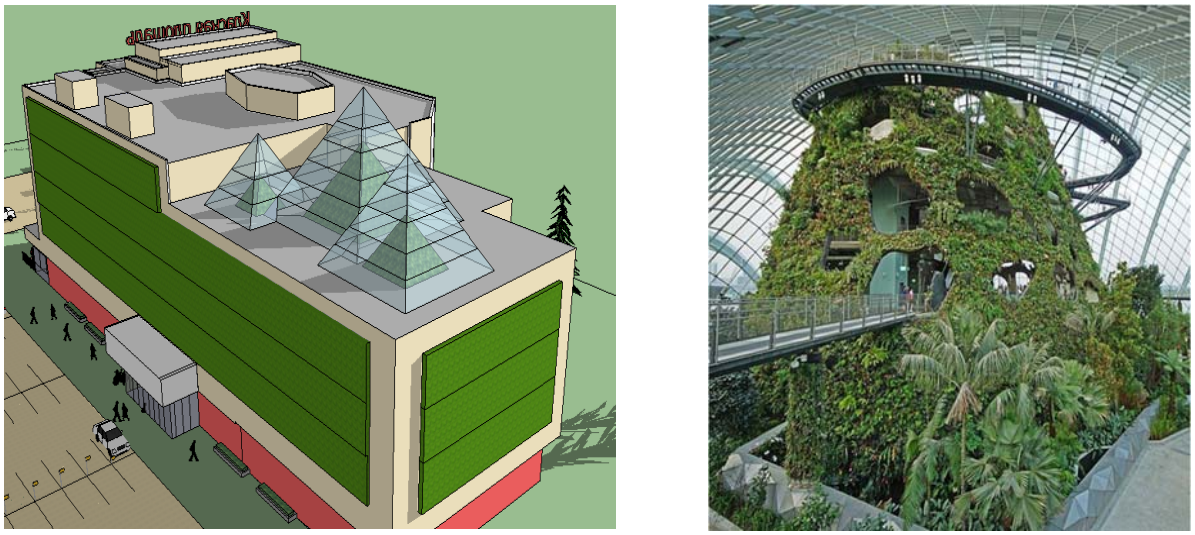
2) модульная система озеленения. На интересующем нас фасаде устанавливается специальная рама, после чего прикручиваются вертикальные стойки с кронштейнами для фиксации модулей с заблаговременно выбранным шагом конструкции. Далее разворачиваем гидропонную систему орошения и проводим наладку освещения. Система полива модулей достаточно удобна, так как она может быть встроена в конструкцию панели совершенно любой формы.

Для грамотного подбора растений для вертикального озеленения выбранного объекта пришлось прибегнуть к помощи специалистов. Мы подошли к этому с научной точки зрения  и использовали методику экспертного опроса, в результате которого нам удалось выявить ряд свойств, которыми должен обладать посадочный материал для вертикального озеленения.

Нами была сформирована группа экспертов из числа агрономов ОАО «Армавирский совхоз декоративных культур им. Плохова» и Муниципального предприятия г. Армавира «Озеленитель». Экспертам было предложено перечислить все качества, которыми, по их мнению, должны обладать растения, используемые для вертикального озеленения. Из перечисленных экспертами качеств были выбраны те, которые были названы всеми без исключения экспертами. Эти показатели  экспертам было предложено проранжировать в порядке убывания их значимости для качественного вертикального озеленения. На основе полученных данных мы рассчитали коэффициент конкордации. Его значение получилось 0,86, что свидетельствует о достаточно высокой согласованности мнений экспертов, а следовательно, их мнение может быть использовано как научно обоснованное.

Таким образом, нами были выявлены наиболее значимые качества, которые необходимо в первую очередь использовать при  выборе посадочного материала для вертикального озеленения: растение должно быть многолетним, устойчивым к климатическим условиям, устойчивым к болезням, пластичным, обладать хорошими декоративными качествами, неприхотливым в уходе. При всём богатстве выбора растений, этим свойствами (с учётом климатических условий нашего региона) удовлетворяют лишь: лиана, плющ, лимонник, девичий виноград и клематис.

Чтобы оценить предложенную методику с эстетической точки зрения, была создана 3D-модель торгового центра после озеленения. В качестве средства моделирования была использована программа архитектурного моделирования SketchUp (рисунок).



а) б)

Рисунок. Модель ТЦ «Красная Площадь»:
а) внешний вид здания б) оранжерея на крыше торгового центра

Вот ещё одна всем знакомая проблема: проблема поиска свободного парковочного места на стоянке перед торговым центром. Водители вынуждены наматывать круги по стоянке и как следствие они еще больше загрязнять воздух отработанными токсичными газами своего автомобиля. Наша идея – снабдить парковку индикаторами свободных парковочных мест. У нас есть масса идей, как это можно организовать, но это уже тема отдельной статьи. Предложенная нами технология вертикального озеленения зданий и сооружений прошла экспертизу качества в ОАО «Армавирский совхоз декоративных культур». По итогам экспертизы было установлено, что предлагаемые способы вертикального озеленения соответсвуют строительным нормам и правилам, требованиям экологии, безопасности строительных объектов, потребностям архитектуры, развития и реконструкции г. Армавира и представляют интерес как по стоимости, так и по потребительским параметрам.

Литература:

[1] Коврига Е.В., Сумская О.А. Электромобили, как решение проблемы обеспечения экологичности окружающей среды//Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 128. С. 535-545. eLIBRARY ID: 29187941.

[2] Коврига Е.В. Основные экологические проблемы Краснодарского края // Развитие природоохранной системы и экологии города Материалы региональной научно-практической молодежной интернет-конференции. - Армавир: РИО АГПУ, 2017. - С. 17-18.eLIBRARY ID: 29363160

[3] Коврига Е.В., Аршинова Э.Ю. Зелёное строительство – это как? // Прикладные вопросы точных наук: Материалы II Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, преподавателей.- Армавир: РИО АГПУ, 2018. - С. 120-121.eLIBRARY ID: 36451316.

# ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В СОВРЕМЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ОЗ. БОЛЬШОЙ ВУДЪЯВР: УРОВЕНЬ НАКОПЛЕНИЯ И ФОРМЫ НАХОЖДЕНИЯ

Гузева А.В.[1], Слуковский З.И.[2], Даувальтер В.А.[3], Мицуков А.С.[3]

1 – Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург
2 – Институт геологии Карельского научного центра РАН, Петрозаводск
3 – Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН, Апатиты

# THE TRACE METALS IN THE RECENT BOTTOM SEDIMENTS OF LAKE BOLSHOY VUDJAVR: LEVEL OF ACCUMULATION AND CHEMICAL FRACTIONS

Guzeva A.V. [1], Slukovskii Z.I.[2], Dauvalter V.A.[3], Mitsukov A.S.[3]
1 – Institute of Earth Science, Saint PetersburgStateUniversity, St. Petersburg
2 – Institute of Geology of the Karelian Research Centre RAS, Petrozavodsk
3 – Institute of North Industrial Ecology Problems, Apatity

**Abstract.** The article is focused on the study of different chemical fractions of trace metals in the bottom sediments of Lake BolshoyVudjavr (Murmansk region). The most trace elements are bonded with residual phase. The main metal accumulation patterns are mineral matrix, organic matter and oxides of Fe and Mn. However, there is tendency of increasing content of bioavailable chemical forms of some trace metals in the recent bottom sediments.
**Key words:** chemical fractions of trace metals, geochemistry of bottom sediments

**Введение.** Донные осадки (ДО) являются депонирующими природными средами, химический состав которых дает представление о региональном геохимическом фоне, служит интегральным показателем состояния экосистемы и позволяет строить прогнозы об их устойчивости к антропогенному воздействию. Послойный геохимический анализ ДО позволяет реконструировать изменения состояния экосистемы водоема во временном срезе.

Накапливающиеся в ДО загрязнители – тяжелые металлы (ТМ) – исследуются в двух аспектах: валовое содержание элементов и содержание их различных химических форм [1, 2]. Валовое содержание показывает общее санитарное состояния водоема и окружающей территории, служит отправной точкой для определения фоновых концентраций элементов. Оно отражает потенциальную опасность высоких концентраций ТМ, которые могут переходить в мобильные формы при условии изменения физико-химических условий среды[2, 3].Однако оценить опасность загрязнения на основе анализа только валового содержания нельзя. Токсическое действие опасных поллютантов зависит от форм их нахождения, характера закрепления с минеральными и органическими носителями. Среди носителей ТМ

основную роль играют гумусовые вещества и глинистые минералы, а также оксиды Mn и Fe.

Для характеристики элементов используются понятия легкодоступные, умеренно доступные и труднодоступные формы. Чем легче извлекается форма, тем подвижнее и потенциально опаснее она в системе. К легкодоступным формам относятся те, которые связаны с осадком слабыми электростатическими силами, то есть водорастворимая, сорбированная и форма, связанная с карбонатными минералами; к умеренно растворимым относят легко восстанавливающиеся формы, связанные с оксидами и гидроксидами Fe и Mn, а также органическим веществом. Труднодоступные формы связаны с кристаллической матрицей образца, то есть являются неподвижными[4].

Целью данной работы является изучение различных химических форм ТМ (Cd, Pb, Cu, Ni, Mo, Zn, Co, W) в ДО озера Большой Вудъявр (Мурманская область) для выявления наиболее подвижных поллютантов, требующих особого вниманиягеоэкологов при дальнейшем мониторинге водоема.

**Материалы и методы исследования.** Исследуемое оз. Большой Вудъявр располагается в южной части Хибинского горного массива и принадлежит водосборной площади плеса Большая Имандра.В северо-восточную часть оз. Б. Вудъявр, которая является отсеченной дамбой частью озера, с водами реки Юкспоррйок и ее наиболее крупного притока – реки Саамка –поступают шахтные воды рудников "Расвумчоррский" и "Кировский" (ОАО "Апатит"). Из оз. Б. Вудъявр вытекает единственная река – Большая Белая. Ранее в нее производился сброс апатитонефелиновых хвостов обогащения с ныне не действующей Первой апатитонефелиновой обогатительной фабрики объединения "Апатит" (АНОФ-I) [5].

Ранее поверхностные донные отложения (0-5 см) озера Б. Вудъявр были проанализированы на содержание кислоторастворимых и лабильных (аммонийно-ацетатная вытяжка) форм тяжелых металлов Fe, Sr, Zn, Cu, Ni. Zn [5].

В данной работе исследовалось вертикальное распределение следующих химических форм тяжелых металлов (Cd, Pb, Cu, Ni, Mo, Zn, Co, W) в донных отложениях озера [6]:водорастворимые формы; подвижные (обменные) формы (аммонийно-ацетатная вытяжка); формы, связанные с гидроксидами железа и марганца (реагенты 0.04 М $NH_2OH$*HCl в 25% $CH_3COOH$); формы, связанные с органическим веществом (реагенты 0.02 М$HNO_3$ + 30% $H_2O_2$ и 3.2 М $NH_4CH_4COO$ в 20% $HNO_3$); кислоторастворимые (остаточные) формы (реагент $HNO_3$); минеральные (силикатных) формы, получаемые в результате вычета суммы концентраций всех вышеперечисленных форм из валовых концентраций.

Стратифицированная колонка ДО отбиралась в самой глубоководной части озера Б. Вудъявр (30 м). Геохимический анализ ДО осуществлялся методом ICP-MS по следующим горизонтам: 0-5 см, 5-10см, 10-15см, 18-

23см. Послойный анализ ДО позволяет оценить изменения в соотношении химических форм ТМ в доиндустриальный период и период развития в данном регионе горнодобывающей отрасли. Концентрации щелочных и щелочноземельных элементов, а также фосфора начинают возрастать с глубины 15-16 см к более современным осадкам, что, по-видимому, соответствует началу добычи и переработки апатитового сырья в 30-х годах XX в [7].

**Результаты исследований.** Исследованные элементы Cd, Pb, Cu, Ni, Mo, Zn, Co, Wпо всей глубине колонки преимущественно находятся в минеральной фазе, то есть наиболее труднодоступной для вовлечения в биогеохимические циклы водной экосистемы. Помимо минеральной фазы, значительный процент (до 30% от валового содержания) металлов связан с органическим веществом ДО.

Наиболее сильные органофильные свойства проявляет медь – более 30% валового количества элемента связано с органическим веществом на всей глубине колонки. В современных осадках (0-5 см) валовая концентрация Cu увеличивается в 4 раза, по сравнению с горизонтом 18-23см, однако соотношение химических форм практически не меняется.

Для Ni, Co, Zn, Pb прослеживается увеличение валового содержания со слоя 16-18 см к более современным осадкам. Также возрастает абсолютное количество подвижных (сорбированных) форм Ni с 0,3 мг/кг на 18-23 см до 2.1 мг/кг в слое 0-5 см. Существенная доля (12-15%) Zn и Pb связана с обменной фракцией, а также оксидами и гидроксидами Fe и Mn.

Для Cd и W наблюдается равномерное распределение валового содержания и соотношения химических форм по всей глубине колонки. Стоит отметить, что около 10–15% Cd находится в легко- и умеренно доступных химических фазах – водорастворимой, обменной и связанной с оксидами и гидроксидами Fe и Mn.

Анализ валового содержания Mo выявил его равномерное распределение на всей глубине проанализированной колонки. К альбититовым и пегматитовым жилам местных горных пород приурочено молибденитовое оруденение, которое может служить природным источником поступления химического элемента в донные осадки близлежащих озер. Однако для Mo, по сравнению с другими элементами, характерно наибольшее относительное количество водорастворимых форм, доля которых возрастает в слое 0-5см. В осадках индустриального периода (0-16 см) уменьшается относительное количество минеральной фазы и возрастает доля легко- и умеренно подвижных форм.

**Заключение.** Большинство исследованных ТМ в ДО оз. Большой Вудъявр находятся в труднодоступных химических формах. Основными носителями ТМ выступает кристаллическая матрица осадков, органическое вещество, а также оксиды Fe и Mn. Для ряда элементов наблюдается тенденция к увеличению доли подвижных форм в современных осадках

озера, что должно быть принято во внимание при дальнейших геоэкологических исследованиях.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научных проектов № 18-05-00897 и 18-05-60125, а также в рамках реализации гранта Президента Российской Федерации № МК-462.2019.5*

Литература

1. Даувальтер В.А. Оценка токсичности металлов, накопленных в донных отложениях озер. *Водные ресурсы*, т. 27, № 4, с. 469-476, 2000.
2. Даувальтер В.А., Кашулин Н.А., Сандимиров С.С., Раткин Н.Е. Оценка баланса тяжелых металлов (Ni и Cu) на водосборе субарктического озера (на примере Чунозера) // *Вестник МГТУ*, т. 12, № 3, с. 507-515, 2009.
3. Моисеенко Т.И., Даувальтер В.А., Лукин А.А., Кудрявцева Л.П., Ильяшук Б.П., Ильяшук Л.И., Сандимиров С.С., Каган Л.Я., Вандыш О.М., Шарова Ю.Н., Королева И.Н., Шаров А.Н. Антропогенные модификации экосистемы озера Имандра //*М., Наука*, 403 с., 2002.
4. Курилов П.И., Федотов П.С., Круглякова Р.П., Шевцова Н.Т. Формы нахождения тяжёлых металлов в донных отложениях Азовского моря // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. №9,с. 58-62, 2007.
5. Югай В.С., ДаувальтерВ.А.,Кашулин Н.А. Содержание биодоступных форм соединений металлов в донных отложениях водоемов и коэффициент накопления (Kd) как показатели экологической обстановки водоемов (на примере озер Мурманской области) // Вестник Мурманского государственного технического университета, т. 16, № 3,с. 616-623, 2013.
6. Tessier, A., Campbell, P.G.C., Bisson, M. Sequential extraction forthe speciation of particulate trace metals //Anal. Chem. 51, pp. 844-851, 1979
7. Денисов Д. Б., Даувальтер В. А., Кашулин Н. А., Каган Л. Я. Долговременные изменения состояния субарктических водоемов в условиях антропогенной нагрузки (по данным диатомового анализа)// Биология внутренних вод, № 1. с. 24-30, 2006

## ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО И ГИДРОХИМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМ ПАРКА САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЛЕСОТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМ. С.М. КИРОВА

Дьячковский Р.А., Шилин М.Б.
СПбГУ, Санкт-Петербург

## THE STUDY OF THE GEO-ECOLOGICAL AND HYDROCHEMICAL STATUS OF THE “SAINT-PETERSBURG STATE FOREST TECHNICAL UNIVERSITY NAMED AFTER S. M. KIROV” PARK ECOSYSTEMS

Dyachkovsky R.A., Shilin M.B.
SPbSU, Saint-Petersburg

**Annotation.** Geo-ecological and hydro-chemical monitoring of the “St. Petersburg State Forest Technical University” SPNA status was carried out. The ecological patterns of natural and anthropogenic changes were revealed, the main environmental influence factors were determined. The annual and seasonal dynamic changes in the water and soil samples composition were determined on basis collected data of the hydro-chemical analysis. Proposals to improve the environmental situation in the park were developed.
**Key words:** geo-ecological monitoring, hydro-chemical analysis, SPbFTU.

Скорость увеличения интенсивности вредного воздействия антропогенных факторов вышла за пределы скорости биологического приспособления биоценозов к среде обитания. Нарушение экологического равновесия в окружающей среде имеет прямую связь также и с ухудшением здоровья населения, а в России показатель средней продолжительности жизни людей оставляет желать лучшего.

Эта проблема актуальна и для города Санкт-Петербурга - крупного промышленного центра северо-западного региона России, оказывающего значительное техногенное воздействие на окружающую среду [2]. Именно поэтому экологические проблемы год от года делаются все более актуальными. Также год от года вследствие деятельности людей уменьшается количество зеленых насаждений в черте нашего города. Долгом петербуржцев является сохранение оставшихся садов и парков не только для себя, но и для последующих поколений.

Объектом исследования стал дендрологический парк Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова.

Дендрологический парк и ботанический сад федерального значения Ботанический сад Санкт-Петербургской государственной лесотехнической академии им. С.М. Кирова является памятником садово-паркового искусства и архитектуры XIX века и находится под охраной Государственной Инспекции по охране памятников истории и культуры. Парк частично сохранил планировку и сооружения XIX века – центральный партер, основные аллеи, водоемы, мосты. Здесь произрастают уникальные коллекции древесных, декоративных травянистых и тропических и субтропических растений [1, 6].

За время существования парка изменилось не только общее экологическое состояние территории, но и ландшафтная планировка и состав коллекций. В начале XX века местность представляла собой покрытую лесом территорию. Сегодня это городской парк, с очень высокой антропогенной нагрузкой, окруженный плотной многоэтажной застройкой, промышленными предприятиями и городскими транспортными магистралями, что пагубно отражается на его состояние (низкий прирост деревьев, эвтрофикация водоёмов). В настоящее время парк требует проведения комплекса работ: восстановления мелиоративной сети, очистки водоемов, расширения ассортимента коллекции, воссоздания исторических ландшафтов и пейзажей.

Гипотеза: Гидрогеохимическое состояние прудов парка Лесотехнического университета и лесопарковых экосистем не соответствует нормативам, предъявленным к природоохранным территориям.

Цель работы: Провести комплекс ландшафтных, гидрохимических и геоэкологических исследований парка Лесотехнического университета, с целью разработки мер по улучшению его состояния, и оптимальному рекреационному использованию парка.

Методы исследования: Эколого-географическое картирование территории проводилось при помощи метода ландшафтного профилирования и площадной маршрутной съемки. Забор воды и почвы проводился по стандартной прописанной методике. Для анализа почвы готовились солевые и водные почвенные вытяжки. Анализ воды прудов и почвенных вытяжек проводился с помощью тест-комплектов по четырем показателям: общая жёсткость, кислотность (pH), хлорид-анионы, нитрат-анионы [4], [5]. Методом анкетирования проведено два социологических опроса учащихся ГБОУ гимназии №116 [3].

Результаты исследования. Был произведен пробоотбор в девяти точках шести разных водоемов парка СПбГЛТУ. Все пробы были взяты с глубины 30-40 сантиметров на расстоянии около 50 сантиметров от береговой линии. Гидрохимическое исследование водоемов парка Лесотехнической академии проводились в течение летнего и осеннего сезонов 2012, 2013 и 2017 годов, а также осеннего сезона 2015 и 2016 годов.

Таблица 1. Результаты гидрохимических исследований проб воды осень 2012–2017 гг.

*Таблица №1: Результаты гидрохимических исследований проб воды осень 2012-2017г.г.*

| **Параметры исследования** | **Год взятия проб воды** | **Номер пробы** | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **7б** | **8** |
| **Ph** | ***Осень 2012*** | | | 6,7 | 6,5 | 6,8 | 7,3 | 7,0 | | |
| | ***Осень 2013*** | 7,1 | 6,6 | 6,6 | 6,2 | 7,3 | 6,7 | 7,2 | | |
| | ***Осень 2015*** | 6,7 | 6,4 | 6,9 | 6,5 | 6,7 | 6,7 | 6,6 | | 7,0 |
| | ***Осень 2016*** | 6,9 | 6,3 | 6,8 | 6,8 | 6,6 | 6,8 | 6,6 | | 6,8 |
| | ***Осень 2017*** | 6,8 | 6,4 | 6,9 | 7 | 7,1 | 7,3 | 7,2 | 6,2 | 6,9 |
| **ОЖ (ммоль/л)** | ***Осень 2012*** | | | 7,5 | 6,0 | 6,0 | 9,5 | 6,0 | | |
| | ***Осень 2013*** | 5,0 | 6,5 | 6,0 | 7,0 | 6,5 | 9,0 | 8,0 | | |
| | ***Осень 2015*** | 7,0 | 7,0 | 6,5 | 8,0 | 8,0 | 10,0 | 9,0 | | 7,0 |
| | ***Осень 2016*** | 7,0 | 6,5 | 6,0 | 6,5 | 6,0 | 7,5 | 7,0 | | 7,0 |
| | ***Осень 2017*** | 8 | 6 | 8 | 8 | 9 | 7 | 9 | 7 | 8 |
| **Хлориды (мг/л)** | ***Осень 2012*** | | | 124,5 | 106,5 | 92,3 | 319,5 | 230,8 | | |
| | ***Осень 2013*** | 110,0 | 160,0 | 103,0 | 96,0 | 94,0 | 124,0 | 334,0 | | |
| | ***Осень 2015*** | 159,0 | 198,8 | 126,2 | 69,6 | 74,6 | 248,5 | 422,5 | | 178,5 |
| | ***Осень 2016*** | 188,1 | 195,3 | 138,5 | 113,6 | 117,2 | 284,0 | 284,0 | | 166,9 |
| | ***Осень 2017*** | 177,5 | 124,25 | 106,5 | 88,75 | 71 | 266,25 | 266,25 | 142 | 159,75 |
| **Нитраты (мг/л)** | ***Осень 2012*** | | | 4,0 | 70,0 | 62,0 | 9,0 | 17,0 | | |
| | ***Осень 2013*** | 10,0 | 25,0 | 15,0 | 52,0 | 48,0 | 21,0 | 34,0 | | |
| | ***Осень 2015*** | 49,0 | 49,0 | 162,0 | 58,0 | 66,0 | 68,0 | 205,0 | | 43,0 |
| | ***Осень 2016*** | 2,0 | 6,0 | 3,0 | 6,0 | 6,0 | 5,0 | 3,0 | | 2,0 |
| | ***Осень 2017*** | 3 | 53 | 1 | 5 | 7 | 4 | 1 | 27 | 1 |

Результаты гидрохимических исследований проб воды, проведенных в осенний период, приведены в табл. 1. Полученные данные позволяют

проследить годовую динамику изменений исследуемых показателей. На основании данных за 2012, 2013 и 2017 годы можно судить о сезонной динамике изменений исследуемых величин.

Результаты геохимических исследований почв, полученные в 2015, 2016 и 2017 годах исследования, приведены в табл. 2. Пробоотбор в 2015 году производился в четырёх точках, в 2016 и 2017 годах была взята дополнительная точка забора почвы (3б), для более тщательного мониторинга. На основе собранных данных гидрохимического анализа выявлена годовая динамика изменения состава проб воды и почвы.

*Таблица №2: Результаты геохимических исследований почв 2015-2017 г.г.*

| Параметр исследования | Год взятия проб | Номер пробы | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 3б | 4 |
| РН | 2015 | 7,8 | 6,5 | 5,1 | | 6,7 |
| | 2016 | 7 | 6,7 | 7,4 | 5,6 | 7 |
| | 2017 | 7 | 6,6 | 5,6 | 5,9 | 6,8 |
| ОЖ (ммоль/литр) | 2015 | 7 | 8 | 7 | | 5 |
| | 2016 | 8 | 5 | 8 | 4,5 | 5 |
| | 2017 | 8 | 5 | 8 | 6 | 5 |
| Нитраты (мг/л) | 2015 | 10 | 24 | 57 | | 65 |
| | 2016 | 5 | 38 | 9 | 18 | 40 |
| | 2017 | 83 | 53 | 47 | 78 | 7 |
| Хлориды (мг/л) | 2015 | 71 | 63,9 | 94 | | 284 |
| | 2016 | 106,5 | 159,7 | 149,1 | 88,75 | 81,7 |
| | 2017 | 142 | 85,2 | 67,45 | 201,95 | 88,75 |

Выводы:

1. Выявлены основные экологические риски: вытаптывание почвы рекреантами, близость автодорог, неразумное использование удобрений и эвтрофикация прудов, вызванная отсутствием проточности и регулярной очистки от биологических осадков.

2. Вода в водоемах парка в основном слабокислая-нейтральная, резких изменений в значениях pH за последние годы не выявлено.

3. Значения показателей общей жёсткости нестабильно, вода находится в диапазоне от среднежёсткой до жёсткой. По сравнению с осенью 2016 г прослеживается тенденция к увеличению значений. Содержание хлоридов в воде выше в прудах, расположенных в непосредственной близости к проезжей части.

4. По нитратам, во всех прудах, до 2015 году было зафиксировано превышение ПДК. Понижение значений концентрации нитрат-ионов в водоемах ЛТА в 2016-17 годах, по сравнению с 2015 г., связанно, по всей видимости, с аномальными осадками 2016-2017 года.

5. Почва в парке по показателю pH в основном близка к нейтральной, по показателю ОЖ относится к почвам средней жёсткости. В 2015 и 2017 гг. выявлено превышение нормативов по нитратам. По содержанию хлоридов превышений не выявлено.

6. По результатам социологических опросов выявлены следующие проблемы недостаточность озеленения Приморского района; нерегулярность работ, проводимых с целью улучшения лесопарковой зоны Лесотехнического университета; недостаточная освещённость парка в вечернее время суток; проблема с состоянием прудов. По результатам соцопроса выявлено, что большинство опрошенных против закрытия парка Лесотехнического университета.

7. Даны практические рекомендации по рекреационному использованию территории парка на основании комплекса экологических исследований.

Литература:

1. Ботанические сады и дендрологические парки высших учебных заведений Министерства образования и науки Российской Федерации. / Под ред. А.А. Егорова. – СПб, 2009 г.
2. Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2016 году/ Под редакцией И.А. Григорьева, И.А. Серебрицкого – СПб.: ООО «Сезам-принт», 2017.
3. Методика и социологический инструментарий построения социального рейтинга парков г. Москвы для семейного отдыха. /РИА Новости
4. Муравьев А.Г., Пугал Н.А., Лаврова В.Н. Экологический практикум. Учебное пособие с комплектом карт- инструкций. – СПб: «Крисмас+», 2003 г.
5. Практическое руководство по оценке экологического состояния малых рек. Под ред. В.В. Скворцова. – СПб: «Крисмас+», 2006. Стр. 176
6. Официальный сайт Санкт-Петербургской Государственной Лесотехнической академии http://spbftu.ru

## ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ЛИНЗ

Задкова А.Г., Медведев К.С., Гусева Е.В.
Самарский государственный технический университет, Самара

## GEOLOGICAL MODELING OF OIL LENS

Zadkova A.G., Medvedev K.S., Guseva E.V.
Samara state technical University, Samara

**Abstract:** The article discusses the problem of using 3D geological modeling programs for analyzing the phenomena of oil lens. There are some specific features of them that limited and complicated the algorithm of modeling like in case of the traditional oil and gas field. The authors offer to use the approach to preparing data (using Surfer) and making conceptual model of oil lens before the step of 3D modeling.

**Keywords:** oil thickness, oil lens, geological modeling, Surfer

В настоящее время в мире ежегодно добывается более 4 млрд. тонн сырой нефти, при добыче, транспортировке и переработке которой теряется около 50 млн. тонн нефти и нефтепродуктов, что приводит к глобальному загрязнению окружающей среды нефтяными углеводородами и потере

сырья. Подобная проблема коснулась таких нефтедобывающих районов России, как Западная Сибирь, Среднее и Нижнее Поволжье и др. [4]. Причинами загрязнения являются аварии на магистральных и внутри промысловых нефтепроводах, несовершенство технологии нефтедобычи, аварийные и технологические выбросы и т.д. Практически под любым объектом, связанным с добычей, переработкой, транспортировкой, хранением, реализацией нефти и нефтепродуктов, образуется зона загрязнения грунтов и подземных вод разнообразными углеводородами нефтяного ряда. Под многими нефтехранилищами, складами и предприятиями скопились гигантские нефтяные «линзы». Причем линза из нефтепродуктов постоянно мигрирует [1].

Примером этого является огромное нефтяное озеро размером в 10 квадратных километров под одним из НПЗ, находящемся в центральной части России. Образовалось это «озеро» из-за разливов, утечек нефти и нефтепродуктов в результате многолетней деятельности нефтеперерабатывающего завода с 1951г. Скопление нефтепродуктов привело к возникновению постоянного источника загрязнения окружающей среды: почвы, воздуха, подземных вод. Ядовитые воды из нефтяного озера время от времени просачиваются наружу, попадая в подвалы и в окрестные водоемы. В период паводка, а также при подъеме грунтовых вод, нефтепродукты вытесняются из-под земли на поверхность. Вместе с подземными водами техногенные нефтепродукты легко просачиваются в близлежащую реку, недалеко от которой находится городской питьевой водозабор. Нефтепродукты из залежи обнаруживаются в грунтовых водах и являются фактором риска в отношении существующих городских водозаборов. На этой территории под землей находится более 1,5 млн. т техногенных нефтепродуктов. Причем это остаточный объем нефтепродуктов, оставшийся после откачек, производимых в течение 7 лет. Площадь залежи с запасом более чем в 1,5 миллиона тонн техногенных нефтепродуктов составляет около 1200 гектаров. [3]И эта описанная ситуация, к сожалению, не является единичной и уникальной как для НПЗ нашей страны, так и для западных аналогов.

В нашей работе мы проанализировали возможность использования геологического моделирования при построении техногенных линз. Вопрос о создании цифровой геологической модели нефтяной линзы под НПЗ является достаточно актуальным. Помимо функций визуализации, мониторинга движения линзы, можно отметить и ориентировочную оценку запасов техногенных залежей. Однако четкой методики по созданию геологической модели таких объектов до сих пор не выработано. Связано это со спецификой нефтяной линзы. Основные различия в моделировании техногенных линз и геологического моделирования обычных нефтяных месторождений представлены в таблице.

Таблица. Сравнительные параметры техногенной линзы и традиционного нефтяного месторождения. [2, 5]

| Параметр | Техногенная линза | Традиционное месторождение |
|---|---|---|
| **Геомеханические параметры** | | |
| Глубина залегания, м | 2-100 | 400-3000 |
| Плотность нефти, кг/м$^3$ | 720-780 | 790-863 |
| Расположение области залегания | грунт | толщи горных пород |
| Пластовое давление, МПа | 0,1-1,03 | 23,6-32,1 |
| Мощность слоя нефтепродуктов, м | 0-15 | До 100 |
| **Химические параметры** | | |
| Содержание компонентов, % | Товарные углеводороды; вода до 15; механические примеси до 5 | Сера 0,2-2,05; Парафин 3,13-9,0; Вода до 90 |
| **Исходные данные для моделирования** | | |
| Сейсмика | – | + |
| Данные для структурных построений | Уровни залегания грунтовых вод | Отбивки пласта |

На первом этапе было проведено построение и анализ карт толщин нефтяной линзы под НПЗ за период 2014, 2018 и начало 2019 годов. Для построений карт толщин была использована программа Surfer (Golden-Software). Как известно, данная программа обладает точными и производительными алгоритмами интерполяции данных. В качестве метода интерполяции был использован метод Кригинг. Он отличается тем, что рассчитывает значение концентрации в промежуточных точках с наименьшей возможной ошибкой. Одной из задач при построении карт являлось определение границ распространения нефтяной линзы. Однако на ЮЗ полигона не удалось ограничить линзу из-за отсутствия достаточных данных на этом участке. Проверить правильность экстраполяции данных, выполненных программой Surfer на ЮЗ части карт пока невозможно. Для выполнения прогноза движения линзы на этом участке и для уточнения ее границ рекомендовано бурение наблюдательной скважины.

В рамках эмпирической части исследования были построены карты толщин нефтяной линзы с интервалом в 1 месяц. Всего было построено 16 карт. Для анализа линз были использованы карты за 2014, 2018 и начало 2019 гг.

На рис.1 представлены карты толщин техногенной линзы за 2014 год. В ходе анализа этих карт была отслежена динамика движения линзы, вы-

явлен период времени, когда колебания незначительны, тенденции по увеличению и уменьшению мощности линзы за несколько лет.

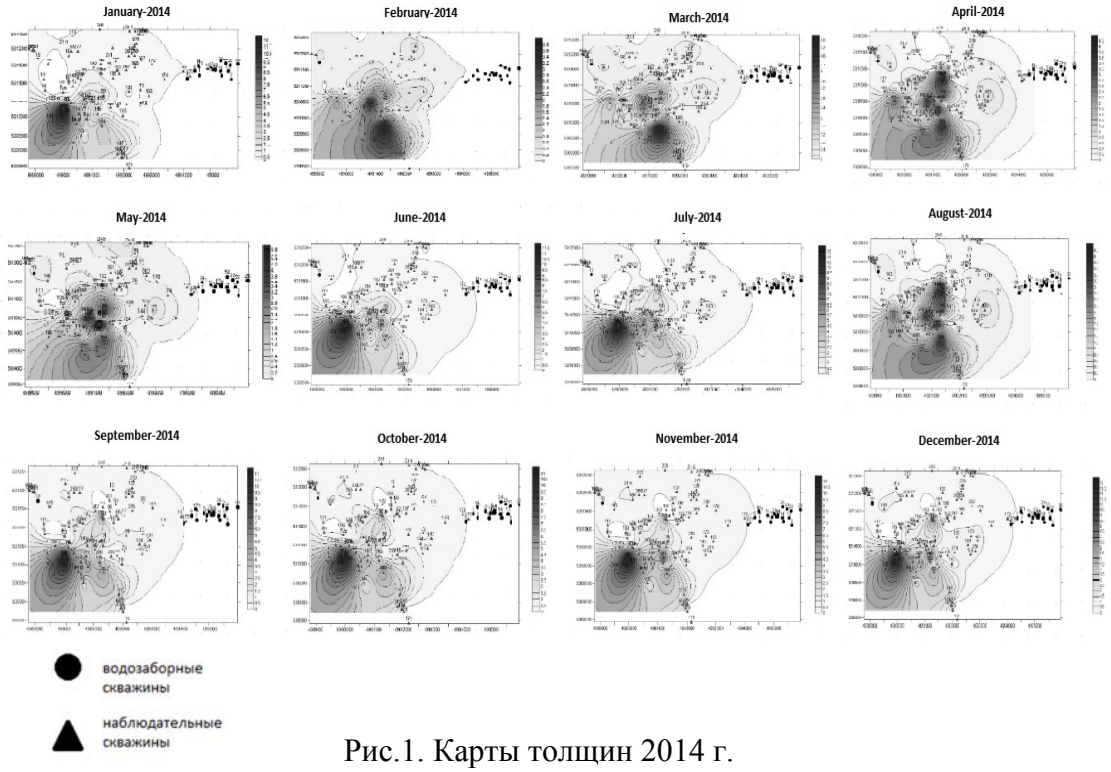



Рис.1. Карты толщин 2014 г.

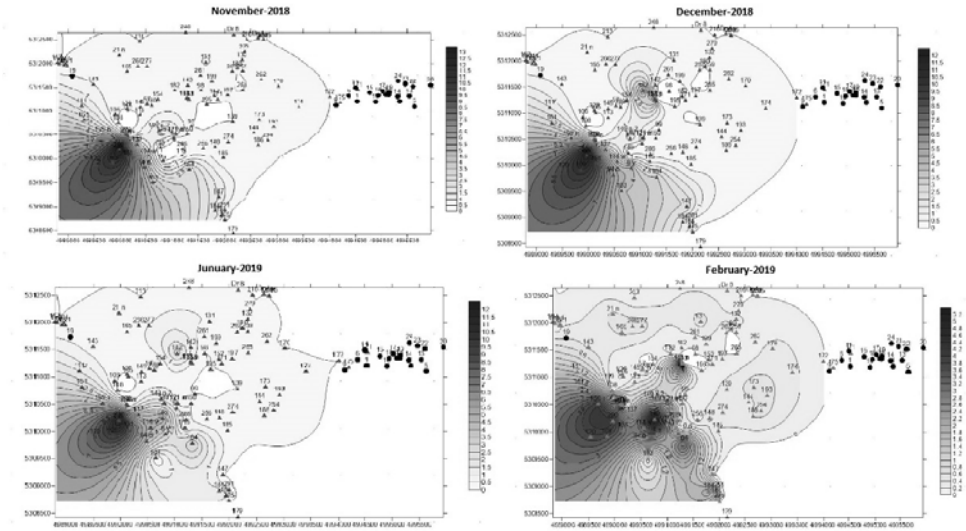



Рис.2. Карты толщин ноябрь, декабрь 2018 г. и январь, февраль 2019г.

Проанализировав (рис. 2) мы заметили, что линза достаточно искажается в феврале 2019г. За конец 2018 - начало 2019 гг. линза испытывала достаточно сильные колебания, мощность варьируется от 13 до 5 метров, и чтобы сделать более точный анализ, нужны данные за март, апрель и май. В сравнении ноябрь-2014 и ноябрь-2018 гг. линза достаточно расширилась и углубилась на 2 метра. Увеличилась толща с 11 метров до 13 метров. Де-

кабрь-2014 и Декабрь-2018 линза расширилась, но не углубилась. В сравнении Январь-2014 и Январь-2019 линза также расширилась, но мощность не изменилась. И Февраль-2014 и Февраль-2019 линза сильно видоизменилась, увеличилась по площади распространения, толща углубилась на 1,4 метра.

Анализируя карты толщин, было выявлено несколько закономерностей. Во-первых, перемещение линзы зависит от времени года, например, весной при поднятии уровня грунтовых вод линза перемещается и становится значительно больше по площади; в осеннее время линза имеет незначительные колебания, более статична. Во-вторых, линза с каждым годом увеличивается в размерах. В-третьих, мощность линзы не зависит от времени года, а скорее является следствием техногенных факторов.

Литература:
1. Ахмадова Х.Х., Идрисова Э.У., Такаева М.А. Проблема техногенных залежей в Российских регионах // В мире научных открытий. 2013. № 8 (15). С.69-73.
2. Быков Д.Е., Петренко Е.Н., Подъячев А.А., Пыстин В.Н., Тупицына О.В., Чертес К.Л. Санация недр территории нефтеперерабатывающих заводов //Ecology and industry of Russia. 2019. №23. С.9-13.
3. Воробьев Ю.Л., Акимов В.А., Соколов Ю.И. Предупреждение и ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов. // М.: Иноктаво. 2005. С. 368.
4. Гайрабеков У.Т., Дадашев Р.Х., Усманов А.Х. Геоэкологическая оценка воздействия техногенных залежей нефтепродуктов на геологическую среду г. Грозный // Естественные и технические науки. 2009. №2. С.241-244.
5. Хаустов А.П., Редина М.М. Экологический мониторинг. // М.: Юрайт. 2019. С. 465.

## ЗНАЧЕНИЕ ЭКОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Евенкова Т.Д., Подлипский И.И., Барабанова Л.В.
Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

## THE IMPORTANCE OF ECOLOGICAL AND GENETIC MONITORING IN ASSESSMENT OF THE ENVIRONMENTAL STATE

Evenkova T.D., Podlipsky I.I., Barabanova L.V.
Saint-Petersburg State University,Saint-Petersburg

**Annotation.** Genetic monitoring is an integral part of environmental monitoring. This is due to the fact that many environmental pollutants are genotoxic. *Drosophila melanogaster* can serve as an effective test objects in genetic monitoring of the environment.

**Key words**: genetic monitoring, genotoxic effects, test-system, *Drosophila melanogaster*

Экологический мониторинг включает в себя широкий спектр исследований, в первую очередь направленных на мониторинг состояния окружа-

ющей природной среды под влиянием антропогенных факторов. Решением Стокгольмской конференции ООН 1972 года явилась рекомендация по созданию глобальной системы мониторинга окружающей среды [1]. В систему экологического мониторинга входят наблюдения, систематизация и анализ состояния отдельных элементов биосферы, а также источников и факторов антропогенного воздействия. Учитывая, что одним из побочных эффектов научно-технического прогресса является постоянно возрастающая антропогенная нагрузка на окружающую среду, становится понятным необходимость и важность проведения экологического мониторинга. Это становится особенно актуальным, если принять во внимание, что большое количество продуктов, являющихся результатом деятельности человека, накапливается в окружающей среде виде загрязнений, которые обладают токсической активностью [2]. Результатом токсического действия служат разнообразные биологические эффекты, которые включают нарушения плодовитости, аномалии индивидуального развития, эмбриональную смертность и многое другое. Среди такого рода биологических эффектов наиболее значимыми являются изменения генетического материала. Данные изменения возникают на очень ранних этапах становления ответной реакции организма и способны передаваться в ряду последовательных поколений. В этой связи важное значение наряду с разнообразными методами биоиндикации и биотестирования имеют генетические методы, которые входят в систему эколого-генетического мониторинга [3].

Генетический мониторинг сформировался в середине прошлого века как одно из направлений бурно развивающейся науки генетическая токсикология [4]. Главной задачей генетической токсикологии является выявление окружающей среде факторов, обладающих генетической активностью, то есть способных индуцировать нарушения генетического материала, как такового, или оказывать влияние на протекание генетических процессов. В рамках генетического мониторинга осуществляется поиск генетически активных факторов окружающей среды, количественная оценка их накопления, а также изучение спектра и типов индуцируемых ими генетических нарушений. Эффективность проведения генетического мониторинга во многом зависит от выбора тест-систем и тест-объектов.

Плодовая мушка *Drosophila melanogaster* относится к классическим генетическим объектам в силу целого ряда преимуществ. Ей свойственен короткий цикл развития, высокая плодовитость, богатство мутантных форм, простота содержания в лабораторных условиях, специально разработанные тесты на выявление конкретных мутационных событий. Это позволило широко использовать данный организм в качестве тест-объекта для проверки генотоксичности факторов окружающей среды. В частности, *D. melanogaster* вошла в перечень объектов, рекомендованных Фармкомитетом для проверки мутагенной активности лекарственных препаратов [5].

Успешное использование дрозофилы в эколого-генетическом мониторинге было продемонстрировано сотрудниками кафедры генетики и биотехнологии СПбГУ при комплексном изучении акватории Финского залива, а также отдельных территорий Санкт-Петербурга и его пригородной зоны. Было показано, что в местах повышенной антропогенной нагрузки возрастает частота эмбриональной гибели мух, повышается доля аномалий развития отдельных органов. Полученные результаты позволили дать количественную оценку неблагополучного состояния окружающей среды ряда административных районов Санкт-Петербурга [6]. Одновременно эколого-генетические исследования с использованием дрозофилы позволили выявить места радиоактивной напряженности на территории Ленинградской области в результате Чернобыльской аварии [7].

Литература:

[1]. Вронский В.А. Экология: Словарь-справочник // В.А. Вронский. 2-е изд. Ростов-на-Дону: Феникс, 2002. 576 с.

[2]. Scott F. Chemical consequences: environmental mutagens, scientist activism, and the rise of genetic toxicology // Rutgers University Press: New Brunswick, New Jersey, London. 2004. 197 pp.

[3]. Даев Е.В., Дукельская А.В., Барабанова Л.В. Цитогенетические методы индикации экологической напряженности в водных и наземных биосистемах // Экологическая генетика. 2014. Т.XII, №2. С.3-10

[4]. Абилев С.К., Глазер В.М. Мутагенез с основами генотоксикологии : учебное пособие. М.; СПб. : Нестор-История, 2015. – 304 с.

[5]. Методические рекомендации по оценке мутагенных свойств фармакологических средств. 1994. М.: Медицина. 40 с.

[6]. Трунова П.В., Барабанова Л.В. Оценка генотоксичности компонентов загрязнения в водоемах Санкт-Петербурга // Биомониторинг и охрана живой природы в Северо-Западном регионе. Экологическая школа в Петергофе - Наукограде Российской Федерации. Материалы V региональной молодежной экологической конференции. – СПб.: ВВМ, 2010. с.178-181

[7]. Барабанова Л.В., Иванов Д.М., Ефремова М.А. Оценка мутагенной активности 137 Cs в плодовых телах симбиотрофных базидиомицетов в тесте на рецессивные летальные мутации в Х-хромосоме дрозофилы // Радиационная биология. Радиоэкология. 2018. Т.58. №6. С.574-580

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ РОДОВ И ВИДОВ ТЕРЕБРАТУЛИД В БАЙТУГАНСКИХ СЛОЯХ НИЖНЕКАЗАНСКОГО ПОДЪЯРУСА В ОКРЕСТНОСТЯХ С. РУССКИЙ БАЙТУГАН

Евсеева А. М., Иванова Н. М., Сидоров А. А.
Самарский государственный технический университет, г. Самара

## DETERMINATION OF TEREBRATULIDES GENES AND WATERS IN THE BAYTUGAN LAYERS OF THE NIZHNEKAZANSKY SUBJECT IN THE NEIGHBORHOOD S. RUSSIAN BAITUGAN

Evseeva A. M., Ivanova N. M., Sidorov A. A.
Samara State Technical University, Samara

**Annotation.** 19 terebratulids were selected from the collections in the stratotipic locality of the Lower Kazan sub-race of the Permian system near the Russian Baitugan. Their description is made and 7 species of 4 genera are identified.

**Keywords:** terebratulids, Lower Kazan substage, Beecheria, Dielasma**.**

В сентябре 2018 г. мы совершили полевой выезд в окрестности с. Русский Байтуган. Цель поездки — сбор образцов из обнажений стратотипической местности нижнеказанского подъяруса и описание разрезов.

## Роды и виды теребратулид из придорожного строительного карьера у с. Русский Байтуган

### 1. *Beecheria curva* Smirnova, 2007

Описание: Раковины средней величины удлиненно-овальных очертаний с сильновыпуклой и сильноизогнутой в продольном сечении брюшной створкой, килевидной спинной створкой с узкой, дуговидной передней комиссурой. Боковые комиссуры крутодуговидные. Замочный край длинный, сильноизогнутый. Наибольшая ширина находится в передней трети раковины, наибольшая толщина — посередине. Брюшная створка значительно более выпуклая, чем спинная, сильноизогнутая в продольном и в меньшей степени в поперечном сечении. Передний край сохранился не полностью. Макушка массивная, высокая, сильноизогнутая, с большим лабиатным фораменом, почти касающимся спинной створки. Ложная арея высокая, слабовогнутая, ограниченная округлыми макушечными килями. Апикальный угол 42.




*Рис. 1. Beecheria curva, образец № 2*

### *2. Sokelasma chuvaschensis* Smirnova,sp. nov.,образец № 6

Описание: Раковина овально-вытянутая. Брюшная створка немного более выпуклая, чем спинная. Наибольшая выпуклость отмечается посредине. Наибольшая ширина смещена к переднему краю.Макушка массивная, высокая, загнутая. Ложная арея четкая, вогнутая. Передняя комиссура изогнута дорсально в виде широкой дуги.



*Рис. 2. Sokelasma chuvaschensis, образец № 6*

Таблица 1. Размеры раковин из придорожного строительного карьера

| № | L, мм | W, мм | T, мм | W/L | T/L |
|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 33,9 | 22,6 | 14 | 0,66 | 0,41 |
| 6 | 21,1 | 17,9 | 8,3 | 0,84 | 0,39 |

## Роды и виды теребратулид из «диелазмового слоя» у с. Чувашский Байтуган

**1.*Grigorjeva rossica* Smirnova, 2004** , образец № 3/701



*Рис. 3.Grigorjeva rossica , образец № 3/701*

Описание: Небольшая раковина, округло-ромбовидной формы.Створки равновыпуклые. Боковые края раковины умеренно выпуклые. Передний край дуговидно изогнутый.Наибольая выпуклость-посередине. Макушка узкая,массивная, загнутая. Ложная арея высокая, вогнутая.

**2**.***Sokelasma guttiformis* Smirnova, 2004,** образец № 3/702



*Рис. 4. , Sokelasma guttiformis, образец № 3/702*

Описание: Раковина каплевидной формы. Створки равновыпуклые. Ширина незначительно меньше, чем длина. Боковые края раковины уплощенные.Наибольшая ширина находится в передней трети раковина. Передняя комиссура слабо дуговидно изогнутая дорсально. Боковые комиссуры широкодуговидные. Макушка высокая, вытянутая, слегка загнутая.

**3. *Dielasma subelongatum, Smirnova, 2007; (D. elongate Netschajew, 1911)***

Описание: Эта форма имеет широкое вертикальное и горизонтальное-распространение. Согласно данным по работе [1]для этого вида характерна широкая внутривидовая изменчивость. В моем материале доминируют экземпляры средней ширины и совершенно без синуса. Раковина гладкая, среднего размера, овальная. Наибольшая ширина на расстояние 1/3 от переднего края, наибольшая толщина — посередине. Апикальный угол 80°-85°. Спинная створка в середине слегка выпуклая, со сплюснутыми краями.



*Рис. 5. Dielasma subelongatum, образец № 3/703*

**4**. ***Dialasma jakowlewi* Netschajew, 1911**

Описание: Раковина мелкая, узкая и довольно толстая. Макушка брюшной створки сильно загнута и покрывает макушку спинной створки. Форамен большой (3мм), круглый.К переднему краю раковина расширяется весьма слабо. Наибольшей ширины она достигает в передней четверти. Передний край несильно выпуклый. Средняя часть брюшной створки в продольном направлении обладает значительной выпуклостью. Наиболее вздутая часть проходит посередине створки. В поперечном направлении средняя часть створки слабовыпуклая. Около передней части грубые концентрические знаки нарастания на обеих створках.



*Рис.6. Dialasma jakowlewi, образец № 3/704*

**5. Campbellelasma variiforme Smirnova, 2004**, образец №3/705



*Рис.7. Campbellelasma variiforme,образец № 3/705*

Описание:Раковина каплевидной формы, гладкая. Макушка узкая, незначительно выгнутая. Наибольшая ширина находится в передней трети раковины. Брюшная створка немного более выпуклая, чем спинная.

Вывод: Наша работа в стратотипической местности у села Русский Байтуган имеет большое практическое значение: определенные виды образцов помогают при определении возраста того или иного слоя земли, что необходимо при разведке полезных ископаемых.

Таблица 2. Размеры раковин из «диелазмового слоя»

| № | L, мм | W, мм | T, мм | W/L | T/L |
|---|---|---|---|---|---|
| 3/701 | 15,6 | 16,1 | 9 | 1,03 | 0,57 |
| 3/702 | 11,7 | 9 | 5 | 0,76 | 0,42 |
| 3/703 | 17 | 13,1 | 6,9 | 0,77 | 0,4 |
| 3/704 | 24,4 | 16,2 | 11 | 0,66 | 0,45 |
| 3/705 | 16 | 18,1 | 7 | 1,13 | 0,4 |

Литература:

1. Нечаев А.В. Фауна пермских отложений востока и крайнего севера Европейской России. Вып. 1. - СПб: Геол. ком., 1911. – 32 с.

2. Смирнова Т.Н. Брахиоподы. Учебное пособие. М: Изд-во Московского ун-та, 1990. — 50 с.

3. Смирнова Т.Н. Нижнеказанский (верхняя пермь) комплекс теребратулид семейства beecheriidae fam. nov. востока Русской платформы // Палеонтологический журнал. — 2004. — № 2. — С. 50–54.

4. Смирнова Т.Н., Мадисон А.А., Есаулова Н.К. Новые теребратулиды (брахиоподы) из нижнеказанских отложений (верхняя пермь) востока Русской платформы. Семейство dielasmatidae schuchert // Палеонтологический журнал. — 2004. — № 1. — С. 37–42.

5. Смирнова Т.Н. Онтогенез позднепермских теребратулид семейства Beecheriidae Smirnova (Brachiopoda) / Палеонтологический журнал. – 2009. – № 2 - С. 28-38

6. Smirnova T.N. Permian Terebratulids of Eurasia: Morphology, Systematics, and Phylogeny // Paleontological Journal. 2007. Vol. 41. №7. pp 707-813.

# ИЗМЕРЕНИЕ ВЫХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ RDF-СЫРЬЯ ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ ВРЕДНОГО ВЛИЯНИЯ НА ЭКОЛОГИЮ НА ТЕРРИТОРИИ ВСЕВОЛОЖСКОГО РАЙОНА ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Епифанцев К.В.
Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, Санкт-Петербург

# MEASUREMENT OF OUTPUT PARAMETERS IN THE PROCESSING OF RDF-RAW MATERIALS TO REDUCE THE HARMFUL EFFECTS ON THE ENVIRONMENT IN THE VSEVOLOZHSK DISTRICT OF THE LENINGRAD REGION

Epifantsev K.V.
St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, St. Petersburg

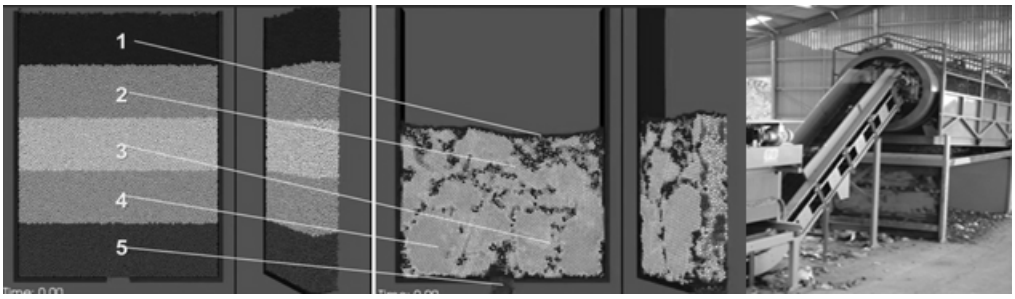
**Abstract**. Currently, according to the Housing Committee of the Administration of St. Petersburg annually landfills exported 6.5 - 9 million cubic meters of waste per year. Of this amount, only 1.5 million cubic meters (17-23%) is processed at two polygons ("Novoselki" and JSC "experimental plant MPBO-2 Yanino", design of the tailings is estimated which have 50 000 tonnes in the tails). Also in St. Petersburg and the adjacent territory of the Leningrad region there are about 250 unauthorized dumps, which are located, according to very rough estimates, from 500 thousand to 1 million. cubic meters of garbage. The recycling options proposed in the article will solve the problems of negative impact on the environment.

**Key words:** MPBO-2 Yanino, production automation, fertilizer for soils, Ph measurement, seedling measurement, Shadow grass

В статье рассматривается возможность использования отходов аэробного компостирования (RDF-сырье) в качестве удобрения для почвы и армирующего строительного материала или альтернативного твердого связующего (высокоабразивных гранул), а также созданий из отходов почвенного удобрения. Основные выбранные методы - создание инновационного строительного материала путем формованием отходов в экструдерном прессе с последующим рядом краш-тестов сформованных образцов и разработка рецептур удобрений для почв с последующим проращиванием травы Shedow в контейнерах.

Состав выбранной шихты в момент пережигания на барабанном блоке в МПБО-1: бумага и картон - 14 %,ткани и полиэстера - 6 %,смешанная упаковка, полимеры - 18 %,пластиковый - 2 %, пищевые и растительные отходы - 60 %

Было решено исследовать гранулы, полученные из RDF-сырья, на одноосное сжатие [5] на прессе Tinius Olsen. На данном этапе она являлась основным оборудованием для определения деструкции гранул с возможностью их последующего использования в качестве добавки в строительных конструкциях.




а б

Рис. 1а: 3-D в прогамме Rocky моделирование перемешивания отходов в барабане пережигания отходов МПБО Янино-1(1-бумага и картон, 2-смесь ткани и полиэстера, 3-смешанная упаковка, полимеры, 4-пластик, 5-пищевые и растительные отходы); 1б: барабан для пережигания отходов на МПБО Янино-1



Рис. 2. Результаты испытаний на разрушение 1 и 2 образца

Таким образом, предел разрушения образца, сформованного из RDF-сырья составил 4788 Н, что доказывает его использование в качестве армирующего материала. Результаты испытаний показаны на рисунке ниже.

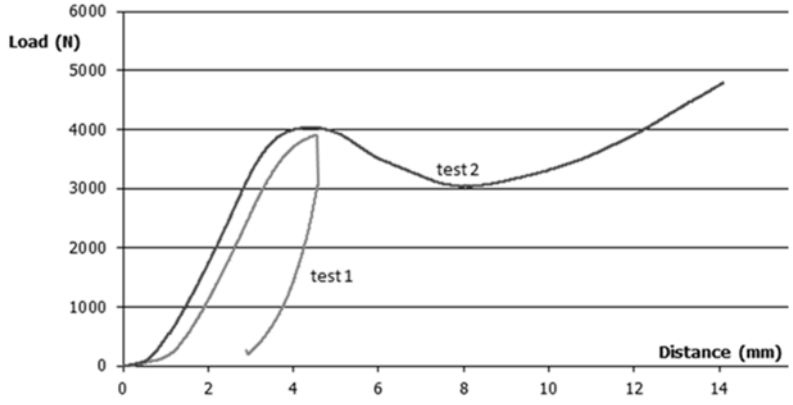



Рис. 3. График испытаний пресса на одноосное сжатие гранул

Так, например, если партия кирпича М100 по прочности степень сжатия должна быть не менее 100 кг / см$^2$, кирпич марки М-250 способен выдержать 250 кг, в нашем случае с отходами при воздействии пятки пресса на разрушенный образец до его полного разрушения был предел 500 кг, поэтому образец достаточно прочен [6, 7].

Для оценки возможности использования РДФ-сырья в качестве удобрения был проведен эксперимент по изменению pH кислотности и оценке всхожести побегов травы "Shedow", которые добавляли в количестве 7 г в каждую емкость (табл. 1) с полученной смесью и проращивали в течение 10 дней.

Таблица 1. Состав рецептуры

| Формула рецепт | RDF,гр | торф, гр | опилки, гр | $H_2O$, гр | Общий вес, гр |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 53.09 | 87.7 | 20 | 35 | 195.79 |
| 2 | 30 | 113 | 17 | 35 | 195 |
| 3 | 75.79 | 75 | 10 | 35 | 195.79 |
| 4 | 44 | 102.75 | 14 | 35 | 195.75 |
| 5 | 65 | 71 | 24.75 | 35 | 195.75 |
| 6 | 80 | 71.75 | 9 | 35 | 195.75 |

После 10 дней, анализатор Ph влагомер были использованы для того чтобы измерить эти индикаторы в каждом из 6 контейнеров



а б

Рис. 4. (а) высота прорастания, (б) измерение Ph, влажности

Таблица 2. Исследование рецептур

| № рецептуры | Влажность RDF,% | pH RDF | Влажность опилок,% | pH опилок | Влажность торфогрунта,% | pH торфогрунта | Влажность конечного удобрения, % | pH удобрения | S всходов, $см^2$ | Высота всходов, см |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 98 | 6 | 10 | 8 | 25 | 7 | 5.5 | 7.8 | 10 | 8 |
| 2 | 98 | 6 | 10 | 8 | 25 | 7 | 3.5 | 8 | 30,04 | 11 |
| 3 | 98 | 6 | 10 | 8 | 25 | 7 | 7 | 7.5 | 13,53 | 7 |
| 4 | 98 | 6 | 10 | 8 | 25 | 7 | 5.5 | 7.5 | 7,7 | 12 |
| 5 | 98 | 6 | 10 | 8 | 25 | 7 | 4 | 7.5 | 5,25 | 13 |
| 6 | 98 | 6 | 10 | 8 | 25 | 7 | 3 | 7.2 | 3,14 | 8 |

Таким образом, площадь схождения травы «Шедоу» оптимально составляла 2 и 3 рецептуры, оптимальная влажность и pH - 5 рецептур, высо-

та побегов - 2, 4 и 5 рецептуры. Так, по результатам измерений строится гистограмма зависимости влажности и PH-кислотности от рецептуры [6].

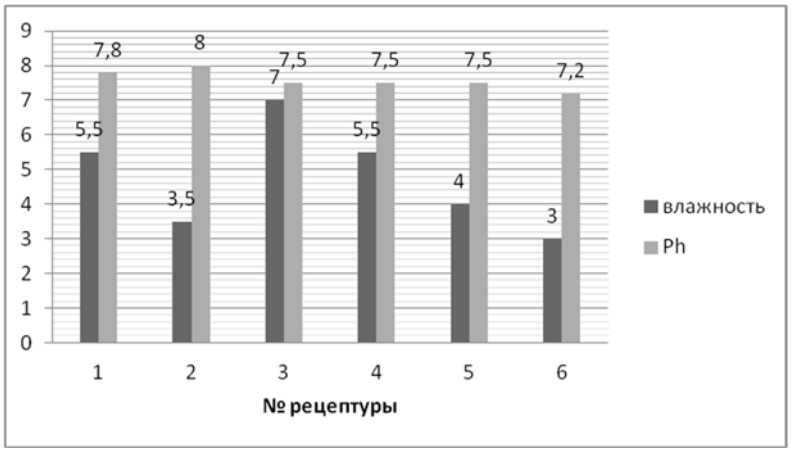



Рис. 5. Зависимость влажности и Ph от рецептуры

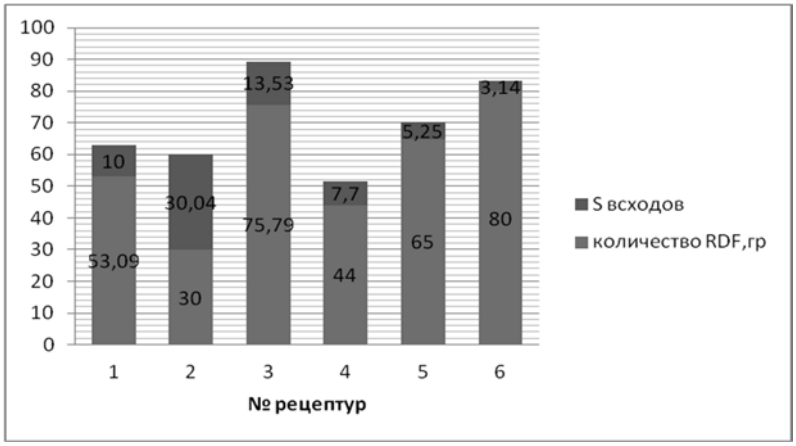



Рис. 6. Зависимость Площади всходов от количества добавленного RDF сырья

По большинству параметров не применимы для сельского хозяйства (декоративные растения) 2 рецептуры. Корневым эффектом является выбранное соотношение влажности к pH 3,5-8. На плодовитость влияет кислотность. При "pH", равном 7, реакция раствора нейтральна (количество ионов H+ одинаковое), если значение ниже семи, то почва кислая, если выше семи, то щелочная [6]. Среда в 3-й рецептуре была щелочной, но это не мешало давать высокие показатели сходимости и длине ростков. Добавленный в смесь торф повышал кислотность, а в свою очередь опилки нейтрализовали вредные примеси силикатов в виде мелкой стеклянной пыли, которой изобилует сырье РДФ. Также во 2 рецептуре соотношение состава РДФ к опилкам 50 на 50. Наихудшей признана 6 рецептура, она имеет максимальное соотношение РДФ по отношению к опилкам и торфу

Литература:

[1] Yinlin J and Ting R and Peter W 2016 Сравнительное исследование методов борьбы с пылью в китайских и австралийских угольных шахтах, vol. 26 " ed. Zhijun W., Zhaoyang

M., Zhimin W. " International Journal of Mining Science and Technology, Issue 2, стр 199-208
[2] Фурман Е 2005 Измерение теплопроводности на ИТ-λ-400 (учебно-электронное текстовое издание подготовлено на кафедре литейного производства и технологии упрочнения). Екатеринбург р 10
[3] Никулин А и С Ковшов и К Епифанцев и Г Коршунов 2014 Исследование возможности использования машины для производства биотоплива в качестве мобильного устройства для переработки отходов птицефабрики Life Science Journal vol 11 (4) pp 464-467
[5] Епифанцев К и Никулин А и Ковшов С и Мозер И и Бригаднов И 2013 Моделирование процесса формирования торфяной массы на основе 3D-анализа винтовой машины по коду YADE American Journal of Mechanical Engineering. том.1(3) С. 73-75.
[6] Иванов Н.И. 2018 Модернизация приборов для технической диагностики машин ADV в экструдере. Технология. Апрель, том 1, Выпуск 2, стр. 01

# ИЗМЕНЕНИЯ САНИТАРНОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА ПО НОРМИРОВАНИЮ УСЛОВИЙ ИНСОЛЯЦИИ

Еремин Г.Б., Носков С.Н., Выучейская Д.С.
ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья», Санкт-Петербург

# CHANGES OF SANITARY LEGISLATION ON THE REGULATION OF THE CONDITIONS OF INSOLATION

Eremin G.B., Noskov S.N., Vyucheyskaya D.S.
North-West public health research center, St. Petersburg

**Abstract.** the insolation regime of premises of residential and public buildings and adjacent territories at the moment refers to the factors that affect not only the hygienic characteristics of housing and public health, but also directly prevent excessive sealing construction. Currently, there is a need to update the existing sanitary standards and their harmonization with the current legislation.

**Key words:** insolation, sanitary and epidemiological requirements, premises, territories.

Инсоляция - облучение прямыми солнечными лучами различных объектов нормирования, в частности прилегающих территорий жилых и общественных зданий, а также нормируемых в них помещениях. Регламентирование и методика определения продолжительности инсоляции изложены в санитарных правилах СанПиН 2.2.1/2.1.1.1076-01 «Гигиенические требования к инсоляции и солнцезащите помещений жилых и общественных зданий и территорий» и ГОСТ Р 57795-2017 «Здания и сооружения. Методы расчета продолжительности инсоляции». Также требования, касающиеся условий инсоляционного режима, изложены в СанПиН 2.1.2.2645-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях». Нормирование инсоляции зависит от

функционального назначения объекта (помещения жилых и общественных зданий и территорий, прилегающих к жилым и общественным зданиям), а также в зависимости от климатогеографического района размещения объектов (северная, центральная и южная зоны). Для каждой из этих зон устанавливается определенные календарные даты (день начала и день окончания) нормируемого периода. Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации № 47 к существующим СанПиН 2.2.1/2.1.1.1076-01 «Гигиенические требования к инсоляции и солнцезащите помещений жилых и общественных зданий и территорий» было утверждено «Изменение №1» которое содержит следующее:

1. для центральной зоны (58-48 с.ш.) изменён нормативный период с 22 марта-22 сентября на 22 апреля-22 августа;

2. продолжительность инсоляции для всех зон на нормируемых территориях изменена с 3 часов непрерывной инсоляции до 2 часов 30 минут (с возможностью прерывания инсоляции);

3. исключены объекты нормирования в детских образовательных организациях (палаты и изоляторы).

В связи с этим требования, изложенные в СанПиН 2.1.2.2645-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях», противоречат утвержденным изменениям в части нормативного периода для центральной зоны и продолжительности инсоляции территорий.

Кроме того, в существующем санитарном законодательстве нет ссылки на возможность использования методик определения условий инсоляции по ГОСТ Р 57795-2017 «Здания и сооружения. Методы расчета продолжительности инсоляции».

В связи с этим с целью гармонизации СанПиН 2.1.2.2645-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях», СанПиН 2.2.1/2.1.1.1076-01 «Гигиенические требования к инсоляции и солнцезащите помещений жилых и общественных зданий и территорий» и ГОСТ Р 57795-2017 «Здания и сооружения. Методы расчета продолжительности инсоляции», п. 5.7. изложить в следующей редакции:

- жилые помещения и придомовая территория должны обеспечиваться инсоляцией в соответствии с гигиеническими требованиями к инсоляции и солнцезащите помещений жилых и общественных зданий. Расчет продолжительности инсоляции производится согласно методикам, утвержденным в установленном порядке.

- пункты 5.8;5.9;5.10;5.11;5.12 предлагается исключить.

Литература:

[1] Айзенберг Ю.Б. Справочная книга по светотехнике – 3-е изд. – М.: Знак. – 2006. – 972 с.

[2] Каплинская М.Ю., Бурский В.Б. Свет в современном жилище. – М.: Энергоатомиздат. – 1984. – 96 с.
[3] СанПиН 2.1.2.2645-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях».
[4] СанПиН 2.2.1/2.1.1.1076-01 «Гигиенические требования к инсоляции и солнцезащите помещений жилых и общественных зданий и территорий».
[5] ГОСТ Р 57795-2017 «Здания и сооружения. Методы расчета продолжительности инсоляции».

# ОЦЕНКА И ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ УГЛЕВОДОРОДОВ ВОДНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Ефременко В.В., Ахтямов Р.Г., Титова Т.С.
Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I, г. Санкт-Петербург

# ASSESSMENT AND ENSURING THE SAFETY OF HYDROCARBONS TRANSPORTATION BY WATER TRANSPORT

Efremenko V.V., Ahtyamov R.G., Titova T.S.
Saint-Petersburg State Railway Transport University named
after the Emperor Alexander I, Saint-Petersburg

**Annotation.** This article analyzes the mechanisms of ocean pollution during the transportation of hydrocarbons by water carriage and develops recommendations for improving the safety of transportation. Possible entry pathways of hydrocarbons into the aquatic environment during transportation by oil tankers are established based on a study of the regulatory framework. Special attention is paid to the problem of alien species invasion with ballast water of tankers. Analyzing the technology of handling ballast water from oil tankers a cargo tank scheme is proposed. There is a flexible tank made of a material resistant to hydrocarbons and seawater installed, and devices for cleaning ballast water from invasive species are attached to pipes for injection and disposal ballast water.
**Keywords:** Hydrocarbons, transportation, oil tanker, pollution, flexible tank, introduction, invasive species, devices for cleaning ballast water.

Морской транспорт имеет первостепенное значение для осуществления внешнеэкономических (межгосударственных, межконтинентальных) связей. Анализ расчетов секретариата Конференции ООН по торговле и развитию (UNCTAD) в 2018 году на основе данных агентства Clarksons Research [1] показал, что мировой грузооборот морского транспорта по различным видам груза преимущественно увеличивается, в том числе и грузооборот нефти и нефтепродуктов. Динамика мирового грузооборота нефти за 2000-2018 годы приведена на рис. 1.

Как видно из рис. 1 наблюдается рост мирового грузооборота нефти, что ведет к увеличению загрязнения вод Мирового океана нефтью и

нефтепродуктами. Так, на всех этапах добычи и транспортировки ежегодно теряется более 45 млн. т нефти [2].

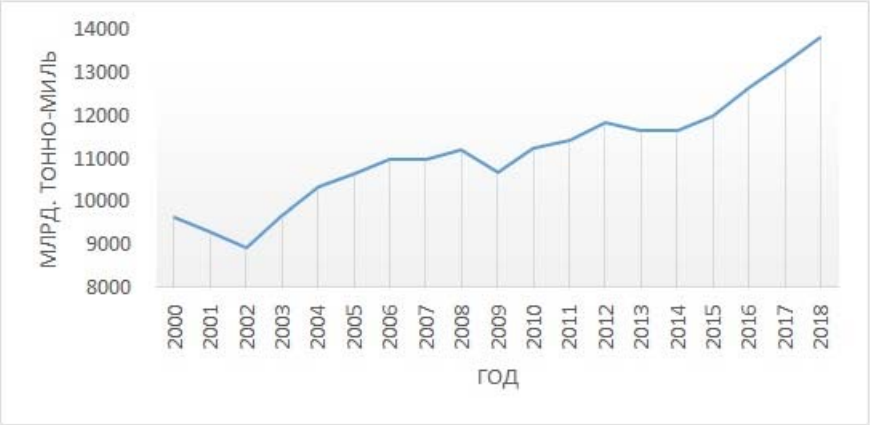



Рис. 1. Динамика мирового грузооборота нефти за 2000–2018 годы

При транспортировке нефтеналивными танкерами углеводороды поступают в водную среду, в основном, несколькими путями: сбросы промывочных, балластных и льяльных вод, а также из-за аварий на танкерах. Помимо этого, существует высокая вероятность интродукции инвазивных чужеродных видов с балластными водами танкеров. В России, одной из крупнейших стран-перевозчиков нефти, данные проблемы стоят особенно остро.

На данный момент, при решении проблемы интродукции чужеродных видов в Мировом океане руководствуются развитой международной нормативно-правовой базой [3-5]. Существует множество современных систем обработки балластных вод от инвазивных видов. Такие системы представляют собой сложный комплекс, состоящий из нескольких сегментов, заключающих в себе различные технологические решения. Типичная система, как правило, использует блоки - фильтрации и дезинфекции [6].

Большинство нефтеналивных танкеров принимают основной балласт в грузовые танки после их выгрузки. Если за время рейса успели промыть танки и заменить балласт чистым, то после предварительного согласования условий сброса с представителем портовой администрации и получения соответствующего разрешения осуществляется сброс чистого балласта за борт нефтеналивного танкера. По прибытии в порт погрузки нефтесодержащий балласт откачивают в береговые емкости с дальнейшим поступлением на станцию очистки балластных вод.

В соответствие с действующим приказом Госкомрыболовства РФ от 27.05.99 №134 "О введении в действие "наставления по предотвращению загрязнения с судов флота рыбного хозяйства Российской Федерации"" допускается сброс отстоявшейся части нефтезагрязнённого балласта за борт во время плавания танкера вне особых районов при обязательном контроле, используя судовую систему автоматического замера, регистра-

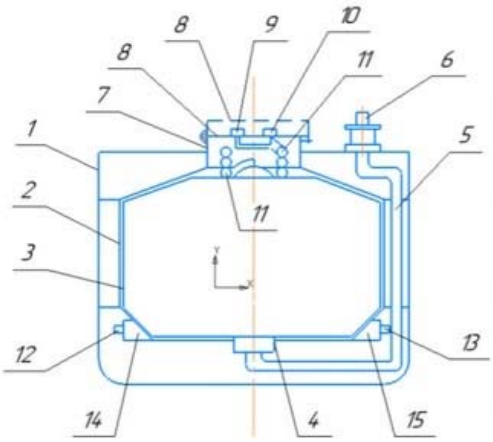
ции и управления сбросом нефти (САЗРИУС) или отбирая пробы сбрасываемого стока.

Одной из наиболее актуальных проблем загрязнения Мирового океана является поступление в него нефти и нефтепродуктов путем сброса отстоявшейся части нефтезагрязнённого балласта за борт танкера во время плавания вне особых районов, что приводит к тому, что поступившие в поверхностные воды углеводороды вступают в общую цепь сложных и мало исследованных по длительности процессов (испарение, растворение, эмульгирование, окисление, образование агрегатов, седиментация, биодеградация). Известно, что во всех формах миграции происходит накопление устойчивых к биологическому разложению компонентов (смол, асфальтенов, парафинов и др.), причем максимум нефтепродуктов концентрируется в донных отложениях. Загрязнение донных осадков нефтью и нефтепродуктами приводит к перестройке бентосных сообществ в морских экосистемах [7].

Мойка танков от остатков нефтегруза является одной из наиболее трудоемких и длительных операций на танкерах. На любом нефтеналивном судне должна быть предусмотрена мойка танков забортной водой (холодной, горячей и с применением моющих химических препаратов). Нефтеналивные суда дедвейтом 20 тыс. т и более оборудуются, кроме того, стационарной системой мойки танков сырой нефтью. На этих танкерах должно быть предусмотрено ополаскивание танков забортной водой после мойки сырой нефтью с последующей откачкой нефтесодержащих вод в отстойные танки по зачистным или грузовым трубопроводам. Время мойки танков с учетом очистки днищ и дегазации на танкере дедвейтом 30-50 тыс. тонн составляет 40-50 дней в году. Ко всему прочему невозможно обеспечить 100% очистку, использованной под балласт или мойку грузовых танков воды.

На основе проведенного анализа определена необходимость создания системы транспортировки нефти, которая позволила бы разделить транспортируемые углеводороды и воду, используемую для заполнения балластных емкостей, исключить необходимость мойки грузовых танков тем самым уменьшить время простоя в порту, а также предотвратить попадание инвазивных видов с балластными водами на борт судна.

Для решения данной проблемы предложено осуществлять транспортировку нефти во встроенной в грузовой танк гибкой емкости из полимерного материала, преимуществом которой является изоляция углеводородов от стенок грузового танка и балластных вод, что позволяет значительно (практически полностью) сократить загрязнение воды, используемой в качестве балласта и применяемой для мойки грузовых танков. На рис. 2 представлен разрез грузового танка нефтеналивного судна с полностью заправленной гибкой емкостью.




1 – нефтеналивное судно; 2 – грузовой танк; 3 – гибкая емкость из материала, устойчивого к углеводородам и морской воде; 4 – сливо-наливной клапан; 5 – труба для погрузки и выгрузки углеводородов; 6 – кран погрузки и выгрузки углеводородов; 7 – грузовой люк; 8 – крышка; 9 – обратный клапан для стравливания паров топлива; 10 – обратный клапан для подсоса воздуха; 11 – гофрированный рукав; 12,13 – трубы и для закачки балластных вод; 14,15 – устройства обработки балластных вод от инвазивных видов.

Рис. 2. Грузовой танк нефтеналивного судна

Организуя грузовой танк таким образом, во-первых, мы исключаем проникновение инвазивных чужеродных видов за счет устройств обработки балластных вод от инвазивных видов, во-вторых, минимизируем время простоя в порту благодаря гибкой емкости, так как снижается потребность в мойке грузового танка, а, следовательно, и очистки промывочных вод [8-10].

Помимо вышеперечисленного повышается безопасность процесса погрузки и выгрузки углеводородов созданием взрывобезопасной газовой среды. При авариях на танкерах гибкая емкость обеспечит изоляцию нефти и нефтепродуктов, что предотвратит разлив при повреждении корпуса танка, если сама емкость не будет повреждена.

Литература:

1. Review Transport of Maritime 2018 // United Nations publication, Geneva. 2018. P. 9
2. *Головин В.Г.* Оценка влияния нефти и нефтепродуктов на биогеоценозы Северного Прикаспия : дис. ... д-ра биол. наук: РУДН, Москва, 2006, С. 341
3. Международная Конвенция по предотвращению загрязнения с судов (МК МАРПОЛ-73/78). СПб: АО «ЦНИИМФ», 2017. – 824 с.
4. ИМО А.868(20) Руководство по контролю водяного балласта судов и управлению ими для сведения к минимуму переноса вредных водных и патогенных организмов. URL: http://rise.odessa.ua/texts/A868_20.php3 (дата обращения: 10.04.2019)
5. Международная конвенция о контроле судовых балластных вод и осадков и управлении ими 2004 года и Кодекс по одобрению систем управления балластными водами (Кодекс СУБВ). СПб: АО «ЦНИИМФ», 2018. – 254 с.
6. *Диденко М.А., Боран-Кешишьян А.Л., Кондратьев С.И.* Повышение эффективности управления балластными водами на судах морского и речного флота. Новороссийск: Гос. морской университет им. адмирала Ф.Ф. Ушакова // Эксплуатация морского транспорта, 2015, С. 31-39.
7. *Воробьев Д.С.* Влияние нефти и нефтепродуктов на макрозообентос. Томск: Томский гос. университет // Известия Томского политехнического университета, 2006, С. 42-45.

8. *Титова Т.С., Ахтямов Р.Г., Елизарьев А.Н., Елизарьева Е.Н.* Мониторинг и обеспечение техносферной безопасности природных и антропогенных систем / Уфа, 2017. – 113 с.
9. *Титова Т.С., Ахтямов Р.Г.* Система управления техносферной безопасностью / Санкт-Петербург, 2017. -23 с.
10. *Титова Т.С., Ахтямов Р.Г., Елизарьев А.Н., Елизарьева Е.Н.* Подходы к обеспечению техносферной и экологической безопасности объектов транспорта / Уфа, 2017. – 72 с.

## КОМПОЗИТНЫЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ФОТОДЕГРАДАЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ КРАСИТЕЛЕЙ В МУЛЬТИКОМПОНЕНТНЫХ ВОДНЫХ СРЕДАХ

Игорсдоуттир Ю., Подурец А., Вознесенский М., Осмоловская О.
СПбГУ, Санкт-Петербург

## COMPOSITE NANOMATERIALS FOR ORGANIC DYES PHOTO-DEGRADATION IN MULTICOMPONENT AQUEOUS MEDIUM

Igorsdóttir J., Podurets A., Voznesenskiy M., Osmolovskaya O.
Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg

With water quality becoming an increasingly critical issue for modern society, methods of wastewater treatment from common pollutants have been developed. Composite nanoparticles combined with photocatalysis have various applications, one of the recent trends is treatment of wastewater.

In the most relevant studies only one pollutant is used, which is either organic cyclic compound or heavy metal ion. Problem occurs when you mix two of those pollutants, resulting in decreasing effectiveness of photodegradation. Recent studies haven't found a working solution in order to break down organic cyclic compounds in the presence of heavy metal ions.

In order to encounter this significant problem we introduce a new approach. For complete degradation and decolorization of methylene blue together with heavy metal ions various reagents were tested all of them leading to slightly better degradation results until a suitable reagent was found. This reagent didn´t allow heavy metal ions to interfere with photodegradation process. Description of the process and results of the photocatalysis with the percentage of degradation will be discussed further.

Having those results in mind further research will be done in order to create a multifunctional set or reagents together with photocatalysis to cleanse wastewater from various pollutants in shorter period of time, using environmentally friendly materials that are cheap and efficient and the outcome of photodegradation includes only non-toxic by-products. Most of this work is yet under development, presented and used only on pilot scale in laboratories using one

pollutant at a time. Outcomes encouraged further research focused on using multiple pollutants at once reflecting real-life situation ocurring in nature.

Key words: wastewater treatment, organic pollutant, heavy metal ions, photocatalysis, nanomaterials, composite

One of the main problems in ecology is the contamination of vital water reservoirs with pollutants. Water quality have been decreasing over last decades and lack of clean water might become a great challenge for humanity . Methods of wastewater treatment from common pollutants have been developed but companies are starting to look for more environmental friendly and inexpensive solutions for this problem.

Common pollutants include organic compounds and heavy metal ions which can be dangerous for animals in water as well as in soil. The most relevant researches are dedicated to the complete degradation of organic compounds in water solutions by photodegradation procceses via various semiconductor nanomaterials. One of the most interesting research show that it is possible to break down organic cyclic compounds and heavy metal ions successfully, they perform separate set of experiments one specifically for organic compounds another for heavy metal ions and obtain great results [1]. But when encountering real life on-site situations a solution for treating the mixture of pollutants is needed.

In present work we offer a faster, multifunctional and environmentally friendly method of wastewater treatment which includes various pollutants. When organic compounds and heavy metal ions are presented together in water there are couple of problems that need to be solved. For photodegradation to take place we require a specific surface which is capable of adsorbing water molecules and turning them into reactive radicals. Those reactive radicals attack organic cyclic compounds presented in solution. Second problem arises after such surface has been found, since there are multiple pollutants found is wastewater we have a situation of having of two different adsorbates competing for the same adsorption sites. Preliminary experiments have shown that when $Co^{2+}$ and methylene blue (MB) are presented in the same solution that $Co^{2+}$ take avialabe adsorption sites and block them. This leads to slower degradation of MB or even preventing photodegradation process. Therefore we need to find a way to solve these problems in order for this method to be applied on real life sites of contamination.

Using photodegradation method for breaking down various organic cyclic compounds requires a good semiconductor. In current scenario $SnO_2$ nanoparticles are used due to their strong physical and chemical interaction with adsorbent species, chemical stability, high specific surface area and wide band gap 3.6 eV. Photodegrdation process takes 40 minutes when $SnO_2$($C_{SnO2}$=0.4 $mg \cdot ml^{-1}$), methylene blue($C_{MB}$= 24 $ml \cdot L^{-1}$) are present in solution under the UV light (205 – 315 nm). As expected after adding $Co^{2+}$ ($C_{Co2+}$ = 1.6 $mg \cdot g^{-1}$), degradation of MB decreases. In order to solve this problem mulptile

combinations of reagents were used in order to adsorb $Co^{2+}$ on the surface of the reagent to keep it away from $SnO_2$.

Impact of different pH (1, 3, 6, 7, 9 and 11) and temperatures (25 and 60°C) were studied, experiments showed that process of photodegradation could not be influenced by changing pH or temperature. Changes in degradation precentage were minor and fall below the margin of error.

All the experimental results were summarized in Table 1. Choice of an appropriate reagent were based on two criterias, first – the degradation percentage of MB, then amount of excess products that appeared on Mass Spectroscopy (MS).

Photodegradation of organic cyclic compounds follows two degradation paths. Both paths eventually lead to a complete breakdown of MB in $CO_2$ and $H_2O$. Occassionally during the breakdown of MB some unwanted by-products which are not $CO_2$ and $H_2O$ might stay in solution. Observing those two paths it becomes clear that one of them leads to fewer additional by-products.

In the Table percentages of degradation of MB in solution that contains $Co^{2+}$, amount of $Co^{2+}$ left in solution after experiments and amount of by-products from 1 to 4 (1 means least amount of by-products and 4 largest) are shown.

Table. Photodegradation and the number of products obtained, and $Co^{2+}$ amount for various composite nanoparticles

| | $Fe_3O_4$ | AlOOH | AlOOH@tartaric acid | $Ca_{10}(PO_4)_3OH$ | $Ca_{10}(PO_4)_3OH$ @PEG |
|---|---|---|---|---|---|
| Degradation of MB | 34.6% | 20.64% | 70% | 45.3% | 36.3% |
| Amount of $Co^{2+}$ left | 63% | - | 27% | - | 32% |
| By-products | 4 | - | 2 | 3 | 1 |

As seen from the Table 1 AlOOH particles were used in experiments but their photodegradation percentage was not sufficient for futher research.

In order to improve results of photodegradation, another reagent was introduced: graphene oxide. This reagent is known for high capability of adsorbing heavy metal ions as well as participating in charge transfer. After experiments were performed 100% degradation was achieved in 60 min which means complete degradation and decolorization of MB in the presence of $Co^{2+}$. However graphene oxide has the largest amount of by-products after the complete degradation of MB and all $Co^{2+}$ are still presented in the solution after the photodegradation.

Samples with graphene oxide have some excess products in the solution, for this criteria aluminium oxide with modified surface gives much better results, where only two excess products show up on MS graph, 4-

((hydroxymethyl)amino)phenol and 4-((hydroxybimethyl)amino)phenol and it can‘t be compared to modified hydroxyapatite which has no by-products appearing on MS graphs.

Following this succes other heavy metal ions were used ($Cu^{2+}$ and $Zn^{2+}$) showing similar results to $Co^{2+}$ case. In solution with only methelene blue and tin oxide $Zn^{2+}$ gives better results after photodegradation (83.1%) compared to $Cu^{2+}$ (15.9%).

Ongoing research on photodegradation of organic cyclic elements and heavy metal ions combined with nanomaterials has led to promising results. Most of this work is yet under development, presented and used only on pilot scale in laboratories with one pollutant at a time. Experiment results showed that degradation of methylene blue in the presence of heavy metal ions is realizible. On the next stage focus goes on adsorption of heavy metal ions on surface. Following with a construction of pilot scale plant using multiple pollutants at once reflecting real-life situation ocurring in nature.

*Scientific researches were performed at the Chemical Analysis and Materials Research Centre, Centre for Optical and Laser Materials Research, Centre for X-ray Diffraction Studies, Centre for Physical Methods of Surface Investigation.*

Literature:

[1] A. Priyadharsan, V. Vasanthakumar, S. Shanavas, S. Karthikeyan, P.M. Anbarasan, Crumpled sheet like graphene based WO3-Fe2O3 nanocomposites for enhanced charge transfer and solar photocatalysts for environmental remediation, Applied Surface Science, Volume 470, Pages 114-128, 2019,
URL:https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169433218332082

## РОЛЬ АГРОБИОПРЕПАРАТОВ В СИСТЕМЕ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Изотова В.А., Трефилова Л.В.
ФГБОУ ВО Вятская государственная сельскохозяйственная академия, г. Киров

## THE ROLE OF AGROBIODIVERSE IN THE ENVIRONMENTAL MANAGEMENT SYSTEM

Izotova V.A., Trefilova L.V.
FSBEI HE Vyatka state agricultural academy, s. Kirov

**Annotation.** Field experiments investigated the effectiveness of inoculation of seeds of leguminous biological preparation Rhizoverm and cyanorhizobial consortium (CRC). The results of studies have shown the effectiveness of seed treatment of CRC. In the analysis of quantitative accounting of microorganisms, a decrease in the number of micromycetes, including phytopathogens under the influence of microbes-inoculants was noted. The introduction of microorganisms into the soil with seeds stimulated the development of agronomically useful native soil microbiota.

**Key words:** biological preparation, *Rhizobium*, cyanobacteria, *Fusarium*, micromycetes.

Несмотря на возрастающую популярность органического земледелия, использование агрохимикатов для стимуляции роста, повышения урожайности, защиты от фитопатогенов, усиления иммунитета растений, а также в целом для увеличения плодородия, не снижается. Постоянно расширяемый спектр пестицидов, применяемых в сельском хозяйстве, не уменьшает масштабы гибели культивируемых растений от различных инфекций, что ведет к снижению урожая, например, зерновых в среднем на 25-30% [1].

Источниками инфекций могут быть клетки бактерий, вирусов и споры грибов, однако причиной распространения и развития инфекции может служить и нарушение агротехнических мероприятий (использование устойчивых и районированных сортов растений, системы севооборотов и удобрений и др.). Многие фитопатогенные грибы сохраняются и размножаются в почве без растения-хозяина, не теряя своей агрессивности. Выведение новых высокопродуктивных сортов культурных растений приводит к усилению вирулентных свойств грибов-паразитов. Микозы растений, вызываемые микроскопическими паразитическими грибами, ведут к возникновению грибных эпифитотий и как следствие к масштабным потерям сельскохозяйственных культур в Кировской области [2]. Вредоносность фузариозных болезней заключается не только в уменьшении количественных показателей продуктивности растений, но и в ухудшении посевных и технологических качеств зерна вследствие заражения его патогенными грибами. По данным международных экспертов, ежегодный недобор зерна от патогенов, паразитирующих на семенах, составляет 5-10%, а при благоприятных условиях существенно превосходит эти значения. Грибные и, в том числе, фузариозные эпифитотии наносят ущерб растениеводству, вызывая гибель растений и отравляя продукты питания и корма микотоксинами [1].

Против фузариозов широко применяют препараты, как на химической основе, так и содержащие культуры микробов-антагонистов (бактерий, грибов, простейших). Однако, задача контроля за развитием фузариума не решена до сих пор. При этом для практики сельского хозяйства значительный интерес представляет фунгистатический и фунгицидный эффект некоторых видов цианобактерий (ЦБ). Антифузариозная активность ЦБ проявляется в их способности вызывать лизис мицелия *Fusarium culmorum* и других видов фузариума при их совместном культивировании на жидких и плотных питательных средах. Инфекционный потенциал *F. culmorum* снижается на 25-60% после обработки инфицированных грибом семян гороха культурами ЦБ [3].

Доказано, что ЦБ являются одним из факторов супрессивности почв, т.е. способности почв подавлять развитие фитопатогенных микроорганизмов. Например, при одновременном внесении в почву *Microchoeta tenera* и

*F. culmorum* происходит полное ингибирование развития гриба. Супрессивность почвы – антипод ее «утомлению», обусловленному видовой монофикацией выращиваемых растений. Супрессивность почвы возрастает при интродукции в нее *Nostoc paludosum.* В опытах без высшего растения в сапрофитной фазе развития гриба через 3 недели культивирования длина мицелия *Fusarium sp.*, составила 108,5 см/см$^2$ поверхности почвы. Ингибирующий эффект *N. paludosum* проявился в снижении длины мицелия почти в 5 раз (до 22,8 см/см$^2$ почвы) [4].

Проведенные ранее лабораторные, вегетационные и полевые опыты показали фитосанитарное действие цианобактерий на инфицированные растения различных сельскохозяйственных культур. Для усиления эффекта нодуляции семена бобовых целесообразно обрабатывать не монокультурами КБ, но и применять их совместно с ЦБ [5-6].

Цель исследования – изучение фитосанитарного эффекта предпосевной обработки семян бобовых растений биопрепаратом ризоверм и цианоризобиальным консорциумом (ЦРК).

При микозах в первую очередь поражаются подземные органы: первичные, вторичные корни, узел кущения, что обусловлено передачей возбудителей через почву, где они длительное время (5-10 лет) сохраняются в форме покоящихся пропагул, а также зародышевые органы, что обусловлено передачей возбудителей через семена. При этом поражение зародышевых органов может происходить значительно интенсивнее, чем при почвенной передаче, что приводит к гибели проростков в 51% случаев против 59% при передаче возбудителей через почву и семена. Поэтому для защиты посевного материала использовали:

- биопрепарат ризоверм, приготовленный на основе специфичных активных вирулентных штаммов клубеньковых бактерий р. *Rhizobium* (ООО МИП Биориз-Вятка);

- ЦБ: *N. paludosum, N. linckia, N. muscorum, Ficherella muscicola, M. tenera.* Цианобактерии выращивали на свету в среде Громова № 6 без азота;

- ЦРК составляли из биопрепарата ризоверм и культур ЦБ согласно вариантам опыта.

Варианты опыта: 1 – Контроль без обработки семян; 2 – Обработка семян биопрепаратом ризоверм; 3 – Обработка семян ЦРК (ризоверм + ЦБ)

Оценку эффективности инокуляции проводили по анализу роста и развития растений (рис. 1).

При анализе результатов исследований наблюдали значительное увеличение длины корней (53-90%) и прирост биомассы (41-55%), по отношению к контролю. Увеличение высоты проростков проявляется в меньшей степени (15-45%).




Рис. 1. Влияние предпосевной инокуляции семян ЦРК на рост и развитие растений, % к контролю без инокуляции.



Рис. 2 – Фрагмент нативной микрофлоры ризосферы лядвенца рогатого.

Количественный учет микрофлоры проводили методом высева на селективные питательные среды. Учет численности микромицетов проводили путем подсчета КОЕ на среде Чапека. Колонии фитопатогенных микромицетов идентифицировали при микроскопировании (рис. 2). Среди них были обнаружены грибы р.р. *Penicillium*, *Fusarium, Aspergillus*, *Mucor* и др.

Степень подавления фитопатогена оценивают по лизису мицелия. ЦБ вызывают изменение структуры популяции грибов. Наибольший фитосанитарный эффект был отмечен при инокуляции семян ЦРК (рис. 3).

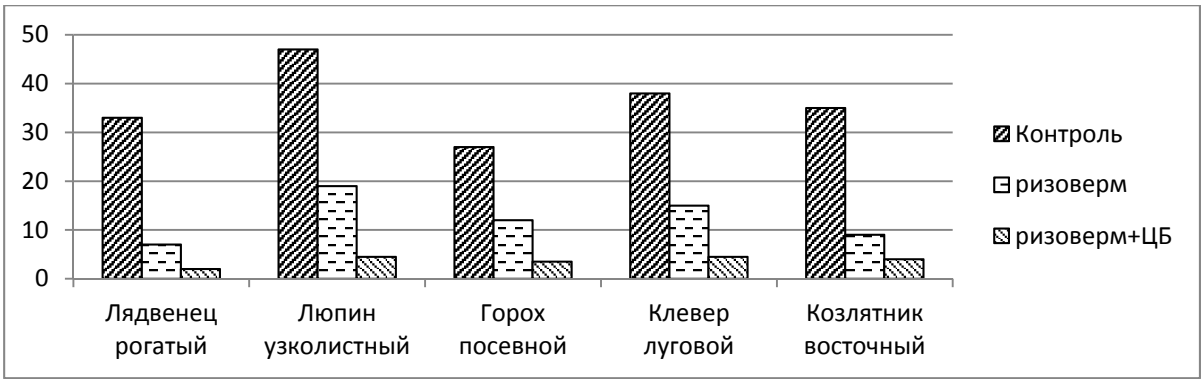



Рис. 3. Влияние предпосевной бактеризации семян на снижение численности фитопатогенов в ризосфере бобовых, % к общей численности микромицетов.

Анализируя численность микромицетов, наблюдали, что их количество в контроле составляет значительную часть (33-47%), при инокуляции семян ризовермом (7-19%) и ЦРК (2-4,5%).

Таким образом, применение цианоризобиального консорциума для предпосевной инокуляции семян бобовых растений позволяет не использовать агрохимикаты при их выращивании, тем самым снизить химическую нагрузку на почву, что является одним из путей оздоровления агроценозов.

Литература:
1. Домрачева Л.И., Трефилова Л.В., Фокина А.И. Фузарии: биологический контроль, сорбционные возможности LAP LAMBERT Academic Publishing. Германия, 2013. 182с.
2. Домрачева Л.И., Трефилова Л.В. Микробиологический контроль за развитием фузариозных инфекций//Актуальные проблемы региональной экологии и биодиагностика живых систем: Матер. XI Всерос. науч.-практ. конф.-выст. с международ. уч. Киров: Изд-во ООО «Веси», 2013. С. 233-239.
3. Трефилова Л.В., Патрушева М.Н. Эффективность использования цианоризобиального консорциума при выращивании гороха посевного // Теоретическая и прикладная экология, №3. 2009. С. 67- 75.
4. Казакова Д.В, Субботина Е.С., Зыкова Ю.Н., Трефилова Л.В. Снижение фитотоксичности почвы под действием цианобактерий // Экология родного края: проблемы и пути их решения: Сб. матер. Всеросс. научн.-практич. конф. с международ.уч. Кн. 1. Киров: Изд-во ООО «Радуга-ПРЕСС», 2016. С. 143-146.
5. Домрачева Л.И., Трефилова Л.В., Ковина А.Л., Горностаева Е.А., Малыгина О.Н., Новокшонова Н.В. Влияние способов предпосевной обработки семян лядвенца рогатого (*Lotus corniculatus L.*) на всхожесть и интенсивность образования клубеньков. Теоретическая и прикладная экология, №3. 2014. С. 67-72.
6. Домрачева Л.И., Трефилова Л.В., Ковина А.Л., Горностаева Е.А., Казакова Д.В., Субботина Е.С. Микробная интродукция и состояние почвенной аборигенной микрофлоры / Теоретическая и прикладная экология, №2. 2015. С. 55-59.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ АНТИГОЛОЛЕДНЫХ РЕАГЕНТОВ МЕТОДОМ БИОИНДИКАЦИИ

Калаев Р.Э., Никитинская М.А., Калаева С.З., Маркелова Н.Л.
Ярославский государственный технический университет, г. Ярославль

## DETERMINATION OF THE DEGREE OF NEGATIVE IMPACT OF DE-ICING PRODUCT BY THE METHOD OF BIOLOGICAL INDICATION

Kalaev R. E., Nikitinskaya M. A., Kalaeva S. Z., Markelova N. L.
Yaroslavl State Technical University, Yaroslavl

**Abstract.** The paper presents the study on determination of degree of negative impact of de-icing product used in the present method of bio-indication.

**Keywords:** anti-icing reagents, degree of influence, test-culture.

В течение последних нескольких лет территорию России обильно засыпает снегом и на дорогах образуется гололедица. Для борьбы с данной проблемой используют различные антигололедные реагенты (АГР). В по-

следнее время широкое распространение получили АГР на основе карбамида (мочевины) и формиата натрия («Бионорд», «Бионорд-авиа», «Биодор» и др.). На дорогах АГР смешиваются с другими веществами, и все эти компоненты проникают в придорожный почвенный покров. Проникание смеси реагентов в почву приводит к ее засолению. Это угрожает жизни почвенных микро- и макроорганизмов и приводит к общей деградации почв.

В работе была поставлена цель, определить, какая из групп антигололедных реагентов является более токсичной по отношению к почве и растительному покрову.

Определение степени негативного воздействия АГР на почвенный и растительный покров проводили с помощью метода биоиндикации [1]. В качестве тест-культуры в работе использовали семена пшеницы Triticum aestivum свежего урожая 2018 года из посевного материала F1. Для прорашивания семян в качестве ложа использовался предварительно промытый, прокаленный и просеянный через сито 1 мм песок. Перед посадкой песок увлажняли до 60% растворами АГР с концентрацией основного вещества 10 г/ дм$^3$. В качестве контроля использовали высадку семян пшеницы, увлажненную свежей отфильтрованной водопроводной водой. В каждую емкость высевали одинаковое количество тест-культур. Для достоверности оценки проводили опыты в трех повторностях. Опыты проводились при поддержании постоянной температуры 20°С и влажности почвы 60%.

В течение 10 дней велись наблюдения за проростками по следующим показателям: время появления всходов, их число на каждые сутки, общая всхожесть, длина наземной части всходов. Результаты экспериментов представлены в сводной таблице.

Таблица. Результаты определения степени негативного воздействия АГР

| Показатель | Контроль | Раствор АГР на основе мочевины | Раствор АГР на основе формиата натрия |
|---|---|---|---|
| Длина корней, мм | 61 | 15 | 32 |
| Длина наземной части, мм | 187 | 53 | 76 |
| Вес наземной части, г | 3,210 | 0,908 | 0,2420 |
| Вес корней, г | 0,870 | 0,380 | 0,660 |
| Степень негативного воздействия, % | - | 68,4 | 24,5 |

Установлено, что при действии на семена пшеницы реагентов, содержащих в своем составе карбамид, степень негативного воздействия на

прорастание семян составила 68,4%, а при действии на семена тест-культуры формиат содержащих реагентов – на 24,5%.

Результаты проведенных исследований показали, что по критерию качественной оценки городских почв [2] степень деградации почвы от попадания в нее антигололедных реагентов на основе формиата натрия оценивается как слабо деградированная, а от реагентов на основе карбамида как сильно деградированная.

Установлено, что формиат натрия подвергается биоразложению в почве и в течение 3 суток распадается на окись углерода (CO) и воду, не загрязняя при этом почву, а в кислой среде проявляет антимикробное действие.

При растворении карбамида в воде происходит экзотермическая реакция с выделением неприятного запаха, водный раствор имеет нейтральную реакцию. Карбамид содержит в своем составе около 46% азота. Азот находится в амидной форме. При попадании в землю амидная форма превращается в аммиачную и нитратную и хорошо усваивается корневой системой растений [3]. Высокие концентрации азотсодержащих соединений повреждают ткани растения, растение становится более восприимчиво к различным заболеваниям и сухости воздуха, а так же снижается их зимостойкость. Все эти факторы в совокупности могут привести к гибели культур.

Таким образом, по результатам проведенных исследований установлено, что формиат содержащие АГР более безопасны для почвенного и растительного покрова.

Литература:

1. Привалова Н.М. Определение фитотоксичности методом проростков/ Н.М Привалова, А. А. Процай, Ю. Ф. Литвиненко, Л. А. Марченко, В. А. Паньков // Успехи современного естествознания. – 2006. – № 10. – С. 45-45;
2. Биологические методы оценки качества объектов окружающей среды : учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 2 Методы биотестирования / С. М. Чеснокова, Н. В. Чугай ; Владим. гос. ун-т. – Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2008. – 92 с.;
3. Калаев Р.Э. Влияние карбамида и формиата натрия на компоненты биосферы / Р.Э. Калаев, М.А. Никитинская, С.З. Калаева, Н. Л. Маркелова // Экология России и сопредельных территорий: Материалы 23 Международной экологической студенческой конференции / Новосибирский государственный университет, Новосибирск: ИПЦ НГУ, 2018, с.14.

## ПРОБЛЕМЫ МУСОРОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ

Карпов Н.Д., Коврига Е.В.
Армавирский механико-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир

## THE PROBLEM OF THE WASTE RECYCLING INDUSTRY IN KRASNODAR REGION

Karpov N. D., Kovriga E.V.
Armavir Institute of Mechanics and Technology (branch)
of FSBI HE «Kuban State Technological University», Armavir

**Abstract.** The paper describes the problems of solid waste processing in the Krasnodar region, as well as offers solutions to these problems, in particular, the possibility of building a waste processing complex.

**Key words:** solid household waste, waste recycling complex, profit.

Ежегодно в России образуется около 60 млн. тонн твердых бытовых отходов, примерно 400 кг на 1 человека в год. На Краснодарский край приходиться примерно 2,5 млн. тонн. При этом с каждым годом эта цифра увеличивается примерно на 2-3%, чего нельзя сказать о мощностях местной системы переработки и хранения ТБО. До 2013 года, по данным департамента ЖКХ Краснодарского края, в регионе насчитывалось 295 официальных и неофициальных свалок общей площадью 1020 га, на сегодня 93 из них закрыты. Действующие на территории региона мусоросортировочные комплексы рассчитаны на переработку всего лишь 560 тыс. тонн твердых бытовых отходов в год, то есть, даже при полной загрузке они могут переработать не более 1/5 производимого мусора.

В связи с этим в Краснодарском крае давно назрел вопрос строительства мусороперерабатывающих комплексов. Данный вопрос поднимался в крае не однократно, последний в марте 2018 г., когда губернатор Кубани сообщил, что Краснодарском крае планируется строительство двух крупных мусороперерабатывающих комплексов. По его словам, строительство комплексов должно было начаться в двух противоположных частях края – в Сочи и близ побережья Азовского моря. Два завода необходимы Кубани, чтобы разделить поток мусора на две зоны, в которые будут свозить ТБО с соответствующих им территорий.

Строительство мусороперерабатывающих комплексов планировалось в конце 2018-го – начале 2019-го года, но мы не смогли найти информацию, о том, что их строительство начато.

Необходимо заострить внимание на том, что планировалось строительство комплексов именно с термической переработкой мусора, то есть часть мусора должно сжигаться.

Рассмотрим возможность строительства такого мусороперерабатывающего комплекса в Краснодарском крае.

Как известно строительство мусороперерабатывающего комплекса довольно затратное мероприятие с экономической точки зрения, поэтому привлечение инвесторов необходимо. Как и любой другой вид бизнеса, этот подразумевает за собой получение прибыли. Прибыль поначалу будет небольшой, но при грамотном подходе на «мусорном» деле вполне можно

зарабатывать, так как Краснодарский край способен полностью обеспечить не один мусороперерабатывающий завод постоянным потоком сырья.

Откуда же берется прибыль в данном производстве?

При утилизации ТБО выгоднее всего производить сортировку отходов и пускать их во вторичное производство, при этом получая прибыль от продажи прессованного по группам сырья. Обычно мусор сортируют на следующие группы: бумага, пластик, стекло, железо, цветные металлы, ветошь, органический мусор. Отдельной группой стоят комплексы по переработке старых автомобилей, бытовой техники, люминесцентных ламп, здесь основная прибыль идет с продаж изъятых металлов и запчастей в ремонтные мастерские. Но, к сожалению, часть твердых бытовых отходов не подлежит вторичной переработке и их необходимо сжигать.

Прибыль комплекса будет зависеть от загруженности производственно-сортировочных линий, скорости работы персонала, налаженности рынка сбыта.

Для снижения расходов на транспортировку сырья к мусороперерабатывающему комплексу, имеет смысл строить завод прямо у места скопления мусора, например возле крупных городов, а лучше всего прямо на полигоне, к тому же это поможет избежать проблем с разрешительными документами и местными экологическими службами. Если такой возможности нет, то придется создавать хороший автопарк.



Рисунок. Примерный проект мусороперерабатывающего комплекса

Так же необходимо тщательно продумать и подобрать оборудование. Комплектующие отечественного производства могут сильно сократить затраты на организацию и ремонт.

Перечислим ряд основных агрегатов, необходимых в первую очередь:

– накопительный бункер, сюда сырьё свозится, взвешивается, разгружается;

– магнит промышленной мощности, для досортировочного изъятия тяжелых металлических отходов;

– сортировочная линия (в западных странах мусор сортируется населением, у нас этим нужно заниматься непосредственно на заводе, с данной задачей справляются подсобные рабочие на конвейерных линиях);

– дробильная установка и пресс, необходимы для измельчения и компоновки бытового пластика и ПЭТ-бутылок;

– высокотемпературная печь, используется для утилизации не подлежащих вторичной переработке отходов.

Данный список не полный, но самый минимальный, необходимый для переработки основных видов ТБО.

В среднем, окупаемость такого комплекса может быть до 3 лет, так как предполагаемая рентабельность в этой сфере деятельности достаточно высокая и может достигать 50%.

Таким образом, строительство мусороперерабатывающего комплекса является не только хорошим бизнесом, но и решает проблему загрязнения окружающей среды.

Литература:
[1] Марченко В.Д., Коврига Е.В. Мусороперерабатывающий завод как решение проблемы утилизации отходов // Сборник докладов победителей и лауреатов XXIII студенческой научной конференции АМТИ. – Армавир, 2017. – С. 67-69.
[2] Коврига Е.В. Основные экологические проблемы Краснодарского края // Развитие природоохранной системы и экологии города: Материалы региональной научно-практической молодежной интернет-конференции. – Армавир, 2017. – С. 17-18.
[3] Марченко В.Д., Коврига Е.В. О проблемах строительства мусороперерабатывающего завода на Кубани // Экологические аспекты развития современной цивилизации: Материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, преподавателей. КубГТУ, АМТИ. – Армавир, 2017. – С. 114-116.

## ГУМИНОВЫЙ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫЙ ДЕТОКСИКАНТ ДЛЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ РЕМЕДИАЦИИ ПОЧВ

Карпухин К.Ю., Алексашин А.В., Кошелев А.В., Тихомирова Е.И.
ФГБОУ ВО Саратовский государственный технический университет
им. Гагарина Ю.А., г. Саратов

## HUMIC ORGANIC MINERAL DETOXICANT FOR BIOLOGICAL SOIL REMEDIATION

Karpukhin K.Yu., Aleksashin A.V., Koshelev A.V., Tikhomirova E.I.
Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov, Russia

**Annotation**. The problem of soil remediation is considered, the technology of production of humic acid salts and their compositions, the acquisition of organic-mineral detoxicant and its use for the detoxification of polluted soils and their remediation are presented.
**Keywords:** soil remediation, humates, organo-mineral detoxicant, humate production, technological scheme, ultrasonic installation

Технология детоксикации почв основана на применении гуминовых и гумино-минеральных веществ и удобрений, которые при внесении в загрязненные почвы и грунты прочно связывают ионы тяжелых металлов, переводя их в неподвижные (водонерастворимые) формы, сорбируют и полностью обезвреживают органические экотоксиканты. Установлено, что гуминовые препараты оказывают благоприятное влияние на биодеградацию нефти [1] как аборигенной микрофлорой, так и специализированными бактериями-нефтедеструкторами.

Химический механизм детоксикации грунта заключается во взаимодействии ионов металлов с гуминовыми кислотами с образованием водонерастворимыхгуматов. Физико-химические основы взаимодействия гуминовых кислот с ионами тяжелых металлов и органическими соединениями включают одновременное протекание процессов ионного обмена, адсорбции и абсорбции, сокоагуляции и окклюзии, обеспечивающих эффективную санацию (детоксикацию) грунтов [2, 4].

Основным сырьем для производства гуматов в Российской Федерации является бурый уголь и торф, которые имеют широкое распространение на территории нашей страны и некоторых стран СНГ. Технология получения заключается в щелочном гидролизе и экстрагировании солей гуминовых и фульвокислот в раствор из сырья при повышенной температуре [3, 5]. Классический способ – нагрев щелочной пульпы до 800 – 900$^0$С при атмосферном давлении в течение 6 – 10 часов. Для сокращения времени выдержки до 2-4 часов применяют автоклавы с доведением температуры гидролиза до 1300С. Наряду с простотой такой технологии необходимо отметить и ее основные недостатки:

1. Длительное термическое воздействие на экстрагируемое сырье приводит к термическому разрушению ряда важнейших компонентов присутствующих в экстрагируемом веществе, в частности, витаминов и аминокислот.

2. Продолжительный нагрев требует подведения большого количества тепла, что соответствует затратам электроэнергии 1,5 кВт-ч на производство 1 литра 3% - 5% раствора гуматов.

Отмеченные выше недостатки приводят к высокой себестоимости и низкой воспроизводимости качества продукции. Рыночная стоимость раствора гуматов в России превышает 100 рублей за литр.

Целью нашей работы было конструирование гуминового органоминерального детоксиканта для биологической ремедиации почв.

Материалы и методы. Работа выполнена на базе научно- образовательного центра «Промышленная экология» (НОЦ ПЭ) и испытательного лабораторного аккредитованного центра «ЭкоОС» (ИЛЦ «ЭкоОС») СГТУ имени Гагарина Ю.А. с использованием аттестованных методик и поверенного оборудования.

Разработан способ получения гранулированного гуминового детоксиканта, при использовании которого обезвреживание токсичных соединений различной природы осуществляется как органическими (соли гуминовых и фульвовых кислот), так и неорганическими (бентонит, соединения кальция, железа, фосфорной кислоты и др.) составляющими, что позволяет, в частности, переводить соединения тяжелых металлов, ртути и мышьяка в нерастворимое состояние.

Для снижения себестоимости гумата и повышения производительности предлагается технология, основанная на ультразвуковом (УЗ) синтезе солей гуминовых кислот.

Основные технологические стадии (рисунок):

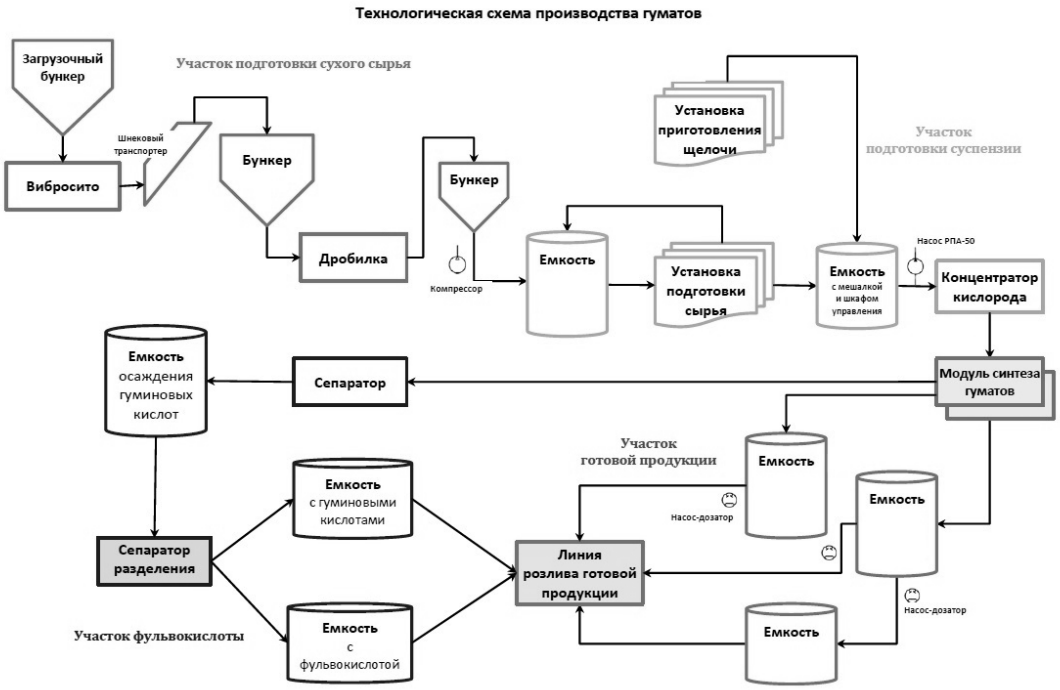



Рисунок. Технологическая схема производства гуматов.

1 – Предварительная стадия: подготовленное сырье (торф или бурый уголь) загружается в рабочие емкости и заливается 4-5% раствором щелочи. Происходит набухание и частичная экстракция ГВ в раствор. Суспензия подается в модуль синтеза.

2 – Основная стадия получения ГВ и экстракции в раствор происходит в модуле синтеза, который состоит из УЗ-реактора, источника питания, емкости с мешалкой, насоса, системы трубопроводов, пульта управления.

Исходная суспензия многократно проходит через реактор, сохраняя комнатную температуру.

3 – Дополнительная стадия. В промежуточной емкости с мешалкой производится корректировка продукта по составу (могут быть добавлены микро- и макроэлементы, минеральные удобрения) и кислотности (pH).

4 – Заключительная стадия, на которой осуществляется очистка от балластных веществ и крупных дисперсий фильтрацией (сепарированием) и розлив в тару.

Техническим результатом разработанной технологии является высокопроизводительный способ получения гранулированного комплексного гуминового органоминерального детоксиканта. Исходное измельченное до размера частиц менее 100 мкм сырье – смесь каустобиолитов угольного ряда (предпочтительно, низинный торф или окисленный бурый уголь) с бентонитом обрабатывается в щелочном растворе в мощном (более 10 Вт/см$^2$) ультразвуковом поле. Благодаря высокой мощности ультразвукового излучателя концентрация сырья в растворе может достигать до 40% с выходом солей гуминовых кислот 90 мас.% и более от органической составляющей каустобиолита (сухой беззольной массы бурого угля).

Высокая производительность реализуется при использовании ультразвукового реактора проточного типа мощностью более 3 кВт. Концентрация исходного водного щелочного раствора составляет от 5 мас.% до 10 мас.% для поддержания в процессе гидролиза pH от 10,5 до 12. Для приготовления щелочного раствора используются гидроксиды калия, натрия, аммония отдельно либо в смеси. Концентрация бентонита в исходной смеси определяется экспериментально по способности полученной композиции к грануляции. Температурный режим всех технологических операций предусматривает максимально допустимый предел не выше 60$^0$C с целью предотвращения деструкции макромолекул гуматов в растворе.

Выполненный комплекс исследовательских работ позволил добиться максимальной концентрации бурого угля в щелочной суспензии – 500 г на литр раствора. Концентрация гуматов в растворе составила 40%. Полученный высококонцентрированный гумат (ВГ) использовался для детоксикации экспериментально загрязненных образцов почв.

В области обеспечения экологической безопасности способ может быть использован для рекультивации грунта при восстановлении любых загрязненных почв.

Литература:

1. Орлов Д.С., Иванушкина К.Б. Гуминовые вещества в биосфере, народнохозяйственное значение и экологическая роль // Почвоведение. 2006. №2. С. 152-157.
2. Дагуров А.В. Влияние гуматов на токсичность углеводородов нефти: дис. канд. биол. наук. Иркутск, 2004. 137 с.
3. Наумова Г.В., Кособокова Р.В., Косоногова Л.В., Райцина Г.И., Овчинникова Т.Ф. Гуминовые препараты и технологические приемы их получения // Гуминовые веще-

ства в биосфере. М.: Наука, 2004. С. 178-188.
4. Перминова, И.В. Гуминовые вещества – вызов химикам XXI века /И.В. Перминова // Химия и жизнь - XXI век. 2008. № 1. С. 50.
5. Кравченко Р.Н., Реутов В.А., Ярчук И.И. Технологический режим получения гуматов натрия из торфа и некоторые характеристики препарата // Теория действия физиологически активных веществ. - Днепропетровск, 2009. С. 60-63.

# ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ПОДЗЕМНОЙ ГИДРОСФЕРЫ

Каюкова Е.П.
СПбГУ, Санкт-Петербург

# ECOLOGICAL FUNCTIONS OF THE UNDERGROUND HYDROSPHERE

Kayukova E.P.
SPSU, Saint-Petersburg

**Annotation.** Ecological hydrogeology is a new applied interdisciplinary science with a social orientation that studies the ecological functions of the underground hydrosphere and the characteristics of their formation and transformation under the influence of natural and natural-technogenic processes. The ecological functions of the underground hydrosphere are resource, hydrochemical, hydrodynamic and hydrophysical.
**Key words:** ecological hydrogeology, ecological functions of the underground hydrosphere

Экологические проблемы водных ресурсов неизбежно возрастают в кризисные и переломные периоды развития общества, и это особенно очевидно на современном этапе, когда проблемы качества и количества пресных вод стоят достаточно остро во многих уголках Земного шара на фоне крайней политической нестабильности между странами.

Гидрогеолог в настоящее время вынужден заниматься экологическими проблемами в гораздо большей степени, чем это приходилось делать гидрогеологам предыдущих поколений. Для современного общества экологическая гидрогеология становится социально значимой наукой.

Сформировавшись как одно из направлений *экологической геологии*, экологическая *гидрогеология* некоторое время оставалась важной ее ветвью, однако на современном этапе экологическая гидрогеология становится независимой наукой.

Термин «*Экологическая гидрогеология*» был предложен в 1992 г. Н.И. Плотниковым, который рассматривал новую науку как прикладное направление в гидрогеологии и социальной экологии, его работы стали одними из первых предпосылок ее формирования [4, 5].

Кроме того, развитием и становлением экологической гидрогеологии как нового научного направления в нашей стране занимались: А.А. Карцев,

Е.В. Пиннекер, В.М. Гольдберг, В.А. Кирюхин, В.С. Самарина, О.Н. Толстихин, В.А. Мироненко, В.Г. Румынин, С.Р. Крайнов, В.М. Швец, В.В. Куриленко и др. Первичные идеи, а также исходные теоретические положения были заложены еще в работах В.И. Вернадского и Б.Л. Личкова в 30-х годах прошлого века.

*Экологическая гидрогеология* – новая прикладная междисциплинарная наука с социальной направленностью, изучающая экологические функции подземной гидросферы и особенности их формирования и трансформации под влиянием природных и природно-техногенных процессов.

Экологическая гидрогеология, базируясь на фундаментальной гидрогеологии, решает вопросы обеспечения населения питьевыми и хозяйственными водами, а также сохранения подземной гидросферы, включает социальные вопросы, связанные с влиянием качества подземных вод на здоровье человека. Экологическая гидрогеология выступает как регулирующая функция во взаимоотношениях гидросферы и биосферы, обеспечивая живые организмы питанием, теплом, энергией.

*Объект исследования экологической гидрогеологии* - верхние горизонты подземной гидросферы, главным образом пресные грунтовые воды, находящиеся под влиянием антропогенной нагрузки и природно-технических систем (а также подземные воды в естественном состоянии).

*Предмет изучения экологической гидрогеологии* – экологическая роль и экологические функции подземной гидросферы (в том числе роль и значение пресных подземных вод) в жизни человека и существовании биоты.

Антропогенное воздействие на подземные воды проявляется через все элементы многокомпонентной динамической системы «вода – порода – газ – живое вещество», которая под воздействием современных процессов техногенеза преобразуется в систему «вода – порода – газ – живое вещество – техногенное образование».

Экологические функции подземной гидросферы определяют (отражают) роль и значение подземных вод, природные и антропогенные процессы, протекающие в системе «вода – порода – газ – живое вещество – техногенное образование».

Исходя из общих закономерностей эволюции природных сред в геологической истории Земли, выделяются два главных этапа формирования и развития экологических функций подземной гидросферы: природный и техногенно-природный [6].

Первый этап (природный) охватывает огромный временной интервал от зарождения жизни (3,5 млрд лет назад) до начала проявления техногенеза. На этом этапе сформировались главные морфологические особенности экологических функций подземной гидросферы Земли, которые во многом обеспечивают возможность современного существования биоты и человека.

Второй этап (техногенно-природный) длится около 200 лет и связан с первой промышленной революцией (1830-1840 гг.). С этого времени начи-

нается техногенная трансформация всех видов экологических функций подземной гидросферы.

В иерархии эколого-гидрогеологических исследований подземной гидросферы можно выделить три уровня: глобальный, региональный, локальный. На глобальном уровне изучаются экологические функции подземной гидросферы, на региональном – экологические проблемы водоносных горизонтов и комплексов, на локальном – последствия антропогенного воздействия на подземные воды.

Основное с экологической точки зрения предназначение всех абиотических сфер Земли (в том числе – гидросферы) – ресурсное и энергетическое обеспечение жизни и развития биоты. Все многообразие функциональных зависимостей между природными и антропогенно преобразованными геосферами можно свести к следующим экологическим функциям: ресурсной; динамической; химической и физической [2, 7].

**Ресурсная функция занимает** *ведущее место среди экологических функций подземной гидросферы и* определяет роль ресурсов подземных вод (преимущественно пресных) и гидрогеологического пространства гидросферы в жизни и деятельности человеческого сообщества (а также биоты) [7], то есть поземные воды выступают как ресурс для жизни биоты. Подземные воды могут иметь и другое целевое назначение, например – сырьевое (промышленные воды), лечебное (минеральные воды), теплоэнергетическое.

Ресурсная экологическая функция подземной гидросферы заключается в потенциальной способности подземной гидросферы обеспечивать потребности человека как питьевыми и хозяйственными водами, так и сырьевыми, необходимыми для развития социально-экономической жизни общества, при этом потребности человека не должны вступать в противоречия с потребностями биоты.

Вода как активный переносчик вещества и энергии (среда обитания, основа существования человека и биоты) выражает **гидрохимическую функцию подземной гидросферы**, через свой химический состав, оказывая мощное влияние на состояние биоты и человека.

Выявление в подземных водах опасных для живых организмов веществ и соединений осуществляется через оценку санитарно-гигиенических норм, которые базируются на величинах предельно допустимых концентраций (ПДК); используют также сравнение концентраций химических элементов подземных вод с фоновыми значениями.

Подземные воды значительно превосходят по качеству поверхностные воды и гораздо лучше защищены от загрязнения, содержат микро- и макроэлементы, необходимые для организма человека, не требуют дорогостоящей очистки. Именно этим определяется их значимость как важнейшего источника питьевого водоснабжения, то есть обеспечения водой человека как биологического вида [7].

**Гидродинамическая функция подземной гидросферы** проявляется в постоянном динамичном состоянии воды, в непрерывном его изменении – от парообразного через жидкое и твердое до молекулярного и сверхкритического состояния. В процессе движения вода может насыщаться газами, обогащаться различными химическими элементами и даже менять свой макро состав. На физико-химических барьерах и при фильтрации вода способна очищаться от ряда загрязняющих веществ.

В процессе фазовых переходов вода также способна самоочищаться от загрязнения, выполняя важную экологическую роль подземной гидросферы.

**Гидрофизическая функция подземной гидросферы** выражается в существовании некоторых геофизических полей, имеющих важное экологическое значение (гравитационное, электрическое, магнитное, радиоактивное, тепловое) [1].

Гравитационное поле Земли удерживает слой гидросферы; обеспечивая функционирование большого геологического круговорота веществ и воды [3], гравитационное поле контролирует движение подземных вод от поверхности земли на глубину, способствует перемещению и образованию скоплений инфильтрационных вод. Весьма важную роль оно играет в формировании седиментационных, биогенных и других вод. Под действием силы тяжести подземные воды вместе с тектоническими пластинами могут опускаться в мантийные глубины, вплоть до земного ядра [1].

Литература:

1. Кирюхин В.А., Норова Л.П. Экологическая роль подземных вод в жизни планеты. Электронный научный журнал «Георесурсы. Геоэнергетика. Геополитика». http://oilgasjournal.ru/vol_4/kirukhin.html. Дата обращения – 05.04.2015.
2. Куриленко В.В., Хайкович И.М. Структура экологической геологии и её взаимосвязь с естественными науками / Вестник СПбГУ. Сер. 7. 2012. Вып. 4. – С. 65-78.
3. Куриленко В.В., Хайкович И.М., Лебедев С.В. Геофизические поля в экологической геологии / Вестник СПбГУ. Сер. 7. 2016. Вып. 1. – С. 15-28.
4. Плотников Н.И. Введение в экологическую гидрогеологию. М.: Изд-во МГУ, 1998. –240 с.
5. Плотников Н.И., Карцев А.А., Рогинец Н.И. Научно-методические основы экологической гидрогеологии. М., 1992. - 62 с.
6. Теория и методология экологической геологии // Ред. В.Т. Трофимов. – М.: изд-во МГУ, 1997. – 368 с.
7. Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г. Экологическая геология: Учебник. - М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2002.- 415 с.

## ОСНОВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ НЕДР ПРИ ДОРАЗРАБОТКЕ КЛЮЧЕВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Квашина А.М., Пахлян И.А.
ФГБОУ ВО «КУБГТУ» г. Краснодар

# MAJOR MEASURES FOR THE PROTECTION OF THE BOWELS DURING IMPROVEMENT OF THE KEY DEPOSIT

Kvashina A.M., Pahlyan I.A.
FGBOU "Kuban state University", Krasnodar

**Annotation.** the main measures for the protection of mineral resources at the Klyuchevoye field are considered, which boil down to a rational system of conducting field development, to monitoring and regulating the requirements of a well construction project, and high-quality work.

**Key words:** subsoil protection, field, measures, reservoir, well, cement ring, water-oil and gas shows.

Месторождение Ключевое находится в Горяче-Ключевском районе Краснодарского края. Самым крупным населенным пунктом в районе является г.Горячий Ключ, расположенный в 55 км от г. Краснодара. На месторождении первая нефть была получена в 1951 году в скважине №4. Промышленная нефтегазоносность установлена в 1954 г. На месторождении пробурено 185 добывающих и нагнетательных скважин, в том числе на Ключевом участке -162 скважины, на Южно-Ключевом – 16 скважин, на участке Узун – 7 скважин.

На Ключевом, как и на других месторождениях происходят неблагоприятные воздействия на недра. Поэтому следует уделять особое внимание их охране. Основными мероприятиями по охране недр при строительстве новых и реконструкции существующих скважин является выбор технологии, качественное выполнение работ, строгое осуществление требований проекта строительства скважин.

Скважины должны обеспечивать защиту недр от загрязнения промывочной жидкостью и пластовыми флюидами. Для этого обеспечивается контроль качества изоляции скважины, в частности, межпластовых перетоков и водонефтегазопроявлений по заколонному пространству. Обвязка устья скважин должна обеспечивать надежность проведения операций.

Главным элементом охраны недр также является разобщение пластов, что обеспечивается качеством цементного кольца. Качество и надежность разобщения пластов проверяется путем опрессовки цементного кольца. При этом давление опрессовки должно быть не менее пластового давления с целью исключения выбросов пластовых флюидов на поверхность и не более давления гидроразрыва пласта с целью недопущения загрязнения водоносных пластов технологическими жидкостями.

При освоении скважины обеспечивается максимально возможное сохранение естественного состояния призабойной зоны, предотвращающее ее загрязнение, разрушение, и сохранение цементного камня за эксплуатационной колонной, а также реализация мероприятий по предотвращению деформации эксплуатационной колонны, прорывов пластовых вод, газа из

газовой шапки, открытых нефтегазоводопроявлений, снижения проницаемости призабойной зоны, загрязнения окружающей среды и других негативных явлений.

Охрана недр при проведении работ должна осуществляться в строгом соответствии с инструкцией по безопасному ведению работ и охране недр. При этом следует учитывать геологические и гидрологические условия участка.

Литература:

[1] Оселедкин Д.Н., Апенина О.А., Пахлян И.А. "Проектирование доразработки Ключевого месторождения"// Сборник докладов победителей и лауреатов по материалам конференции «XXIII студенческая научная конференция АМТИ» 2017. С. 143-145.

[2] Пахлян И.А, Литовник Н.Н., Масюков М.В. "Рекомендации по охране и рациональному использованию земельных ресурсов, охране недр, воздушного бассейна, поверхностных и подземных вод, растительности и животного мира при доразработке газонефтяного месторождения"// Статья в сборнике трудов конференции «II Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов, преподавателей, посвященной 100-летию со дня образования Кубанского государственного технологического университета» 2018. С.108-109.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ БИОТЕСТИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ТОКСИЧНОСТИ БУРОВЫХ ШЛАМОВ

Климова А.А., Коннова Ю.А., Азарова С.В.
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

## USING BIOTESTING METHODS TO ASSESS THE TOXICITY OF DRILL CUTTINGS

Klimova A.A., Konnova Y.A., Azarova S.V.
Tomsk Polytechnic University, Tomsk

**Abstract.** To meet the demands for oil and gas production, the number of oil and gas wells is increasing every year, construction of drilling sites is growing and, as a consequence, the amount of drilling wastes continues to grow too. Now, methods of biotesting can be applied in the implementation of state and industrial environmental quality control of natural and waste water.

In Support of the words about the importance of the direction work, two methods of biotesting are presented with the results allowing to assess the toxicity of drill cuttings. The research is focused on determining the toxicity of drill cuttings by biotesting using two test objects: Avéna satíva and Drosophila melanogaster.

**Keywords**: drilling cutting, biotesting, Avena sativa, Drosophila melanogaster

При строительстве буровых скважин, образуются буровые шламы, оказывающие комплексное негативное воздействие на окружающую среду, в основном связанное с их токсичностью. Подобное воздействие может привести к целому ряду негативных последствий: токсикологическому воздействию на компоненты биосферы; нарушение продуктивно-

деструктивных процессов в экосистемах; появлению патологических нарушений в организме рыб и беспозвоночных; накопление углеводородов в организмах и тканях растений и животных; снижение репродуктивного потенциала; изменению физико-химических параметров воды; хроническому загрязнению компонентов тяжелыми металлами и т.д. [1].

Исследовательская работа проводилась с целью сравнительного анализа токсичности проб отходов бурения с применением методов биотестирования.

В поставленные задачи входила оценка токсичности проб бурового шлама, отобранного в шламовых амбарах на нефтяных месторождениях Томской и Иркутской области.

Биотестирование позволяет определить интегральную токсичность, т.к. живые организмы могут воспринимать более низкую концентрацию веществ, в следствие чего, биота может быть подвержена токсическому воздействию, которое не определяется химико-аналитическими метода. Результаты биотестирования могут не совпадать с данными химического анализа, т.к. токсичность, определяемая биотестированием, является интегральным показателем.

С помощью методов биотестирования возможно определить степень воздействия изучаемого фактора на природные среды и биоценозы, получив результаты о токсичности той или иной пробы, а также оценить токсические свойства среды, обусловленные наличием комплекса загрязняющих химических веществ [3]. Выбранные методы биотестирования являются эффективными, малозатратными и технически доступным для широкого круга исследователей.

Исследовался шлам с Первомайского месторождения, четвертого класса опасности (Томская область), и Ярактинского месторождения, третьего класса опасности (Иркутская область).

Каждый отход, прошел процедуру паспортизации, где ему был присвоен класс опасности на основании компонентного состава и агрегатного состояния.

В Национальном исследовательском Томском политехническом университете в отделении геологии инженерной школы природных ресурсов было проведено исследование по определению токсичности буровых шламов методами биотестирования, с использованием тест-объекта мушки *Drosophila melanogaster* и фито-тест - семян овса *Avéna satíva* сорта Тогурчанин МР 2.1.7.2297-07 «Обоснование класса опасности отходов производства и потребления по фитотоксичности»). Полученные результаты представлены в таблице 1.

«Фитотест», основан на способности семян адекватно реагировать на экзогенное химическое воздействие путем изменения интенсивности прорастания корней, что позволяет длину последних принять за показатель тест-функции.

Таблица. Результаты биотестирования проб бурового шлама нефтяных месторождений Томской области

| Месторождение, район | Класс опасности | Тест – объект | |
|---|---|---|---|
| | | Семена овса *Avéna satíva* | Мушки *Drosophila melanogaster* |
| Первомайское, Томская область | 4 | – | + |
| Ярактинского, Иркутская область | 3 | – | – |
| – | Отсутствие биологического влияния | | |
| + | Наличие биологического влияния | | |

Критерием вредного действия считается замедление или полное прекращение роста корней семян [2]. Фитотоксичность отхода определяется по биологическому действию его водного экстракта. Проращивание семян осуществляется в чашках Петри с фильтрованной бумагой, куда вносится водный экстракт исследуемого отхода.

При проверке семян на всхожесть, помещенных в водный экстракт бурового шлама с Первомайского месторождения, угнетения роста корней не было обнаружено. Всхожесть семян в контроле и при разведении 1:1 - составила 86,8%. В разведении 1:1 показатель эффекта торможения составил 18,14 %, а в разведении 1:2- 1,4%. Эти значения не превышают 20% (согласно методике), следовательно, фитотоксический эффект не доказан.

При фитотестировании бурового шлама с Ярактинского месторождения, угнетения также не было обнаружено. Фитотоксичность в данном опыте не была зафиксирована. Эффект торможения в разведении 1:1 составил 16,84%, в разведении 1:2-9,45 %, следовательно, полученные значения не превышают 20%.

В обоих опытах наблюдалась стимуляция роста корней, вероятно это может быть связано с присутствием биогенные элементов, стимулирующих рост семян.

Следует отметить, что биотестирование с применением семян овса проводится на жидкой фазе отходов, в то время как биотестирование на тест-объекте - *Drosophila melanogaster*, позволяет выявить токсичность твердой фазы отходов.

Во время проведения биотестирования на тест-объекте Drosophila melanogaster, концентрация мутагена составляла 0,2 %. В ходе эксперимента осуществлялся ежедневный отбор мух и учет всех отклонений. В конце эксперимента оценивалось соотношение самцов и самок в пробе по отношению к контролю. Был рассчитан показатель соответствия фактического и ожидаемого результатов - критерий хи-квадрат.

Проба, отобранная на Первомайском месторождении, оказывает токсическое воздействие на тест-объект *Drosophila melanogaster*, выраженное

в непропорциональном соотношении полов. В то время как вторая исследуемая проба с Ярактинского месторождения не оказывает токсического эффекта на тест-организм.

При поставке экспериментов было выявлено, что отходы бурения, на примере буровых шламов - не имеют фитотоксического эффекта, но токсическое воздействие отмечается при биотестирование с применением мушек *Drosophila melanogaster*. Интересный факт, что буровой шлам III класса опасности, показал полное отсутствие токсичности при оценке на двух тест-объектах. Кроме того, была выявлена стимуляция роста семян в некоторых разведениях, что свидетельствует о наличии биогенных элементов в составе данного отхода.

Литература:
[1] Васильев А.В., Тупицына О.В. Экологическое воздействие буровых шламов и подходы к их переработке // Проблемы прикладной геологии. - 2014. - С. 308-312
[2] Русаков Н.В, Крятов И.А., Стародубов А.Г. Обоснование класса опасности отходов производства и потребления по фитотоксичности / Почвы. Очистка населенных мест. Бытовые и промышленные отходы. Санитарная охрана почвы. /Методические рекомендации-Москва,2007.
[3] Фоминых Д.Е., Голещихин А.В., Постернак Т.С. Экологическая и промышленная безопасность. Определение токсичности бурового шлама нефтегазовых месторождений Томской области методом биотестирования. /Научно-технический вестник ОАО НК «Роснефть» – Москва, 2014 – С. 66-70

## КАЧЕСТВО ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ ИЗБОРСКО-МАЛЬСКОЙ ДОЛИНЫ (ПСКОВСКАЯ ОБЛ.) ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ В 2018 ГОДУ

Клубов С.М., Шебеста А.А., Шалунова Е.П., Третьяков В.Ю., Чуняева Е.О.
Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

## FEATURES OF THE HYDROCHEMICAL COMPOSITION OF GROUNDWATER SOURCES IN THE IZBORSKO-MALSKAYA VALLEY (PSKOV REGION) IN 2018

Klubov S.M., Shebesta A.A., Shalunova E.P., Tret'yakov V.Yu., Chunyaeva E.O.
Saint-Petersburg state university, Saint-Petersburg

**Annotation.** The research of the quality of drinking water in the wells of 5 villages of the Izborsko-Malskaya valley. Wells are sources of drinking water for local residents due to lack of water supply. The quality of water in the wells was satisfactory by hydrochemical parameters. Not a single excess of the maximum permissible concentration was recorded.

**Key words**: Source of water, drinking water quality

## Введение

Изборско-Мальская долина расположена в Печорском районе Псковской области в 30 километрах к западу от Пскова.

В состав историко-архитектурного и природно-ландшафтного музея-заповедника «Изборск» входит Изборско-Мальская долина. Она начинается в поселке Старый Изборск и простирается в северо-западном направлении к д. Малы и д. Вашина Гора. Ширина долины 500-800 м, глубина 40-50 м [1]. Долина принадлежит к карстово-эрозионным формам рельефа. На ее территории сосредоточено уникальное для Северо-Запада сочетание большого разнообразия природных объектов. В 2008 Изборско-Мальская долина была объявлена особо охраняемой природной территорией Псковской области [2].

На территории Изборско-Мальской долины расположено несколько сельских поселений, которые из-за отсутствия водопровода для бытовых и питьевых целей используют колодцы (рисунок). Информация о качестве используемой воды актуальна для местного населения.

Целью нашей работы является оценка качества источников питьевого водоснабжения по гидрохимическим показателям.

## Методика исследования

Места отбора проб воды из колодцев были намечены в ходе рекогносцировочных работ и опроса местного населения.

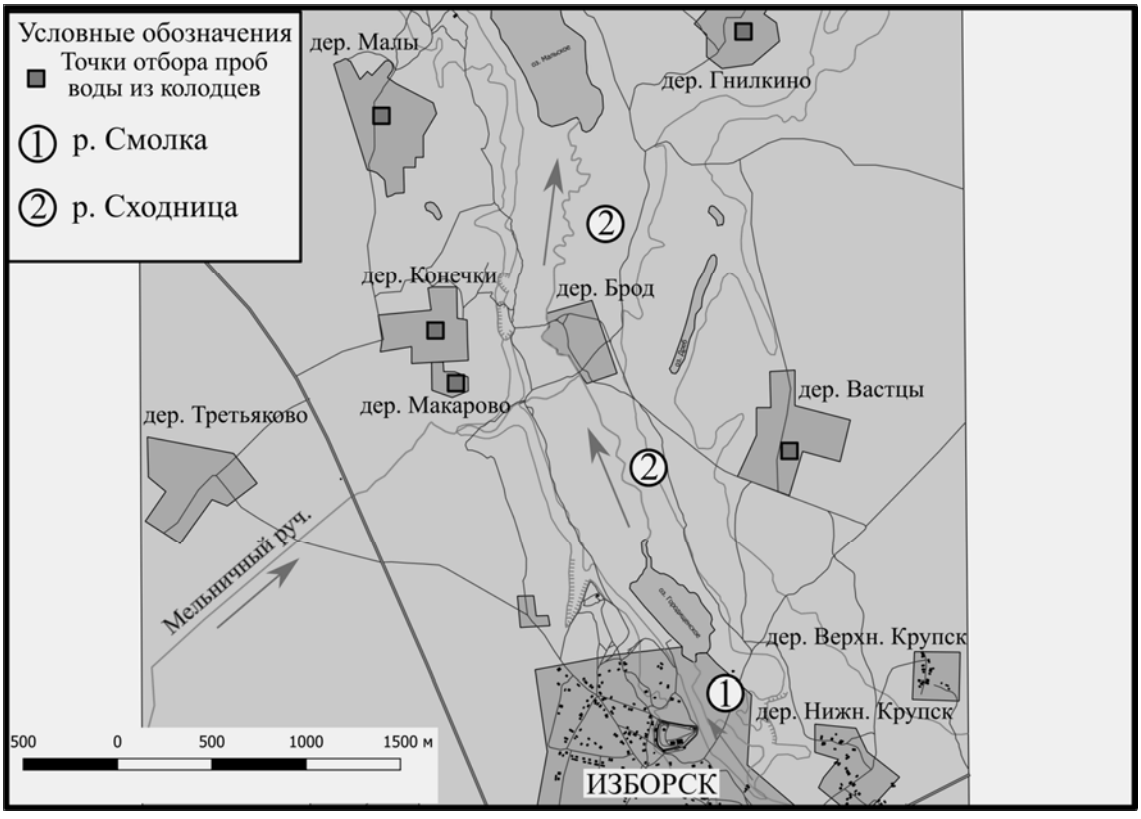



Рисунок. Карта отбора проб из колодцев, расположенных на территории Изборско-Мальской долины, вода из которых используется для питьевых и хозяйственных целей

Пробы воды отбирались в соответствии с методическим пособием А.А. Шебесты и Е.П. Шалуновой [3] и ГОСТ 31861-2012 «Вода. Общие требования к отбору проб» [4].

В ходе сокращенного химического анализа, проводившегося в день отбора проб воды в соответствии с методическим пособием А.А. Шебесты и Е.П. Шалуновой [3] определялось 10 показателей. Использовались 4 метода (табл. 1).

Таблица 1. Методы гидрохимического анализа

| Определяемая концентрация ионов (показателей) | Метод анализа |
|---|---|
| $HCO_3^-$, $Ca^{2+}$, общая жесткость | титриметрический |
| $Na^+$, $K^+$, $Cl^-$, $NO_3^{2-}$, $NH_4^+$ | потенциометрический |
| $SO_4^{2-}$ | турбидиметрический |
| $Mg^{2+}$ | расчетный |

Минерализация воды определялась суммированием концентраций минеральных компонентов ее химического состава, выявленных при химическом анализе.

## Результаты исследования

По результатам гидрохимического анализа, ни в одной из проанализированных проб не было обнаружено превышения предельно допустимой концентрации [5] (табл. 2).

Таблица 2. Результаты гидрохимичекого анализа проб воды из колодцев питьевого водоснабжения деревень Изборско-Мальской долины (знак «-» означает, что предельно допустимой концентрации (ПДК) не установлено; НПО – ниже порога обнаружения)

| ион | $Na^+$ | $K^+$ | $NH_4^+$ | $Cl^-$ | $NO_3^-$ | $Ca_2^+$ | $Mg_2^+$ | $SO_4^-$ | $HCO_3^-$ | pH | Минерализация |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ед. измерения | мг/л | | | | | | | | | ед. pH | мг/л |
| ПДК [5] | 200 | - | 2,0 | 350 | 45 | - | 50 | 500 | - | 6-9 | 1000 |
| дер. Конечки | 2,10 | 3,62 | 0,52 | 4,84 | 7,47 | 65,13 | 37,80 | НПО | 366,00 | 7,78 | 487,47 |
| дер. Гнилкино | 2,52 | 1,77 | 0,28 | 0,95 | 0,37 | 105,21 | 22,05 | НПО | 469,70 | 7,60 | 602,84 |
| дер. Вастцы | 2,30 | 3,92 | 0,56 | 1,23 | 0,68 | 95,19 | 31,50 | НПО | 457,50 | 7,53 | 592,88 |
| дер. Макарово | 4,57 | 2,74 | 0,66 | 3,39 | 2,73 | 85,17 | 25,20 | НПО | 411,75 | 7,57 | 536,22 |
| дер. Малы | 3,59 | 4,97 | 0,78 | 2,50 | 4,21 | 95,19 | 25,20 | НПО | 427,00 | 7,75 | 563,44 |

Во всех населенных пунктах, где проводились исследования, питьевая вода соответствует нормативам качества по гидрохимическим показателям.

Полученные результаты мы объясняем тем, что колодцы находятся в удовлетворительном состоянии. По результатам визуального осмотра эксплуатация колодцев производится в соответствии с СанПиН 2.1.4.1110-02 «Зоны санитарной охраны источников питьевого водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения» [6].

Оценка качества воды по гидрохимическим показателям является не полной, поэтому для более точного заключения о пригодности воды для использования в питьевых целях необходимо проводить дополнительное бактериологическое исследования проб воды.

Заключение

По результатам исследования, все отобранные пробы воды из колодцев, расположенных в 5 деревнях Изборско-Мальской долины соответствуют нормативам качества питьевой воды по гидрохимическим показателям.

По результатам визуального осмотра, состояние колодцев признано удовлетворительным по причине соблюдения требований СанПиН 2.1.4.1110-02 [6].

Помимо гидрохимических исследований необходимо провести бактериологические исследования качества воды.

Литература:


[1] Истомин А.В., Истомина Н. Б., Судницына Д.Н. Придание правового статуса особо охраняемой природной территории регионального значения комплексному памятнику природы Псковской области "Изборско-Мальская долина" // Псковский регионологический журнал. – 2008. - №6. – с. 95-105.

[2] Постановление Администрации Псковской обл. № 169 от 24.07.2008 «О памятнике природы Псковской обл. "Изборско-Мальская долина"» (с изм. на 26.07.2017) [Электронный ресурс] // Гос. комитет Псковской обл. по природопользованию и охране окружающей среды. – Режим доступа: http://priroda.pskov.ru/izborsko-malskaya-dolina (дата обращения 22.09.2018)

[3] Шебеста А. А., Шалунова Е. П. Полевые экологические исследования подземных вод – СПб.: изд-во СПбГУ, 2008. – 43 с.

[4] Вода. Общие требования к отбору проб: ГОСТ 31861-2012.

[5] Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора: ГОСТ 2761-84

[6] Зоны санитарной охраны источников питьевого водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения: СанПиН 2.1.4.1110-02


## ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СРЕДЫ И ОНЛАЙН БИОИНДИКАЦИЯ


Комарова Е.П.[1], Гудимов А.В.[2]

*1-Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону*

2-Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, Мурманск

# GEOECOLOGICAL FEATURES OF THE ENVIRONMENT AND ONLINE BIOINDICATION

Komarova E.P.[1], Gudimov A.V.[2]
1-Southern Federal University, Rostov-on-Don
2-Murmansk Marine Biological Institute KSC RAS, Murmansk

**Annotation.** The study of natural processes recorded in real time generates a new level of knowledge. Standard biological and chemical monitoring is inefficient for the timely detection of environmentally hazardous impacts. A system for online monitoring and online bioindication with bivalve-biosensors behavior is elaborated. One of the problems is the effect of natural and technical vibration on the bioindication process.

**Key words:** online bioindication, bivalve-biosensors behavior, vibration

Исследование природных процессов, измеряемых в масштабе реального времени, порождает новый уровень знаний, отличный от результатов, полученных методами дискретного пробоотбора и лабораторных экспериментов в контролируемых условиях. Природа не знает константных условий и дискретности, все процессы идут непрерывно с разными скоростями и взаимосвязаны иерархически-фрактально. Известные экологические закономерности при мониторинге текущих изменений среды трансформируются, иногда, значительно, становясь ближе к реальности, неизвестные – обнаруживают глубинные механизмы природных связей и адаптаций.

Прикладное применение непрерывного мониторинга абиотических параметров водной среды и экологического оперативного (онлайн) биомониторинга обуславливает переход **экологической безопасности и прогноза природных явлений на принципиально новый уровень.**

До последнего времени последствия природных или антропогенных воздействий на экосистемы могли быть обнаружены и оценены только post factum, как правило, со значительным (до нескольких лет) отставанием от момента начала воздействия и изменения условий среды. Системная и технологическая инертность стандартного биомониторинга и даже существующих методов экспресс-биоиндикации, в силу их зависимости от пробоотбора и последующих лабораторных исследований, не позволяет считать эти методы эффективным средством обнаружения опасного загрязнения и защиты экосистем от антропогенных изменений и деградации.

Широкий спектр загрязняющих веществ и комплексные, непредсказуемые эффекты делают стандартный химический мониторинг совершенно недостаточным для своевременного обнаружения экологически опасных явлений. Его оперативное применение, даже если и будет когда-либо технически возможным, может во многих случаях оказаться бессмысленным.

Единственным средством, гарантирующим надежный экологический контроль, могут быть только технологии непрерывного биомониторинга и оперативной индикации состояния среды, прежде всего, на наличие токсичности и воздействие общего уровня загрязнения.

Обеспечение непрерывности экологического контроля водной среды, особенно, при масштабной хозяйственной деятельности на шельфе, является наиболее эффективным современным подходом к биомониторингу и экологической безопасности [1].

Слабые хронические воздействия трудноуловимы за короткий период времени. Поэтому система экологического импакт-биомониторинга, действующая в масштабе реального времени посредством on-line (оперативной) биоиндикации должна быть настроена, прежде всего, на выявление наиболее значимых изменений среды.

Биомониторинг и биоиндикация стали оперативным благодаря системам получения непрерывной количественной информации о текущем функциональном состоянии организмов – биосенсеров в природных условиях.

Разрабатываемая нами система (технология + приборный комплекс) онлайн мониторинга (ОБМ) и оперативной биоиндикации (ОБИ) основана на использовании поведенческих реакций двустворчатых моллюсков-биосенсоров. Важно отметить, что ключевым звеном любой системы экологического ОБМ является не техника, а именно технология оперативной биоиндикации, которая позволяет в режиме близком к реальному времени обнаруживать экологически опасные (токсические) явления и сигнализировать об этом.

Появление ОБМ впервые дает возможность непрерывно отслеживать результирующее (интегральное) влияние целого комплекса экологических факторов; но, с другой стороны, учет комплексного влияния среды существенно осложняет разработку технологии ОБМ и ОБИ.

В частности, одним из геоэкологических факторов, оказывающих прямое и самое быстрое воздействие на процесс ОБИ, точнее, на моллюсков-биосенсоров, является вибрация. В природных условиях это вибрация донного субстрата – грунта, к которому прикреплены моллюски (например, мидии). В условиях нашей установки комплекса ОБМ, находящейся на грунте или на тросе под водой, это вибрация троса и субстрата – платформы, на которой находятся моллюски.

На литорали при вибрации камней (от шагов или волн прилива и прибоя) моллюски соответственно реагируют на сигнал и защищаются, закрывают раковины или наоборот открывают их в ожидании поступления воды и пищи. Антропогенные шумы и вибрации, включая технические, как правило, пугают беспозвоночных.

Учет влияния вибрации на поведение моллюсков и процесс биоиндикации является одной из проблем, над которой мы начинаем работать. Рассматривается перспективность применения датчиков на основе сегнетокерамики, которые способны улавливать малейшие вибрации грунта и воды, пульсации течений, технические шумы. Задача – измерить и вычесть влияние этих вибрацией из общей картины поведенческих реакций (уровня активности) моллюска или иного организма-биоиндикатора-биосенсора, т.е.

отфильтровать полезный сигнал для более надежной оперативной биоиндикации.

Литература:
[1] Massabuau, J.-C, Gudimov A. and Blanc P. Environmental Monitoring of Arctic Waters with Unmanned Bivalve Biosensor Technology: One Year of Background Data Acquisition in the Barents Sea // Proc. SPE Russian Petroleum Technology Conference, – [Электронный ресурс]: (October 26, 2015, Moscow). –Paper SPE-176681-MS: https://www.onepetro.org/download/conference-paper/SPE176681MS?id=conferencepaper%2FSPE-176681-MS

## УПРАВЛЕНИЕ ОСАДКОЙ МАССИВА ТКО ЧЕРЕЗ БИОИНГИБИРОВАНИЕ МЕТАНОГЕНОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ НПЗ

Кондратьев О.И., Чертес К.Л.
СамГТУ, Самара

## MANAGEMENT OF SEDIMENTATION OF MSW BY BIOINHIBITION OF METHANOGENS USING INDUSTRIAL WASTE OF OIL REFINERY

Kondratev O.I., Chertes K.L.
SamSTU, Samara

**Abstract.** A study was conducted for the environmental justification of the disposal of sulfur-and formaldehyde-containing waste from the oil refining complex in conjunction with MSW, using them to inhibit biogas production specially methanogenesis in small and out-of-service landfills. The chemical and physicochemical properties of the sludge and scurf were determined, incl. by gas chromatography-mass spectrometry. Laboratory studies were organized to proof the use of these sludges as perspective bioinhibitors of aenorobic decomposition of MSW (formation and emission of methane).

**Keywords:** Sludge of oil refining, hydrogen sulfide scavengers, polymethylenesulfide, formaldehyde, methanogenesis bioinhibition, MSW landfills.

С конца 2012 года, на установках первичной переработки нефти (АВТ, комплексы ЭЛОУ-АВТ) ряда НПЗ располагающихся в Европейской части России (Киришский, Московский и др.) появились нетипичные отложения, образующихся в больших количествах в секциях аппаратов воздушного охлаждения (конденсаторов), и далее – по трубопроводам, ведущих к рефлюксным емкостям, в них самих и далее по тракту дренажной воды вплоть до канализации [1]. При работе установке на режиме, для чистки может быть осуществлена подача в коммуникации водяного пара высокого давления, а также вывод секций АВО из работы, для их чистки.

Масс-спектрометрический и ИК-анализ отложений, взятых на одном из НПЗ Самарской области, показал, что основа отложений из рефлюксных

емкостей представлено различными серосодержащими соединениями - полиметиленсульфидами (1,2,4 (1,3,5)-тритиоланы). Они хорошо поглощают влагу (от 20 % масс и выше). При насыщении влагой повышается плотность массы ( с 0,65 г/см$^3$ до 2 и более), возрастает её твердость.

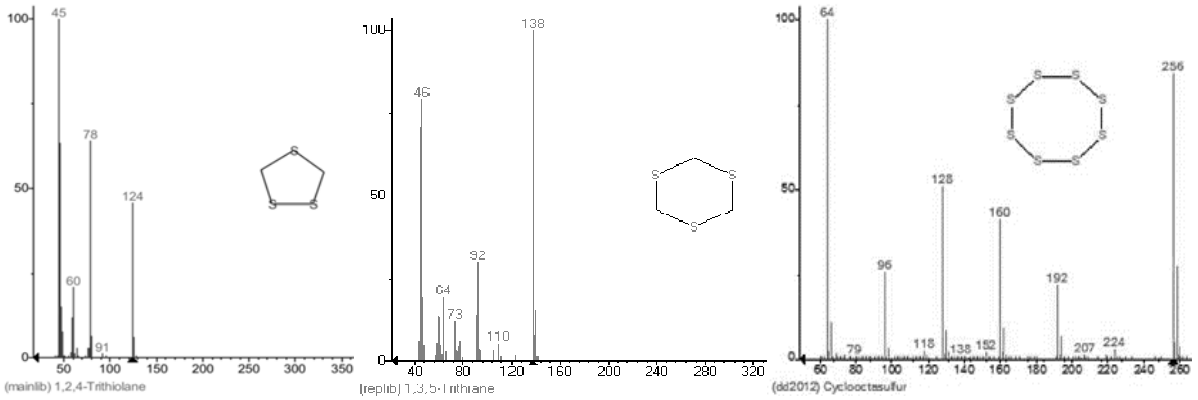



Рис. 1. Масс-спектры отложений из рефлюксных емкостей

При проведении анализ приходящей на установку нефти на газовом хроматографе «Кристалл 5000.2» с пламенно-фотометрическим детектором, был также обнаружен 1,2,4-тритиолан с концентрацией 21,295 ppm.

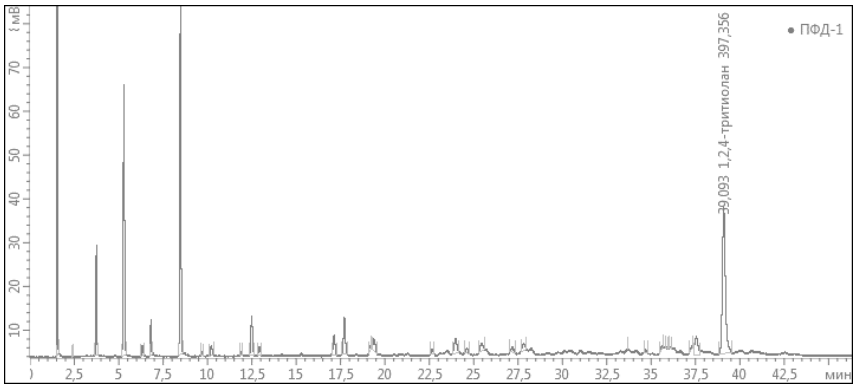


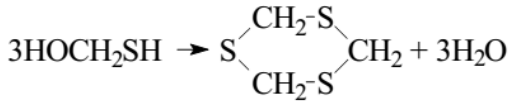

Рис. 2**.** Хроматограмма образца нефти, приходящей на установку ЭЛОУ-АВТ

Таким образом, проведенный анализ показывает, что фактор образования отложений в секциях АВО и рефлюксных ёмкостях в обоих случаях связан с присутствием в потоке серосодержащих соединений, источниками которых являются продукты поглощения сероводорода и меркоптанов поглотителями на основе формальдегида, которые сейчас широко применяются на месторождениях Поволжья, Удмуртии, Южного Урала, Коми. Так, на нефтепромыслах республики Коми в 2013 году было вовлечено в нефть около 6000 тонн альдегидсодержащих поглотителей сероводорода [1].

Химизм процесса образования серосодержащих соединений основан на реакциях сероводорода и меркаптанов с формальдегидом, катализируемых аминами и аммиаком. Сначала, формальдегид с сероводородом образует метилолмеркаптан:

$$CH_2O + H_2S \rightarrow HOCH_2SH$$

Метилолмеркаптан далее переходит в политиометилены $(-CH_2S-)_n$, например тритиан [1]:



$$HOCH_2SH + HOCH_2SH \rightarrow HOCH_2SCH_2SH + H_2O$$

$$nHOCH_2SCH_2SH \rightarrow (–CH_2S–)_{2n} + nH_2O$$

Таким образом, поглотитель на основе формальдегида оставляет исходные соединения серы в связанном виде в нефти в виде полисоединений. И в случае большого исходного содержания сероводорода в нефти, количество полиметиленсульфидов может быть значительным. В зависимости от длины цепи и молекулярного веса полисульфиды в нефти могут находиться как в растворенном состоянии, так и в виде мелкодисперсной взвеси. И учитывая, что в исходной нефти содержание $H_2S$ может достигать 3000 ppm (0,3%), то несмотря на разные стадии подготовки нефти (обессоливание, ЭЛОУ), значительное количество серосодержащих соединений могут достигать ректификационных колонн первичной переработки нефти на НПЗ.

В условиях высоких температур ректификации (360$^oC$ и выше) полиметиленсульфиды претерпевают термическую деструкцию, и продуктами их распада являются различные активные летучие соединения, которые способны свободно продвигаться по ректификационной колонне. При конденсации потока, данные соединения вновь полимеризуются, наращивая цепи, образуя продукт взаимодействия сероводорода с формальдегидом, который не растворим ни в бензиновой фракции, ни в воде, и склонен к образованию трудноудаляемых отложений в трубопроводах, в трубках теплообменного оборудования и в емкостях.

В целом в 2013-2014 гг потребление поглотителей но формальдегидной основе в России превысило 15000 тонн [2]. Это означает, что на НПЗ, перерабатывающих нефть с поглотителями на основе формальдегида, данные отложения и шлам их промывки являются многотоннажными отходами, которые в данный момент являются неклассифицированным отходом и вывозятся на заводские полигоны, где хранятся вместе с отработанным катализатором и нефтешламом.

В тоже время, в серии опубликованных исследований сульфид определен как биоингибитор анаэробного брожения наряду с аммиаком, ионами легких и тяжелых металлов и некоторых органических соединений[3].

Таблица. Отдельные показатели шламов паровой промывки установки первичной переработки нефти

| **Шлам пропарки и промывки рефлюксной емкости** | **Проба 1** | **Проба 2** | **Проба 3** |
|---|---|---|---|
| Минеральная часть (мехпримеси), % | 10,2 | 16,2 | 13,4 |
| Вода + формальдегид + лёгкая органика, % | 79,52 | 70,5 | 74,1 |
| Нефтепродукты, % | 0,62 | 0,98 | 0,76 |
| Реакция среды, pH | 7,1 | 6,5 | 6,7 |
| Сернистые соединения (по элементарной S), % | 18,63 | 10,84 | 14,9 |

Если сульфат или сульфид находится в избытке, сульфатредуцирующие бактерии будут успешнее конкурировать с метаногенами за субстрат, таких как ацетат и водород, что приводит к снижению производства метана во время метаногенной фазы [3;4]. Так, потенциал ингибирования сульфидами и сульфатами метаногенеза синтетических отходов ликероводочного завода был исследован с использованием биологического анализа в идентичных лабораторных условиях. Метаногенез прогрессивно ингибируется с увеличением концентрации сульфида в субстрате. [5]. Так, сульфиды ингибируют в концентрации 100 – 400 мг/л, а сероводород в концентрации 250 - 1000 мг/л [6]. Формальдегид и содержащие его отходы также обладают способностью к подавлению жизнедеятельности микроорганизмов (биоингибирование), в частности метаногенов [7].

Имеются отдельные наработки по биоингибированию анаэробной микрофлоры – редуцента на полигонах твердых коммунальных отходов (ТКО), когда сбор и утилизация биогаза экономически нецелесообразны. Как правило, это относится к малым полигонам и несанкционированным свалкам ТКО, а также и другим объектам исторически накопленного экологического ущерба от размещения отходов органо-минеральной природы [8]. Известно, что аэробное и анаэробное разложение компонентов ТКО характеризуется образованием биогаза и фильтрата [9]. Аэробные процессы являются более интенсивными по сравнению с анаэробными и не сопровождаются выделением токсичного и взрывоопасного биогаза. Выделение биогаза наблюдается в течение длительного периода после размещения твердых бытовых отходов в окружающей природной среде. В среднем с 1 т ТКО теоретически образуется до 400 м$^3$ биогаза, 70-80% которого выделяется за 10-15 лет функционирования свалок. В первые 4-5 лет скорость выделения биогаза составляет от 15 до 180 м$^3$/т [9,10]. И где на свалках не предусмотрена организация газо-дренажной сети и сжигание образующе-

гося биогаза - наблюдается неконтролируемое выделение биогаза со всей территории занятой ТБО, что способствует повышению риска возникновения пожароопасных ситуаций на полигоне ТБО и нагрузки на окружающую среду (парниковый эффект, загрязнение воздуха).

На основе всей приведенной информации, можно сделать вывод, что для газоингибирующей полигонной обработки ТКО серо- и формальдегидсодержащие шламы комплекса нефтепереработки отвечают наилучшим образом. Проведённый качественный и количественный химический анализ позволил определить состав реагента и предложить его использование как ингибитора газообразования в толще свалочного тела полигонов ТКО. Для доказательства рабочей гипотезы проводится полупромышленное исследование с утилизацией данных шламов нефтяного комплекса в качестве биоингибиторов разложения ТКО с минимальным экологическим воздействием на компоненты экосистем, при соблюдении набора граничных условий, результаты которого будут отражены в выпускной магистерской диссертации.

Литература:

[1] Ф.М. Хуторянский, А.Л. Цветков, Ю.Ю. Кляцкий. Современное состояние химико-технологической защиты от коррозии установок первичной переработки нефти. Проблемы, пути совершенствования // Экспозиция Нефть Газ – 2014. №4. С.56-59.

[2] Вартапетян А.Р., Зуйков А.А., Монахов А.Н., Федоров И.И. О проблеме образования нетипичных сероорганические отложений // Научно-технический вестник ОАО «НК «РОСНЕФТЬ». 2016. №4. Стр.82-86.

[3] Chen Y., Cheng, J.J., Creamer K.S. Inhibition of anaerobic digestion process: A review // Bioresource Technology. 2008. Vol. 99(10), p. 4044-4064.

[4] Dar S., Kleerebezem R., Stams A.M., Kuenen J.G., Muyzer G. Competition and coexistence of sulfate-reducing bacteria, acetogens and methanogens in a lab-scale anaerobic bioreactor as affected by changing substrate to sulfate ratio // Applied Microbiology and Biotechnology. 2008. Vol. 78, p. 1045–1055.

[5] Karhadkar, P.P., Audic J.M., Faup G.M., Khanna P. Sulfide and sulfate inhibition of methanogenesis // Water Research. 1987. Vol. 21(9), p. 1061-1066.

[6] Кузнецов А. Е., Градова Н. Б., Лушников С. В., Энгельхарт М. , Вайссер Т. , Чеботаева М. В. // Прикладная экобиотехнология: учебное пособие: в 2 т. Т.1 - 2-е изд. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. 629 с.

[7] G. Gonzalez-Gil; R. Kleerebezem; G. Lettinga. Formaldehyde toxicity in anaerobic systems // Water Science and Technology. 2000. Vol. 42. № 5-6, p. 223-229.

[8] Зеленцов Д.В., Савельев А.А, Чертес К.Л. Устройство системы пассивной дегазации массивов существующих объектов размещения отходов // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2015. №4(21). С. 100-102.

[9] Корте, Ф., Бахадир, М., Клайн, В. и др. Экологическая химия - М.: Мир, 1997. 396 с.

[10] La Torre C. Produzione e raccolta del bogas nelle discariche // Install-Ital. 1995. Vol.46. №3. P. 377-380.

# ФИТОСАНАЦИЯ В СИСТЕМЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Короткова А.В., Зыкова Ю.Н.
ФГБОУ ВО Вятская ГСХА, г. Киров

# PHYTOSANITATION IN THE SYSTEM OF AGRICULTURAL ENVIRONMENTAL MANAGEMENT

Korotkova A.V., Zykova Yu.N.
Vyatka state agricultural academy, Kirov

**Annotation.** Summary: influence of microbes introduced species of river of Rhizobium and cyanobacteria (CB) of river of Fischerella on growth and development of plants of river of Lupinus for the purpose of its further use in the system of phytosanitation of soils of agricultural purpose is studied, namely increase in intensity of growth of a root system at 54-58% of vegetative weight at 50-60% in options with processing by the klubenkovy bacteria (KB) and the KB+CB is shown. And also data on increase in a sheet surface of plants of river of Lupinus in skilled options up to 60% are obtained.

**Keywords:** phytosanitation, environmental management, klubenkovy bacteria, cyanobacteria, rizogenny effect, roststimulyation.

В современном сельскохозяйственном природопользовании наблюдаются процессы нарушения всех связей между компонентами агроэкосистем и дезорганизуются глобальные геохимические потоки, следствием чего является массовое проникновение поллютантов разной химической природы в систему миграции химических соединений почв сельскохозяйственного назначения. В результате возникает необходимость разработки комплексных систем состоящих из агротехнических и фитомелиоративных мероприятий, а именно фитосанации почвенного покрова [1-4].

Известно, что в настоящее время ведется активный поиск растений-концентраторов ионов тяжелых металлов среди культурной и естественной флоры с целью их дальнейшего использования в индуцированной фитоэкстракции. Максимальный эффект фитоэкстракции можно достичь при использовании растений образующих в короткие сроки, желательно, за один вегетационный период большую биомассу. Поэтому одновременно с выбором растений-концентраторов необходимо вести поиск мероприятий направленных на увеличение прироста биомассы выбранных растений. Некоторые представители семейств бобовые, крестоцветные, маслиновые и сосновые могут выступать в роли растений-концентраторов [6-7].

Целью наших исследований было изучение влияния вносимых микробов-интродуцентов на морфометрических показатели роста и развития растений р. Lupinus.

Объекты и методы. В опыте по изучению фитосанации использовали семена люпина узколистного *(Lupinus angustifolius)*. Данный вид является

высокоурожайным на семена и зеленую массу. Потенциальная урожайность зерна равна 46 ц/га, зеленой массы 770 ц/га, сухого вещества 145 ц/га. Засухоустойчивый, средневосприимчивый к фузариозному увяданию, слабо поражается антракнозом, устойчив и эффективен в фитоэкстракции. Для предпосевной инокуляции микробами-интродуцентами скарифицированные семена люпина обрабатывали:

- биопрепаратом ризоверм, приготовленным на основе клубеньковых бактерий (КБ) *Rhizobium lupini*, используемый штамм является активным и высоковирулентным (ООО МИП Биориз-Вятка) [8].

- ассоциацией КБ с цианобактерией (ЦБ) *Fischerella muscicola* (Thur.) Gom. 300 (коллекция кафедры биологии растений, селекции и семеноводства, микробиологии Вятской ГСХА).

Критерием оценки роста и развития растений служили показатели всхожести, высоты растений, длины корней и количества листьев, в среднем на одном растении.

Первые всходы в полевом опыте наблюдали через неделю (рис. 1).

В вариантах с обработкой монокультурой *Rh. lupini* и смесью КБ+ЦБ всхожесть была на уровне 84 и 77 % соответственно. Морфометрические показатели анализировали спустя 3 месяца вегетации. При анализе длины корней был установлен выраженный ризогенный эффект в опытных вариантах с увеличением показателя на 54 и 58 % по сравнению с контролем при инокуляции семян люпина бактериями *Rh. lupini* и бикомпонентной смесью соответственно.



А Б

Рис. 1. Люпин узколистный.
А – 7-ми суточные проростки; Б – 14-ти суточные растения

Так же в вариантах с обработкой микробами-интродуцентами был отмечен ростстимулирующий эффект где максимальная высота растений достигала 56,0 см. Этот показатель оказался выше контрольного варианта на 60 % в варианте с обработкой семян смесью *Rh. lupini+F. muscicola* (таблица).

Таблица. Влияние микробов-интродуцентов на морфометрические показатели *Lupinus angustifolius*.

| Варианты опыта | Всхожесть, % | Длина корней в среднем на 1 растение | | Высота растений в среднем на 1 растение | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | см | ± % к контролю | см | ± % к контролю |
| Контроль (без обработки) | 73 | 9,75±3,3 | 100 | 22,4±1,4 | 100 |
| *Rh. lupini* | 84 | 15,0±4,1 | +54 | 33,6±2,8 | +50 |
| *Rh. lupini+ F. muscicola* | 77 | 15,4±4,6 | +58 | 56,0±3,1 | +60 |

Одним из важных показателей при оценке выбранных инокулянтов для предпосевной обработки семян растений-концентраторов является количество листьев на 1 растение, так как этот показатель непосредственно связан с увеличением площади фотосинтетической поверхности, а следовательно и с продуктивностью фотосинтеза. Количество листьев в среднем на одно растение оказалось больше в варианте с обработкой *Rh. lupini+F. muscicola,* в то время как разница этого показателя с растениями инокулированными монокультурой *Rh. lupini* была не существенна, тем не менее, по сравнению с контролем прирост количества листьев составил больше 40% (рис. 2).

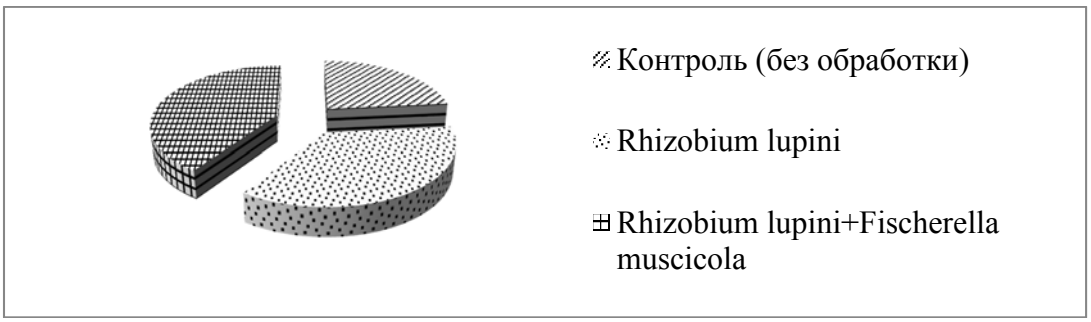



Рис. 2. Количество листьев в среднем на 1 растение, шт

При снятии опыта растения выкапывали и анализировали численность и жизнеспособность клубеньков (рис. 3). На основе полученных данных видно, что для увеличения биомассы предполагаемого растения-концентратора *Lupinus angustifolius* наиболее эффективной предпосевной

обработкой является инокуляция семян бикомпонентной смесью *Rh lupini+F muscicola*.



Рис. 3. Клубеньки на корнях растений люпина узколистного.

Результатом такой обработки является прирост биомассы как надземной, так и подземной части растений, который выражался ризогенным (+58% к контролю) и ростстимулирующим (+60% к контролю) эффектами. Исходя из литературных данных, такое влияние ризобио-цианобактериального консорциума на растения *Lupinus angustifolius* можно объяснить увеличением численности клубеньков, а также их размеров, что в свою очередь влияет на нитрогеназную активность растений [9].

Литература:

[1] Зыкова Ю.Н., Скугорева С.Г., Товстик Е.В., Ашихмина Т.Я. Подходы к оценке состояния городских почв методами биотестирования с использованием организмов различной систематической принадлежности и данных химического анализа. Теоретическая и прикладная экология. 2017. №3. С. 38-46

[2] Фокина А.И., Дабах Е.В., Домрачева Л.И., Скугорева С.Г., Лялина Е.И., Ашихмина Т.Я., Зыкова Ю.Н., Леонова К.А. Методические подходы к химико-биологической диагностике состояния почв техногенно-преобразованных территорий. Почвоведение. 2018. №5. С. 589-600.

[3] Фокина А.И., Зыкова Ю.Н., Данилов Д.Н., Ашихмина Т.Я., Жмак М.С. Методология изучения влияния ионов тяжёлых металлов на культуры почвенных цианобактерий. Теоретическая и прикладная экология. 2011. №3. С. 21-27.

[4] Ашихмина Т.Я. и др. Особенности урбоэкосистем подзоны южной тайги Европейского Северо-Востока. Киров, 2012.

[6] Домрачева Л.И., Трефилова Л.В., Фокина А.И. Фузарии: биологический контроль, сорбционные возможности LAP LAMBERT Academic Publishing. Германия, 2013. 182 с.

[7] Доронин С.В., Калинин А.А., Трефилова Л.В., Ковина А.Л., Зыкова Ю.Н. Сортовая отзывчивость бобовых растений р. *Lupinus* на инокуляцию семян клубеньковыми бактериями // Эколого-биологические проблемы использования природных ресурсов в сельском хозяйстве. Сб. матер. IV Международ. научн.-практич. конф. молод. Ученых и специалистов. Екатеринбург, Уральское издательство. 2018 г. С. 47-53.

[8] Калинин А.А., Давидюк Д.С., Ковина А.Л., Трефилова Л.В. Биопрепарат ризоверм – новый взгляд на предпосевную обработку семян бобовых культур // Современный фермер. №4., апрель 2014. С. 28.
[9] Панкратова Е.М., Трефилова Л.В., Зяблых Р.Ю., Устюжанин И.А. Цианобактерия *Nostoc paludosum* Kütz как основа для создания агрономически полезных микробных ассоциаций на примере бактерий p. Rhizobium // Микробиология, 2008. Т. 77, №2. С. 266-272.

# ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОДОСБОРНОЙ ПЛОЩАДИ ОЗЕРА ДУДЕРГОФСКОЕ. ПОСТРОЕНИЕ МУЛЬТИПЛИКАТИВНЫХ ОРЕОЛОВ АНОМАЛИЙ

Коршак К.А., Подлипский И.И.
СПбГУ, Санкт-Петербург

# ECOLOGICAL-GEOCHEMICAL ASSESSMENT OF THE CATCHMENT AREA OF LAKE DUDERGOFSKOYE. CONSTRUCTION OF MULTIPLICATIVE AUREOLES OF ANOMALIES.

Korshak K.A., Podlipskiy I.I.
SPbSU, Saint-Petersburg

**Abstract.** The article presents thr part of results of an ecological-geochemical assessment of soils state in the catchment area of Lake Dudergofskoye. The lake's catchment area was divided into zones in accordance with the functional purpose. Statistical data processing was performed using factor analysis. Also, to increase the reliability of conclusions in this work, the calculation of a multiplicative geochemical parameter is used - the multiplication coefficient, calculated by multiplying the concentrations of interrelated elements.
**Key words:** Lake Dudergofskoye, catchment area, lithogeochemical survey, coefficient of multiplication.

В юго-западной части Санкт-Петербурга располагается памятник природы «Дудергофские высоты», у подножия которого находится уникальный природный объект - Дудергофское озеро. Вблизи данного озера расположены посёлки Дудергоф и Виллози. По берегам проходят железная и автомобильная дороги, в пределах 30 км зоны находится ряд промышленных предприятий, оказывающих негативное воздействие на состояние компонентов среды объекта исследования [1].

Одной из основных задач, возникающих при обработке геохимических данных, является задача выделения участков с "аномальным" содержанием элементов. При этом предполагается, что аномальное содержание группы элементов вызвано проявлением одного или нескольких взаимосвязанных факторов, контролирующих распределение элементов. Однако, задача достоверной идентификации "аномалии" усложняется в случаях, когда повышенные концентрации слабо отличаются от фоновых. Для по-

вышения надежности выводов в такой ситуации применяется расчет мультипликативного геохимического параметра – коэффициента мультипликации, представляющего собой произведение концентраций взаимосвязанных элементов [2].

В ходе эколого-геохимической оценки водосборной площади озера Дудергофское нами было отобрано 153 пробы грунтов. Пробы перед анализом на содержание тяжелых металлов доводились до воздушно-сухого состояния, измельчаются и просеиваются через сито. Полученные навески были проанализированы на рентгеновском анализаторе АР-104 на содержание Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Pb (мг/кг).

Для улучшения результатов статистической обработки исследуемый участок был поделен на зоны в соответствии с их функциональным назначением (рис.1). Таким образом, были получены четыре отдельные выборки для каждой зоны, которые и были подвергнуты статистической обработке [1].

Для построения мультипликативных ореолов с аномальным содержанием исследуемых элементов были выбраны результаты факторного анализа для промышленной зоны, исходя из предположения, что именно в пределах этой зоны располагаются основные источники, контролирующие распределение данных элементов на всем участке. Таким образом, для расчета коэффициентов мультипликации были использованы две группы элементов. Первая представлена двумя (Fe и Ni), а вторая тремя переменными (Pb, Cu и Mn).

Первым этапом определения мультипликативных ореолов аномалий являлся расчет коэффициентов мультипликации путем перемножения концентраций взаимосвязанных элементов для каждой точки отбора проб грунтов.

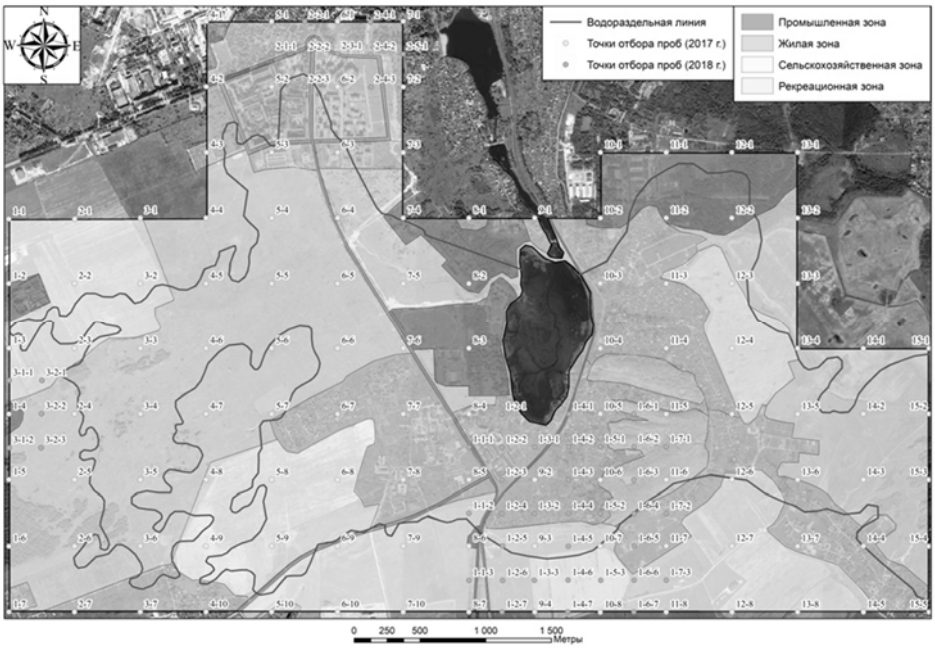



Рис. 1. Схема функционального зонирования территории

Так мы получили две выборки, которые также были подвергнуты статистической обработке (табл. 1) для получения пределов изменения коэффициентов мультипликации.

Таблица 1. Результаты описательной статистики.

| | Среднее | Медиана | Минимум | Максимум | 25% | 75% | Стд. Откл. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K (Fe-Ni) | 815875 | 721893 | 102575 | 2189486 | 585574 | 981628 | 371406 |
| K (Pb-Cu-Mn) | 820116 | 521006 | 29720 | 5526638 | 301952 | 893176 | 937430 |

Вторым этапом определения мультипликативных ореолов аномалий являлось построение карт распределения полученных коэффициентов мультипликации для двух групп элементов (рис. 2, 3).

Из рис. 2 видно, что Pb, Cu и Mn в основном концентрируются в пределах жилой застройки. Наблюдается повышение коэффициента мультипликации на территории г. Красное Село, посёлков Дудергоф, Виллози и Кавелахта, деревни Мурилово.

Из рис. 3 следует, что влияние промышленной зоны на распределение Fe и Ni неспецифично. Локальные повышения коэффициента мультипликации этой группы элементов наблюдается пределах каждой выделенной функциональной зоны [3,4].

Таким образом, по результатам определения мультипликативных ореолов аномалий можно сделать следующие выводы:

- для исследуемой территории характерно концентрирование ассоциации Pb, Cu и Mn в пределах жилой застройки;
- для ассоциации Fe и Ni характерно локальное концентрирование в пределах каждой функциональной зоны.

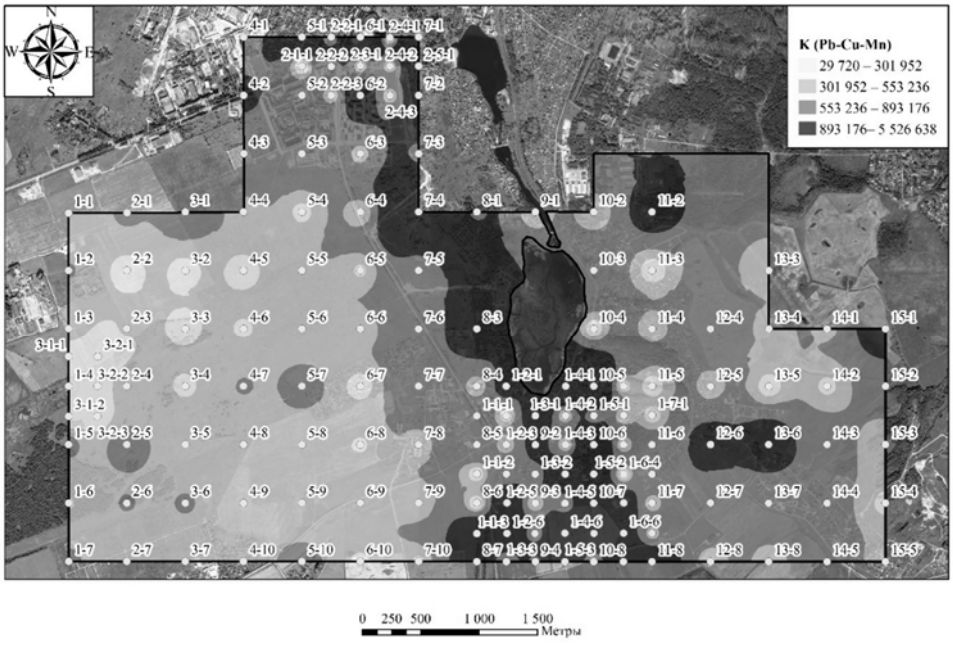



Рис. 2. Карта распределения коэффициента мультипликации для Pb, Cu и Mn.

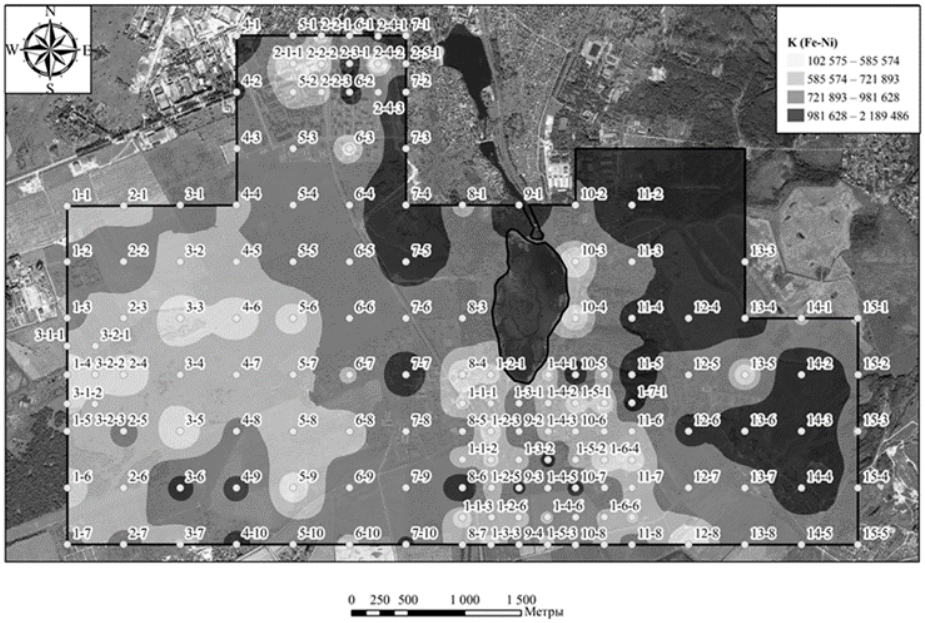



Рис. 3 Карта распределения коэффициента мультипликации для Fe и Ni.

Литература:

1. Коршак К.А., Подлипский И.И. Результаты статистической обработки данных по содержанию тяжелых металлов в грунтах водосборной площади озера Дудергофское. / Материалы XXIX молодежной научной школы-конференции, посвященной памяти члена-корреспондента АН СССР К.О. Кратца и академика РАН Ф.П. Митрофанова, г. Петрозаводск, 1–5 октября 2018 г., с. 267-270.
2. Ярошевский А. А. Применение математики в геохимии: некоторые типы задач и методы решения. Соросовский образовательный журнал, 1996, №7, с. 67-73.
3. Соловов А. П. Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1985, 294 с.
4. Лебедев С. В., Нестеров Е. М. Пространственное ГИС-моделирование геоэкологических объектов в ArcGIS: учебник. Издательство РГПУ им. А.И. Герцена, 2018. 260 с.

# ПРОВЕДЕНИЕ САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ РЕЗУЛЬТАТОВ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ: ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

Крийт В.Е.[1], Сладкова Ю.Н.[1], Волчкова О.В.[1], Подлипский И.И.[2]
1-ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья», Санкт-Петербург
2-СПбГУ, Институт наук о Земле, Санкт-Петербург

# CARRYING OUT OF SANITARY AND EPIDEMIOLOGICAL EXAMINATION OF THE RESULTS OF LABORATORY ANALYSES OF DRINKING WATER: MAJOR PROBLEMS

Kriyt V.E.[1], Sladkova Yu.N.[1], Volchkova O.V.[1], Podlipskiy I.I.[2]
1-North-West Public Health Research Center, Saint-Petersburg
2-SPbSU, Saint-Petersburg

**Abstract.** Water as one of the most important factors of human environment, is a priority risk factor for his health. The main principles of hygienic regulation of drinking water are its safety in epidemic and radiation terms, the harmlessness of chemical composition and the presence of favorable organoleptic properties.

During the sanitary-epidemiological examination of the results of laboratory tests of drinking water, the Inspectorate's experts face many problems, the leading ones being text discrepancies in regulatory documents on standard values of water pollutants and the use of methods that do not allow an objective assessment of the submitted materials. In this paper, using the example of a list of chemical indicators examined at the outlet from the water treatment plant before water supply to the distribution network, the main issues arising in assessing the quality of drinking water are analyzed.

**Keywords:** drinking water, hygienic regulation, water quality, study methods.

Вода является одним из важнейших факторов среды обитания и одним из приоритетных факторов риска для здоровья человека. Основными принципами гигиенического нормирования питьевой воды являются ее безопасность в эпидемическом и радиационном отношении, безвредность по химическому составу и наличие благоприятных органолептических свойств. Эти принципы полностью соответствуют международному подходу к регулированию качества питьевой воды, заключающемуся в обеспечении безопасности, безвредности и приемлемости питьевой воды для потребителя.

Специалисты Органов инспекции, проводящие санитарно-эпидемиологическую экспертизу результатов лабораторных исследований питьевой воды, выполненных Испытательными лабораторными центрами (ИЛЦ) и Испытательными лабораториями (ИЛ), сталкиваются с проблемами, ведущими из которых являются разночтения в нормативной документации по нормативным величинам загрязняющих воду веществ и применение методик, не позволяющих объективно оценить представленные материалы. Именно этим проблемам, на примере перечня химических показателей, исследуемых на выходе со станции водоподготовки перед подачей воды в распределительную сеть, будет уделено внимание в данной работе.

В настоящее время в Российской Федерации требования к содержанию химических веществ в питьевой воде централизованного водоснабжения, устанавливаются СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения» [1] и ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования». Приведенные в санитарных правилах нормативы по многим позициям соответствуют действующим на тот момент ГН 2.1.5.689-98 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования», для некоторых веществ нормативы были приняты в соответствии с

рекомендациями Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ). В ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования» представлены предельно допустимые концентрации 1391 химического вещества (максимально допустимые уровни содержания остаточных количеств действующих веществ пестицидов и их опасных метаболитов в объектах окружающей среды (в т.ч. в водных объектах) представлены в ГН 1.2.3539-18 «Гигиенические нормативы содержания пестицидов в объектах окружающей среды (перечень)»). В соответствии с Федеральным законом «О водоснабжении и водоотведении» от 07.12.2011 г. №416-ФЗ питьевая вода, горячая вода считается соответствующей установленным требованиям в случае, если уровни показателей качества воды не превышают нормативов более чем на величину допустимой ошибки метода определения.

Несмотря на то, что приведенные выше нормативные документы распространяются на питьевую воду, представленные в них ПДК многих химических веществ имеют существенные различия, что приводит к вопросам при выборе норматива и, как следствие, к неоднозначной оценке качества питьевой воды [2, 3].

В представленной ниже таблице приведены гигиенические нормативы химических показателей, исследуемых на выходе со станции водоподготовки перед подачей воды в распределительную сеть. Из 35 химических веществ, входящих в перечень исследуемых показателей, 11 имеют существенно различающиеся ПДК (алюминий, аммиак, барий, молибден, мышьяк, свинец, сероводород, хлороформ, цианиды, цинк, тетрахлорметан).

Таблица. Сравнение национальных стандартов по регулированию качества питьевой воды

| Наименование вещества | ПДК, мг/дм$^3$ не более | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| ПАВ | - | 0,5 | 0,5 | - |
| Алюминий | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,2 |
| Аммиак | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 1,5 |
| Барий | 0,1 | 0,1 | 0,7 | 0,7 |
| Бор | 0,5 . | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Бериллий | 0,0002 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0002 |
| Гидроксибензол (фенол) | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 |
| Железо | 0,3 | 0,3(1,0)** | 0,3 | 0,3 |
| Кадмий | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 |
| Марганец | 0,1 | 0,1(0,5)** | 0,1 | 0,1 |
| Медь | 1,0 | 1,0 | 1,0 | (1,0) |
| Молибден | 0,25 | 0,25 | 0,25 | (0,07) |
| Мышьяк | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,01 |
| Никель | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,02 |
| Нитраты | 45,0 | 45 | 45 | 45 |
| Нефтепродукты | нефть многосерни- | 0,1 | 0,1 | нефть многосернистая/нефть |

| | стая/нефть 0,1/0,3 | | | 0,1/0,3 |
|---|---|---|---|---|
| Ртуть | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 |
| Свинец | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,01 |
| Селен | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Сероводород | 0,003 | 0,003 | 0,003 | (0,05) |
| Стронций | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 7,0 |
| Полифосфаты | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 |
| Сульфаты | 500 | 500 | 500 | 500 |
| Фториды | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| Хлориды | 350 | 350 | 350 | 350 |
| Хлороформ (Трихлорметан) | 0,06 | 0,2 | - | (0,06) |
| Хром ($3^{+}/6^{+}$) | 0,5/0,05 | 0,5/0,05 | 0,5/0,05 | (0,05) |
| Цианиды | 0,035 | 0,035 | 0,07 | (0,07) |
| Цинк | 1,0 | 5,0 | 5,0 | 1,0 |
| γ-ГХЦГ (линдан) | - | 0,002* | - | - |
| ДДТ (сумма изомеров) 1,1/-(2,2,2-Трихлорэтилиден)бис(4-хлорбензол) | 0,1 | 0,002* | - | 0,1 |
| 2,4-Д | - | 0,03* | - | - |
| Бромдихлорметан | | 0,03 | - | (0,03) |
| Дибромхлорметан | | 0,03 | - | (0,03) |
| Тетрахлорметан (четыреххлористый углерод) | | 0,006 | - | 0,002 |

* Нормативы приняты в соответствии с рекомендациями ВОЗ.
** Величина, указанная в скобках, может быть установлена по постановлению Главного государственного санитарного врача по соответствующей территории для конкретной системы водоснабжения на основании оценки санитарно-эпидемиологической обстановки в населённом пункте и применяемой технологии водоподготовки.
**1** - ГН 2.1.5.689-98; **2** - СанПиН 2.1.4.1074-01; **3** - СанПиН 2.1.4.2652-10 (Изменение №3 к СанПиН 2.1.4.1074-01); **4** - ГН 2.1.5.1315-03 (ГН 2.1.5.2280-07).

Анализируя данные, приведенные в таблице 1, мы считаем возможным сделать вывод о целесообразности применения для оценки качества питьевой воды по химическим показателям нормативных значений ГН 2.1.5.1315-03, за исключением показателей, нормативные значения которых приняты в соответствии с рекомендациями ВОЗ. Также особого внимания требует вопрос нормирования веществ, вымывание которых возможно из материала труб горячего водоснабжения, таких как цинк и никель. Оценка питьевой воды централизованного водоснабжения по органолептическим (запах, привкус, цветность, мутность), обобщенным (водородный показатель pH, общая минерализация (сухой остаток), общая жесткость, перманганатная окисляемость), микробиологическим и паразитологическим показателям (общее микробное число - ОМЧ, общие колиформные бактерии - ОКБ, термотолерантные колиформные бактерии – ТКБ, колифаги, споры сульфитредуцирующих клостридий (СРК), цисты лямблий) должна проводиться в соответствии с СанПиН 2.1.4.1074-01.

Второй проблемой, требующей решения и имеющей значение при оценке риска питьевой воды для здоровья населения, является применение

методик, имеющих нижнюю границу диапазона определяемых концентраций более половины ПДК. Это приводит к получению неприемлемого риска даже при минимальных количествах загрязняющего вещества. В качестве примера можно привести методики определения двух веществ, входящих в вышеприведенный перечень показателей:

- ПНД Ф 14.1:2:4.214-06 (ФР.1.31.2007.03809) «Методика измерения массовых концентраций железа, кадмия, кобальта, марганца, никеля, меди, цинка, хрома и свинца в питьевых, поверхностных и сточных водах методом пламенной атомно-абсорбционной спектрометрии», в которой диапазон измерения кадмия с учетом концентрирования 0,001-0,005 мг/л при нормативном значении для кадмия 0,001 мг/л;

- МУК 4.1.646-96 «Методические указания по газохроматографическому определению галогенсодержащих веществ в воде», в которых нижняя граница диапазона измерения хлороформа 0,05 мг/л при нормативном значении 0,06 мг/л.

**Выводы:**

- Действующие нормативно-методические документы требуют гармонизации;

- Аккредитованные ИЛ и ИЛЦ при проведении лабораторных исследований проб питьевой воды должны использовать методики, имеющие нижнюю границу диапазона определяемых концентраций не более 0,5 ПДК в соответствии с ГОСТ Р 51232-98 «Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества».

Литература:

1. Рахманин Ю.А., Михайлова Р.И. Дифференцированное нормирование качества питьевой воды//Методы оценки соответствия. 2012. № 3. с. 10-15.
2. Зарицкая Е.В., Сладкова Ю.Н., Смирнов В.В., Бадаева Е.А. О практике применения НМД при проведении санитарно-эпидемиологической экспертизы результатов лабораторных исследований питьевой воды//Материалы международной конференции «Наука сегодня. Проблемы и пути решения». Вологда. 2018. с. 123-125.
3. Булавина И.Д., Сладкова Ю.Н., Бадаева Е.А. Основные проблемы, возникающие при проведении санитарно-эпидемиологической экспертизы результатов лабораторно-инструментальных исследований//Материалы Международного Форума Научного совета Российской Федерации по экологии человека и гигиене окружающей среды «Экологические проблемы современности: выявление и предупреждение неблагоприятного воздействия антропогенно детерминированных факторов и климатических изменений на окружающую среду и здоровье населения». Москва. 2017. с. 66-68.

## К ВОПРОСУ О ГАРМОНИЗАЦИИ ГИГИЕНИЧЕСКИХ НОРМАТИВОВ СОДЕРЖАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ

Крийт В.Е.[1], Сладкова Ю.Н.[1], Волчкова О.В.[1], Подлипский И.И.[2]
1-ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья», Санкт-Петербург
2-СПбГУ, Институт наук о Земле, Санкт-Петербург

# ON THE ISSUE OF HARMONIZATION OF HYGIENIC STANDARDS OF THE CONTENT OF CHEMICAL SUBSTANCES IN DRINKING WATER

Kriyt V.E.[1], Sladkova Yu.N.[1], Volchkova O.V.[1], Podlipskiy I.I.[2]
1-North-West Public Health Research Center, Saint-Petersburg
2-SPbSU, Saint-Petersburg

**Abstract.** National and international standards have a unified principle for regulating the quality of drinking water. It is to ensure safety, harmlessness and admissibility of drinking water for consumer.

There are significant differences in regulated values of monitored indicators as well. A comparison of international (WHO, EU) and national standards for regulation of drinking water quality using the example of a list of chemical indicators studied at the outlet from a water treatment plant before water is supplied to the distribution network is made in this paper, criteria for selecting indicators and basic principles for harmonizing standards are proposed.

**Keywords:** hygienic standards, water quality, principles of harmonization, criteria for selection of indicators.

Национальные и международные стандарты имеют единый принцип регулирования качества питьевой воды, заключающийся в обеспечении безопасности, безвредности и приемлемости питьевой воды для потребителя. Документы имеют много общего и включают в себя нормативы по микробиологическим, паразитологическим, обобщенным физико-химическим и органолептическим показателям, содержанию неорганических и органических химических веществ, продуктов, образующихся в воде в процессе водоподготовки и дезинфекции, и радиологическим показателям.

Несмотря на единый принцип регулирования качества питьевой воды, число и перечень показателей, рекомендуемых для определения и контролируемых в питьевой воде, значительно различаются. Существенные различия имеют и нормативные величины определяемых показателей. Перечень нормируемых показателей постоянно дополняется и изменяется (как в сторону уменьшения, так и в сторону увеличения), что может быть связано как с появлением новых данных о действии веществ, так и новых чувствительных методик и возможностей технологий, применяемых для очистки воды. Сравнительный анализ российского и зарубежного опыта нормирования, а также обоснование принципов гармонизации гигиенических нормативов содержания химических веществ в питьевой воде представлены во многих литературных источниках [1-5].

В данной работе проведен сравнительный анализ гигиенических нормативов РФ, представленных в ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования», с рекомендательными нормативами Руководства ВОЗ «Руководство по контролю каче-

ства питьевой воды» (4-е издание, 2011) и основными нормативами Директивы Совета от 03.11.1998 г. о качестве воды, предназначенной для употребления людьми (98/83/ЕС) на примере 32 химических веществ, включенных в перечень химических показателей, исследуемых на выходе со станции водоподготовки перед подачей воды в распределительную сеть в РФ (за исключением пестицидов и свободного и связанного хлора) (таблица).

Согласно Руководству удовлетворительное обеспечение водой должно быть доступно для всех, адекватно и безопасно, рекомендованные нормативные величины (приемлемые минимальные требования) применимы на практике, достижимы и служили интересам охраны здоровья населения. Стандарты питьевой воды могут изменяться в зависимости от стран и регионов с учетом местных или национальных экологических, социальных, культурных, экономических, диетических и других условий.

Аналогичного мнения придерживается и Европейский Совет (ЕС). Директива Совета 98/83/ЕС включает минимум основных нормативов (52 показателя: 34 параметра, значения которых не могут быть превышены в питьевой воде государств – членов ЕС, и еще 18 индикаторных параметрических величин, используемых при мониторинге питьевой воды), имеющих отношение к влиянию химического и микробиологического состава питьевой воды на здоровье и приемлемость воды для водопользования населения.

Таблица. Сравнение международных и национальных стандартов по регулированию качества питьевой воды

| **Наименование вещества** | **ПДК, мг/дм$^3$ не более** | | |
|---|---|---|---|
| | **РФ (ГН 2.1.5.1315-03)** | **ВОЗ** | **ЕС** |
| Алюминий | 0,2 (0,5)** | 0,1 (п.п.***) | 0,2 (инд.) |
| Аммиак | 1,5 (2,0)** | 1,5 (п.п.) | 0,5 (инд.) |
| Барий | 0,7 (0,1)** | 0,7 | |
| Бор | 0,5 | 2,4 | 1,0 |
| Бериллий | 0,0002 | | |
| Гидроксибензол | 0,001 (0,1)* | | |
| Железо | 0,3 | 0,3 (п.п.) | 0,2 (инд.) |
| Кадмий | 0,001 | 0,003 | 0,005 |
| Марганец | 0,1 | 0,1 (п.п.) | 0,05 (инд.) |
| Медь | 1,0 | 2 | 2 мг/ч (ср. недельная ) |
| Молибден | 0,07 (0,25)** | | |
| Мышьяк | 0,01 (0,05)** | 0,01 | 0,01 |
| Никель | 0,02 (0,1)** | 0,07 | 0,02 |
| Нитраты (по $NO_3$) | 45 | 50 | 50 |
| Нефтепродукты | 0,1 | - | - |
| Полифосфаты | 3,5 | | |
| ПАВ, анион. | 0,5 | | |
| Ртуть | 0,0005 | 0,006 | 0,001 |
| Свинец | 0,01 (0,03)** | 0,01 | 0,01 |
| Селен | 0,01 | 0,04 | 0,01 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Сероводород | 0,05 (0,003)** | 0,05 (п.п.) | |
| Стронций | 7,0 | | |
| Сульфаты | 500 | 250 (п.п.) | 250 (инд.) |
| Фториды | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| Хлориды | 350 | 200 (п.п.) | 250 (инд.) - вода не агрессивная |
| Хлороформ | 0,06 (0,2)** | 0,3 | - |
| Хром (общ.) | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| Цианиды | 0,07 (0,035)** | | 0,05 |
| Цинк | 1,0 (5,0)** | 4 (по $ZnSO_4$) | |
| Бромдихлорметан | 0,03 | 0,06 | |
| Дибромхлорметан | 0,03 | 0,1 | |
| Тетрахлорметан | 0,002 (0,006)** | 0,004 | |
| Количество показателей | 32 | 24 | 18 |
| Тригалометаны: хлороформ, бромоформ, дибромохлорметан, бромодихлорметан | - | - | 100 мкг/м |
| * - ПДК фенола - 0,001 мг/л - ПДК относится к водным объектам хозяйственно-питьевого водопользования при условии применения хлора для обеззараживания воды в процессе ее очистки на водопроводных сооружениях или при определении условий сброса сточных вод, подвергающихся обеззараживанию хлором.<br>(…)** – нормативное значение, регламентированное СанПиН 2.1.4.1074-01.<br>*** - показатель приемлемости. | | | |

Государства-Члены Сообщества могут принимать стандарты, более строгие или стандарты на дополнительные параметры, необходимые для охраны здоровья людей на своей территории. Директива допускает возможность ослабления требований при условии, что это не повлечет потенциальной угрозы здоровью людей и при условии, что иными способами невозможно достичь должного качества воды.

Анализируя данные, представленные в таблице 2, можно констатировать:

1. Из 32 химических веществ, входящих в перечень проанализированных показателей в РФ, в международных стандартах регламентируются от 18 до 24 химических веществ;
2. По отдельным химическим показателям в РФ самые жесткие нормативы (в качестве примера можно привести ртуть, кадмий);
3. Некоторые химические вещества регламентируются в РФ и не имеют нормативов в ЕС и ВОЗ (в качестве примера можно привести нефтепродукты, бериллий, молибден и стронций);
4. Некоторые химические вещества имеют единое нормирование (в качестве примера можно привести мышьяк, свинец, хром, селен, фториды);
5. Многие химические вещества имеют близкое нормирование (в качестве примера можно привести алюминий, железо, медь, марганец, нитраты);

6. Для некоторых химических веществ нормирование существенно различается (в качестве примера можно привести бор, кадмий, ртуть);
7. Из побочных продуктов дезинфекции воды в РФ/ВОЗ определяются хлороформ (0,06 мг/л/0,3 мг/л), бромдихлорметан (0,03 мг/л/0,06 мг/л) и дибромхлорметан (0,03 мг/л/0,1 мг/л). В ЕС регламентируются тригалометаны (хлороформ, бромоформ, дибромхлорметан, бромдихлорметен). Необходимо отметить, что тригалометаны (суммарно) не нормируются в РФ и ВОЗ.

**Выводы:**

1. Национальные и международные стандарты имеют единый принцип регулирования качества питьевой воды, заключающийся в обеспечении безопасности, безвредности и приемлемости питьевой воды для потребителя;

2. Нормы ЕС и ВОЗ содержат минимальные требования безопасности, безвредности и приемлемости и могут изменяться;

3. Документы, регламентирующие качество питьевой воды имеют много общего и включают в себя нормативы по микробиологическим и паразитологическим показателям, обобщенным и органолептическим показателям, содержанию химических веществ, продуктов, образующихся в воде в процессе водоподготовки и дезинфекции, и радиологическим показателям;

4. Число и перечень показателей, рекомендуемых для определения и контролируемых в питьевой воде, заметно различаются, существенно различаются и нормативные величины;

5. Единого подхода, который был бы повсюду применим, не существует;

6. К основным критериям выбора показателей можно отнести: вероятность присутствия в воде (широко используются и постоянно присутствуют в воде), вероятность появления в воде в значительных количествах и частота воздействия, степень тяжести воздействия (обоснованные данные о влиянии на здоровье), включение в перечень продуктов распада дезинфицирующих средств и веществ, поступающих в воду в процессе водоподготовки, возможность определения в воде и возможность получения достоверных результатов существующими методиками, достижимость норматива).

Литература:

1. Красовский Г.Н., Егорова Н.А. Гармонизация гигиенических нормативов с зарубежными требованиями к качеству питьевой воды//Гигиена и санитария. 2005. № 2. С. 10.
2. Рахманин Ю.А., Красовский Г.Н., Егорова Н.А., Михайлова Р.И. 100 лет
3. Рахманин Ю.А., Красовский Г.Н., Егорова Н.А., Михайлова Р.И. 100 лет законодательного регулирования качества питьевой воды. Ретроспектива, современное состояние и перспективы//Гигиена и санитария. 2014. № 2. С. 5-18.

4. Рахманин Ю.А., Красовский Г.Н., Егорова Н.А., Михайлова Р.И. Гармонизация гигиенических нормативов содержания химических веществ в воде//Методы оценки соответствия. 2013. № 4. С. 14-18.
5. Сычик С.И., Дроздова Е.В. Обоснование подходов к гармонизации гигиенических нормативов безопасности питьевой воды по химическим показателям//Сахаровские чтения 2018 года: Экологические проблемы XXI века: материалы 18-й международной научной конференции: в 3 частях. Ред. С.А. Маскевича, С.С. Позняка. 2018. С. 96-97.
6. Турбинский В.В., Хмелев В.А. О гармонизации гигиенических нормативов содержания химических веществ в воде водоемов//ПЕСТ-МЕНЕДЖМЕНТ. 2010. № 2 (74). С. 12-19.

# МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К РАСЧЕТУ ПОКАЗАТЕЛЯ СУММАРНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ОЦЕНКУ КАЧЕСТВА ПОЧВЫ ГОРОДСКИХ И СЕЛЬСКИХ ПОСЕЛЕНИЙ

Крийт В.Е.[1], Сладкова Ю.Н.[1], Подлипский И.И.[2]
1-ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья», Санкт-Петербург
2-СПбГУ, Институт наук о Земле, Санкт-Петербург

# PROCEDURAL APPROACHES TO CALCULATION OF TOTAL POLLUTION INDICATOR AND THEIR IMPACT ON THE ASSESSMENT OF THE QUALITY OF SOIL OF URBAN AND RURAL SETTLEMENTS

Kriyt V.E.[1], Sladkova Yu.N.[1], Podlipskiy I.I.[2]
1-North-West Public Health Research Center, Saint-Petersburg
2-SPbSU, Saint-Petersburg

**Abstract:** Soils of urban and rural settlements, characterized by varying degrees of man-made and anthropogenic pollution, are a source of secondary pollution of surface and groundwater, atmospheric air, and affect people. The main criterion of soil contamination is their compliance (or non-compliance) with maximum allowable concentrations (MAC) or tentative allowable concentrations (TAC) set up by sanitary and epidemiological requirements for soil quality and hygienic standards. Use of total pollution indicator Zt is considered to be one of the most simple and clear ways to assess the level of soil contamination by heavy metals and arsenic, but the lack of a clear statement of the requirements for carrying out the calculation, rules for identifying and the frequency of updating the regional background levels of pollutants in the soil result in a biased evaluation of the results. Major problems arising during sanitary-epidemiological examination of results of laboratory studies of the soil of populated areas, related to calculation of total soil pollution indicator are discussed in the article.

**Key words**: soil, total contamination indicator, regulation, regulatory-procedural documents, maximum allowable concentrations, tentative allowable concentrations, laboratory tests, sanitary-epidemiological expert examination.

Почвы городских и сельских поселений, характеризующиеся различной степенью техногенного и антропогенного загрязнения, являются ис-

точником вторичного загрязнения поверхностных и грунтовых вод, атмосферного воздуха и оказывают влияние на человека [1, 2]. Основным критерием загрязнения почв является их соответствие (или несоответствие) предельно допустимым концентрациям (ПДК) или ориентировочным допустимым концентрациям (ОДК), установленным санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами СанПиН 2.1.7.1287-03 «Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы» и гигиеническими нормативами ГН 2.1.7.2041-06 «Предельно-допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве», ГН 2.1.7.2511-09 «Ориентировочно-допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве», ГН 1.2.3539-18 «Гигиенические нормативы содержания пестицидов в объектах окружающей среды (перечень)», а также методическими указаниями МУ 2.1.7.730-99 «Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест», имеющими существенные различия в подходах к оценке результатов исследований, определении уровней загрязнения в сравнении с санитарными правилами и нормативами.

Одним из наиболее простых и четких способов оценки уровня загрязнения почвы тяжелыми металлами и мышьяком считается использование показателя суммарного загрязнения $Z_c$, но отсутствие четкого изложения требований к проведению расчета, правил установления и периодичности обновления региональных фоновых уровней содержания загрязняющих веществ в почвах, приводит к необъективной оценке полученных результатов.

Программа исследования земельных участков на сегодняшний день составляется без учета функционального назначения земель, в минимальном объеме: пробные площадки закладываются из расчета одна площадка на один гектар (включая линейные объекты), на глубину исследования 0-0,2 м, 0,2-1,0 м и далее с интервалом в 1,0 м на глубину освоения участка, на перечень из 10 показателей (в редких случаях количество показателей возрастает до 15), с произвольным подходом к расчету показателя суммарного загрязнения. Несовершенство нормативно-методических документов (НМД) часто не позволяет объективно оценить полученные результаты [3].

Использование показателя суммарного загрязнения $Z_c$ считается наиболее простым способом оценки уровня загрязнения почвы тяжелыми металлами и мышьяком, однако «при внимательном анализе оказывается, что данный индекс, заимствованный из геохимии и вошедший во многие нормативные документы, является весьма неопределенным, сильно зависящим от числа включенных в него характеристик отдельных загрязнителей» [4]. Стоит отметить, что и количественные значения норматива представлены не для всех категорий загрязнения почвы (таблица 1).

Для чистой категории загрязнения почвы значение показателя суммарного загрязнения не регламентировано и, как следствие, суммарное воздействие для данной категории почвы не учитывается, а знак « - » в оценочной таблице расценивается не как отсутствие эффекта суммации (в

данном случае требуется числовое выражение диапазона), а как отсутствие предъявляемых требований.

Таблица 1. Оценка степени химического загрязнения почвы по показателю суммарного загрязнения (СанПиН 2.1.7.1287-03)

| **Категории загрязнения** | **Суммарный показатель загрязнения (Zc)** |
|---|---|
| Чистая* | - |
| Допустимая | <16 |
| Умеренно опасная | 16-32 |
| Опасная | 32-128 |
| Чрезвычайно опасная | >128 |
| * Категория загрязнения относится к объектам повышенного риска | |

При проведении санитарно-эпидемиологической экспертизы много вопросов возникает по правильности проведения расчета $Z_c$. Согласно СанПиН 2.1.7.1287-03 расчет проводится в соответствии с методическими указаниями МУ 2.1.7.730-99, в которых коэффициент концентрации химического вещества определяется отношением фактического содержания определяемого вещества в почве к региональному фоновому уровню. При отсутствии утвержденного регионального фонового уровня допускается проводить расчет показателя суммарного загрязнения, когда коэффициент концентрации загрязняющего компонента равен кратности превышения его фактического содержания над ориентировочным средним значением фонового уровня (табл. 2) со ссылкой на СП 11-102-97 «Инженерно-экологические изыскания для строительства», что часто приводит к завышению показателя суммарного загрязнения.

Таблица 2. Фоновые содержания валовых форм тяжелых металлов и мышьяка в почвах (мг/кг) (ориентировочные значения для средней полосы России)

| Почвы | Zn | Cd | Pb | Hg | Cu | Co | Ni | As |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Дерново-подзолистые песчаные и супесчаные | 28 | 0.05 | 6 | 0.05 | 8 | 3 | 6 | 1.5 |
| Дерново-подзолистые суглинистые и глинистые | 45 | 0.12 | 15 | 0.10 | 15 | 10 | 30 | 2.2 |
| Серые лесные | 60 | 0.20 | 16 | 0.15 | 18 | 12 | 35 | 2.6 |
| Черноземы | 68 | 0.24 | 20 | 0.20 | 25 | 25 | 45 | 5.6 |
| Каштановые | 54 | 0.16 | 16 | 0.15 | 20 | 12 | 35 | 5.2 |
| Сероземы | 58 | 0.25 | 18 | 0.12 | 18 | 12 | 40 | 4.5 |
| В таблице не представлены органические грунты (торф), которые обладают схожими с суглинистыми и глинистыми почвами буферными свойствами и способностью поглощать поллютанты. | | | | | | | | |

Для загрязняющих веществ неприродного происхождения (какими и являются многие вещества из стандартного перечня показателей) коэффициенты концентрации допускается определять как частное от деления

массовой доли загрязнителя на его ПДК, что приводит к значительному занижению значения показателя суммарного загрязнения (табл. 3).

Таблица 3. Сравнительная характеристика полученных значений показателя суммарного загрязнения в зависимости от различных подходов к проведению расчетов

| Эл-т | Фактическое валовое содержание в почве, мг/кг | Региональный фоновый уровень* | Ориентировочные значения фонового содержания валовых форм в почве (для супеси) мг/кг** | ОДК (для супеси) мг/кг |
|---|---|---|---|---|
| Zn | 53 | 43,1 | 28 | 55 |
| Pb | 30 | 19,11 | 6 | 32 |
| Cu | 31 | 18 | 8 | 33 |
| Ni | 18 | 15,3 | 6 | 20 |
| Hg | 0,16 | 0,03 | 0,05 | 2,1 |
| Cd | 0,47 | 0,17 | 0,05 | 0,5 |
| As | 1,9 | 2,62 | 1,5 | 2,0 |
| Суммарный показатель загрязнения ($Z_c$) | | 8,5 | 21,6 | -0,3 |

* Пособие по вопросам изучения загрязненных земель и их санации, СПб, 2012 (приложение 5 «Статистические характеристики распределения фоновой выборки в почвах Ленинградской области (А.В. Горький, В.В. Решетов, 1993)»);
** СП 11-102-97 «Инженерно-экологические изыскания для строительства» (табл. 4.1), Письмо Минприроды России от 27.12.1993 № 04-25/61-5678 «Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами» (табл. 9).

Аналогичный подход предлагает и действующий ГОСТ 17.4.3.06-86 «Общие требования к классификации почв по влиянию на них химических загрязняющих веществ», который дает возможность определять коэффициент концентрации химического вещества отношением фактического содержания определяемого вещества в почве как к региональному фоновому уровню, так и к его ПДК.

Дополнительные сложности представляет отсутствие в НМД информации о возможности включения или исключения из расчетов показателей, значения которых меньше нижней границы диапазона измерений или фона, что приводит к получению неоднозначных результатов. Это связано с тем, что для некоторых веществ, например, для кадмия, существуют методики, имеющие нижнюю границу диапазона измерений более чем в 5 раз превышающую фоновый уровень. Необходимо также учитывать, что в почвах нашей страны фоновое содержание веществ колеблется в широких пределах [5] и для отдельных химических веществ фоновые уровни превышают нормативные значения. Так, например, ПДК для мышьяка (2 мг/кг) ниже ориентировочных значений фонового уровня для практически всех типов почв средней полосы России в 1,1-2,8 раза. ОДК для мышьяка в песчаных, супесчаных почвах (2 мг/кг) ниже фонового уровня для почв Санкт-Петербурга в 1,3 раза.

**Выводы:**

Необходимо установление четких правил расчета показателя суммарного загрязнения, утверждения региональных фоновых уровней и периодичности их обновления для возможности получения объективной оценки качества почвы городских и сельских поселений по данному показателю.

Литература:

1. Яковлев А.С., Решетина Т.В., Сизов А.П., Прокофьева Т.В., Луковская Т.С., Самухина Т.М., Евдокимова М.В., ред. Управление качеством городских почв: Методическое пособие. М.: МАКС Пресс; 2010. 96 с.
2. Сорокин Н.Д., Королева Е.Б., Лосева Е.В., Осинцева Н.В. Пособие по вопросам изучения загрязненных земель и их санации. СПб.; 2012. 119 с.
3. Сладкова Ю.Н., Крийт В.Е., Бадаева Е.А. Об основных проблемах, возникающих при проведении санитарно-эпидемиологической экспертизы результатов лабораторных исследований почвы населенных мест. Гигиена и санитария. 2018. № 12 (т. 97). С. 1146-1151.
4. Смагин А.В. Ресурсная характеристика почв и вопросы экологического нормирования. В кн.: Шоба С.А., Яковлев А.С., Рыбальский Н.Г., ред. Экологическое нормирование и управление качеством почв и земель. М.: НИА-Природа; 2013: 61-82.
5. Капелькина Л.П. Проблемы нормирования загрязняющих веществ в почвах. В кн.: Шоба С.А., Яковлев А.С., Рыбальский Н.Г., ред. Экологическое нормирование и управление качеством почв и земель. М.: НИА-Природа; 2013: 196-202.

## КАПСУЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ НЕФТЕЗАГРЯЗНЁННЫХ ПОЧВ

Ксенафонтова А.Р., Заболотских В.В.
СамГТУ, Самара

## CAPSULAR TECHNOLOGY OF RESTORATION OF THE PETROPOLLUTED SOILS

Ksenafontova A.R., Zabolotskikh V.V.
SAMGTU, Samara

**Annotation.** Authors of article offered technology of capsular recultivation for restoration of lands on the fulfilled oil fields Samara Luka. The developed capsules brought in biodegradable covers in the polluted soils promote activization of processes of biotransformation of pollutants, fast sodding and restoration of a humus layer. The capsular mix consisting of a biological product, sorbents, mineral additives, seeds of plants provides complex biological impact on oil pollution due to creation to soil microcommunity of necessary conditions for restoration and active self-cleaning of the soil. By authors it is experimentally established that the developed capsules promote decrease in toxicity of the soil, stimulation of natural process of biodestruction of oil and effective clarification of the soil from toxic pollutants.

**Keywords:** bioremediation of soils, oil pollution of soils, capsular technology of restoration of soils

Актуальность работы связана с тем, что на сегодняшний день для территории национального парка Самарская Лука, который по решению

ЮНЕСКО является особо охраняемым памятником мирового значения, необходим поиск эффективных мероприятий по рекультивации почв загрязнённых нефтью и нефтепродуктами в связи с ликвидацией существующих там нефтяных месторождений.

Анализ проблемы показал, что на территории Самарской луки и Жигулёвского заповедника располагаются как заброшенные, так и действующие скважины (примерно около 200 скважин), из которых добывали качественную девонскую нефть. Сейчас они подвергаются ликвидации, так как находятся на заповедной территории.

Как известно, мероприятия по рекультивации почв вблизи отработанных месторождений зависят от ряда факторов, такие как: вид и состав почвы, степени ее загрязнения, местность на которой находится такая почва.

Цель работы: диагностика состояния почв Самарской Луки после ликвидации нефтегазовых месторождений и разработка рекультивационных мероприятий по восстановлению почв с применением капсульного метода.

Анализ почв показал, что на территории Жигулевского заповедника и Самарской Луки доминируют маломощные интразональные почвы принадлежащие к дерново-карбонатному типу. Такие почвы трудно восстанавливаемые и требуют особого подхода к их рекультивации после ликвидации нефтяных месторождений.

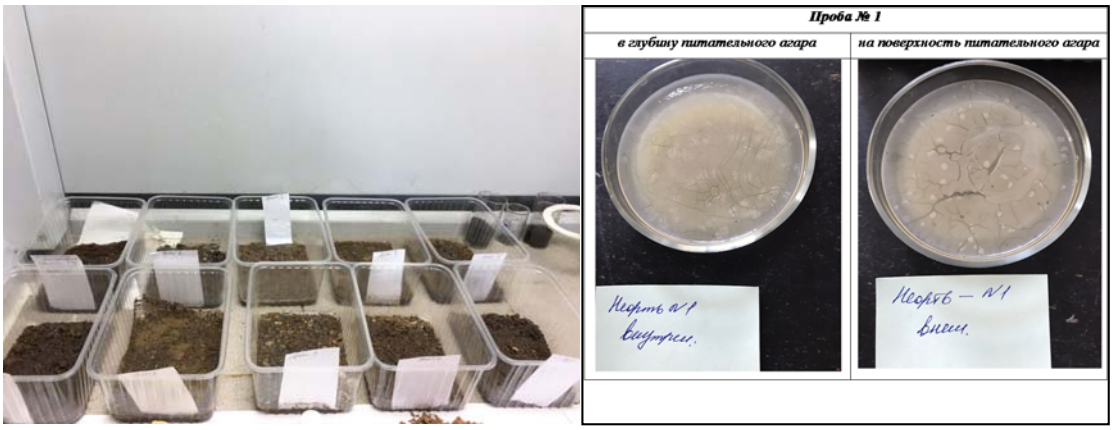



Рис. 1. Образцы почв, взятые с различных нефтяных месторождений Самарской Луки и их диагностика

Диагностику почв проводили с помощью методов определения фитотоксичности и общего микробного числа.

Анализ фитотоксичности почвенных образцов, взятых в местах отработанных нефтяных месторождений Самарской Луки, показал, что почвы имеют среднюю и высокую токсичность и характеризуются низкой всхожестью и слабыми ростовыми процессами тест-объекта - кресс-салата. Среди анализируемых проб проба №3 оказалась самой токсичной, что связано вероятно с наибольшим загрязнением её нефтепродуктами.

Биологическую активность почвенных образцов определяли с помощью санитарно-бактериологического анализа почвы, включающего определение общего микробного числа почвы.

В результате санитарно-бактериологического анализа почвы было определено, что наибольшее число сапрофитных микроорганизмов наблюдалось в пробе №1. Проба № 3 оказалась самой обеднённой с наименьшими показателями ОМЧ (общего микробного числа).

Таким образов, проведя диагностику почв с Самарской Луки мы обнаружили, что почвы в местах отработанных нефтяных месторождений вблизи Яблонего оврага характеризуются высокими степенями загрязнения, токсичности и деградации. Необходимо разрабатывать мероприятия по их рекультивации.

Теоретический анализ существующих методов восстановления почв показал, что наиболее перспективны методы биоремедиации с применением активаторов микробиологического обезвреживания почв и повышения их плодородия [1,2, 3].

Для восстановления почв мы предлагаем идею разработки капсул с биоактивными компонентами для активации почвенной биоты и запуска процессов очистки и восстановления земель Самарской Луки. Данный метод даёт возможность использовать капсулы со смесью биоактивных веществ и семян устойчивых культур для рекультивации почв загрязнённых нефтепродуктами.

В результате экспериментальных исследований были получены биоактивные капсулы различного состава со смесями семян, сорбентами, биосорбентами и минеральными добавками.

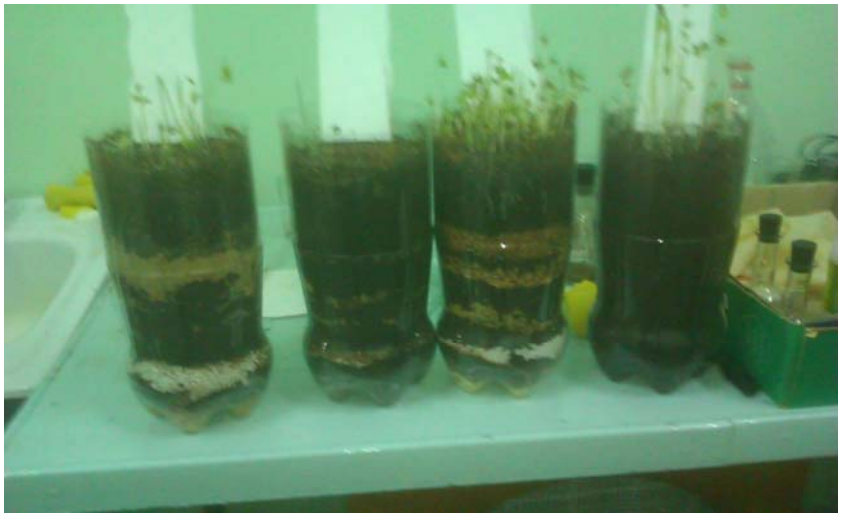


Рис. 2. Разработка капсул для восстановления нефтезагрязнённых земель

Капсула из биоразлагаемой оболочки вносимая в почвенный слой на глубину 30-40см является катализатором природного процесса биотрансформации веществ, т.е. способствует разложению загрязняющих веществ

(нефтяных углеводородов) до простых нетоксичных $CO_2$ и $H_2O$, благодаря активации деятельности почвенных биодеструкторов при внесении дополнительных питательных веществ для почвенных микроорганизмов, кроме того капсульная смесь содержит сорбенты снижающие концентрацию загрязнений.

*Результаты работы:*

1. В результате проведённой диагностики почв с разных месторождений Самарской Луки на токсичность методами биотестирования, и определения ОМЧ (общего микробного числа), выявлено, что почвы характеризуются высокими степенями загрязнения, токсичности и деградации;
2. Сравнительный анализ методов снижения загрязнения почвы после ликвидации нефтегазового месторождения показал перспективность применения метода биоремедиации с применением активаторов микробиологического обезвреживания почв и повышения их плодородия;
3. Разработан и экспериментально обоснован метод применения капсульной рекультивации для восстановления биогенного слоя на карбонатных породах отработанных нефтегазовых месторождений Самарской Луки
4. Разработана модель рекультивации почв нефтегазовых месторождений Самарской Луки с применением капсульно-почвенных смесей.

Литература:

1. Андерсон Р. К. Биотехнологические методы ликвидации загрязнений почв нефтью и нефтепродуктами / Р. К. Андерсон. – М. : ВНИИОЭНГ, 1994. - 24 с.
2. Восстановление нефтезагрязнённых почвенных систем / под ред. М. И. Глазовской. – М.: Наука, 1988. - 254 с.
3. Мурзаков Б. Г. Экологическая биотехнология для нефтегазового комплекса / Б. Г. Мурзаков. – М.: 2005. – 200 с.

## ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТОЯНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД АЛТАЙСКОГО КРАЯ И РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ

Курдюкова М.Ф., Хованова Н.В.
Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

## THE CHARACTERISTICS OF THE STATE OF UNDERGROUND WATERS OF THE ALTAI TERRITORY AND THE REPUBLIC OF ALTAI

Kurdyukova M.F., Khovanova N.V.
Southern Federal University, Rostov-on-Don

**Annotation:** the relevance of the chosen topic is due to the fact that in some localities t he quality of drinking water does not meet the established standards.
**Key words:** quality, groundwater, water intake, chemical elements, pollution.

Качество подземных вод РА обусловливается сочетанием природных гидрогеохимических особенностей региона и воздействием антропогенных факторов.

Основными источниками антропогенного воздействия на качество подземных вод в республике служат промышленные предприятия и транспорт, сельскохозяйственные объекты, селитебные зоны. Главным фактором антропогенного загрязнения подземных вод является сельскохозяйственное производство и жилищно-коммунальное хозяйство. В силу специфики условий проживания сельских жителей каждое подворье представляет собой локальный источник загрязнения, а село в целом – локальный очаг загрязнения подземных вод (рис.1).

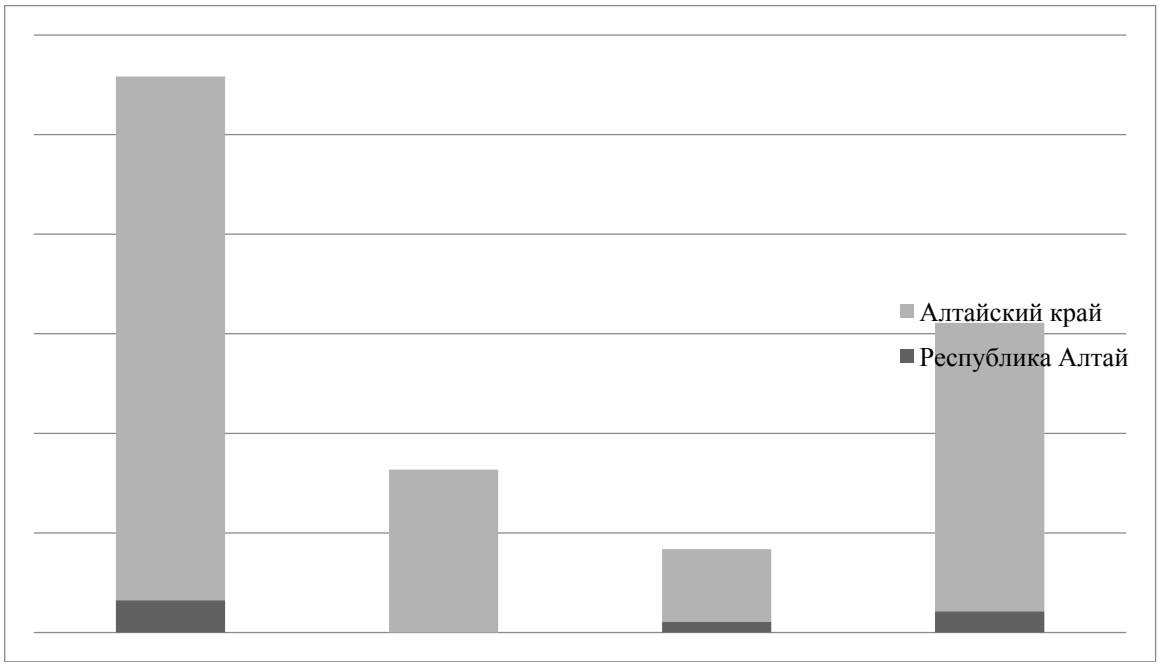



Рис.1. Использование подземных и поверхностных вод для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения [1]

Другими источниками загрязнения подземных вод в РА являются: бесхозяйственное хранение и применение удобрений, ядохимикатов, свалки бытовых и промышленных отходов, выбросы и сбросы предприятий и частных лиц.

По данным опробования подземных вод в Республике Алтай в 2017 году зафиксировано загрязнение на 24 водозаборах в 6 населенных пунктах.

За период с 2003 г., после Алтайского землетрясения, качество питьевых вод в Кош-Агачском районе существенно ухудшилось в целом. Так на

водозаборных скважинах в селах Тобелер, ЖанаАул, Теленгит-Сортагой и, особенно, в с. Кош-Агач количество проб питьевых вод с несоответствием качества выросло от 4-8 в 2004 г. до 24 в 2017 г. (по данным ЦГиЭ). Основными техногенными объектами, влияющими на состояние подземных вод в Республике Алтай, являются ОАО «Рудник «Веселый», который осуществляет добычу и извлечение золотомедного концентрата из колчеданных руд Синюхинского месторождения. Рудник находится в верховьях р. Синюхи, в 1,5 км выше с. Сейка. В 2017 г. в рамках ведения мониторинга проведено опробование подземных вод четвертичных отложений по наблюдательной скважине НС-1-5. Как и в 2016 г. в грунтовой воде скважины зафиксированы: алюминий (27,2 ПДК), кремний (1,88 ПДК), хром (3,6 ПДК), свинец (1,4 ПДК), никель (4,6 ПДК), железо (228,7 ПДК) и бериллий (1,75 ПДК). Из-под дамбы рудника «Веселая Сейка» фильтруются технологические воды, которые в виде ручьев впадают в р. Синюху (рис.2).

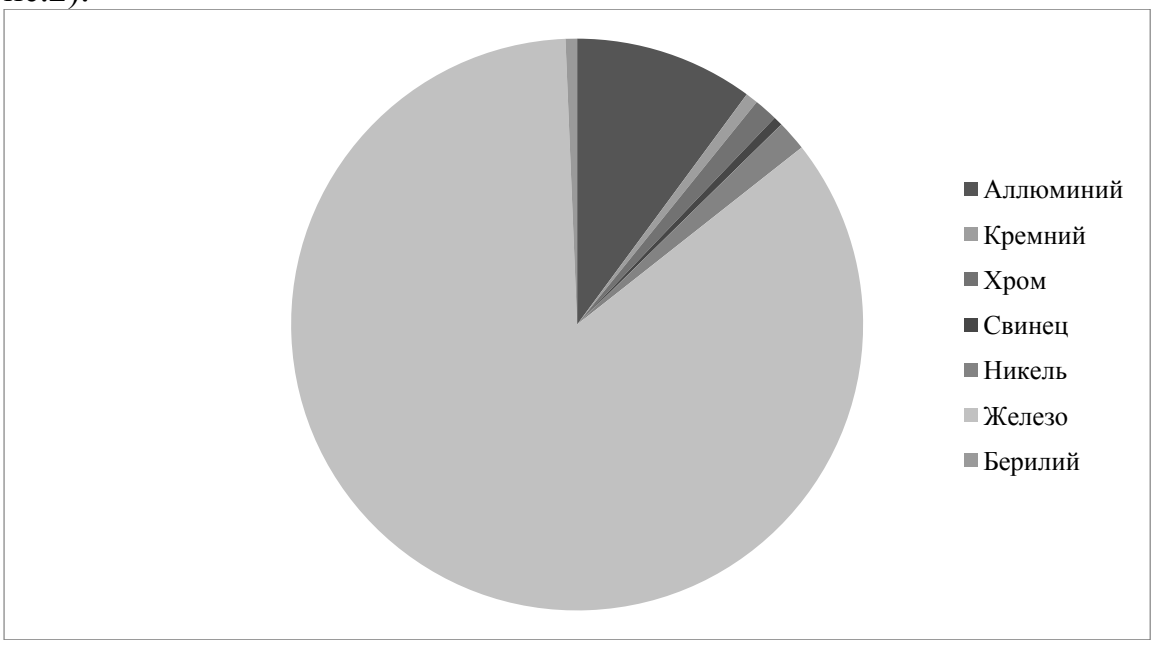



Рис.2. Процентное содержание химических элементов подземных вод в Республике Алтай [2]

В большинстве районов Алтайского края хозяйственно-питьевое водоснабжение населения осуществляется исключительно за счет подземных вод, лишь в Каменском (г. Камень-на-Оби) и Рубцовском (г. Рубцовск) районах, а также в г. Барнауле основным источником водоснабжения являются поверхностные воды. Степень освоения запасов питьевых и технических (пресные и солоноватые) подземных вод, в среднем по краю составляет 12,2 %. Добыча питьевых и технических подземных вод на территории края осуществляется групповыми и одиночными водозаборами. В 2017 г. учтено 2 062 водозабора.

По данным отчетов недропользователей и обследованиям, проведенным в рамках выполнения работ по мониторингу состояния недр, в наблю-

дательных и эксплуатационных скважинах эпизодически отмечаются единичные превышения ПДК по нормируемым показателям. Также отмечается повышенное содержание железа (от 3 до 7ПДК). На водозаборе МУП «Кусакское» в подземных водах зафиксировано превышение нормативных значений по нитратам (1,77 ПДК), выявленным впервые. Площадное техногенное загрязнение на территории Алтайского края не наблюдается. По всей территории края потенциальными источниками загрязнения подземных вод являются неочищенные стоки промпредприятий, животноводческих ферм; свалки и захоронения отходов предприятий и населённых пунктов; газодымовые выбросы предприятий энергетики и транспорта; бесхозные удобрения, заброшенные скотомогильники. [3].

Литература:

1. Попова В.В. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Республики А лтай в 2017 году 23 с.
2. Рукс Н.Ю. Сводные данные о состоянии ресурсной базы подземных вод террито рии Сибирского федерального округа в 2017 году. Филиал «СРЦ ГМСН», Томск, 2018.
3. Информационный бюллетень о состоянии недр территории Сибирского Федерал ьного Округа в 2017 г.

## МОДЕЛЬНЫЙ ПОДХОД ОРГАНИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА, ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ЛИКВИДАЦИИ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ НА ОБЪЕКТАХ НЕФТЕДОБЫЧИ

Кушеева В.С., Остах С.В.
РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Москва

## DEVELOPMENT OF A MODEL APPROACH FORORGANISATION OF MONITORING, PREVENTING AND ELIMINATING POLLUTION OF THE GEOLOGICAL ENVIRONMENT AT OIL PRODUCTION FACILITIES

Kusheeva V.S., Ostakh S.V.
Gubkin Russian State University of Oil and Gas, Moscow

**Abstract.** The analysis of polluted critical risk zones at the oil production facilities was carried out. Potential threats of formation of technogenic flows and deposits of pollutants and the most sensitive to such impacts components of the environment are identified. A model approach that allows solve the problem of monitoring, preventing and eliminating pollution in its entirety has been developed. Based on the developed model concepts, it is possible to create a forecast-analytical system within the framework of the environmental activities of the oil producing company.

**Keywords:** Pollution of the geological environment, model approach, technogenic deposits and flows.

В силу своей организационно-технологической специфики нефтегазовый комплекс относится к числу основных отраслевых загрязнителей окружающей среды. В частности, многие объекты нефтегазовой промышленности являются постоянными источниками углеводородного загрязнения геологической среды [1].

Представляющие наибольшую опасность для окружающей среды негативные воздействия на объектах нефтедобычи формируются при разведочном бурении и строительстве скважин, а также проявляются на этапе эксплуатации и консервации нефтяных месторождений. Нефтяное загрязнение в течение многих лет и даже десятилетий может оставаться незаметным, и проявляется лишь тогда, когда достигает критического и даже катастрофического уровня, обнаруживаясь в виде прямого загрязнения питьевых водозаборов, колодцев, поверхностных вод

Старые разработанные месторождения представляются одними из рисковых зон. Незаконсервированные бесхозные или некачественно заглушенные скважины, шламовые амбары являются причиной изменения или нарушения ландшафта прилегающих территорий, формирования техногенных потоков и залежей углеводородов и т.п. [2, 6].

В связи с неконтролируемой миграционной способностью углеводородов образование техногенных потоков и залежей в латентной форме приводит к возникновению непредсказуемого негативного воздействия на все компоненты окружающей среды [2].

В настоящее время малоизученность процессов миграции и трансформации углеводородного загрязнения в геологической среде не только ставит под угрозу экологическое равновесие на объекте нефтедобычи, но и нивелирует какой-либо полезный эффект предпринимаемых природоохранных мероприятий, чаще всего имеющих ненаправленный формальный характер [3, 4].

Целью настоящей работы является обоснование модельного подхода, позволяющего выявить основные закономерности миграции нефтяного загрязнения в геологической среде, используемые в дальнейшем при реализации технологических мероприятий в области мониторинга, идентификации и ликвидации техногенных углеводородных залежей и потоков.

Характерными особенностями загрязнения геологической среды является его неравномерность (по объему, интенсивности, времени возникновения и действия), загрязнение грунтов, зоны аэрации и первого от земной поверхности водоносного горизонта подземных вод (грунтового), а также локальные скопления нефтепродуктов в разных химических формах.

При углеводородном загрязнении геологической среды одновременно действуют три группы экологических факторов [1-4]:

1. Многокомпонентность и постоянная изменчивость (дифференциация)состава техногенного потока и, в частности, величины нефтепродуктонасыщенности,

2. Неоднородность состава и свойств геологической среды, находящейся в постоянной динамике,

3. Большое число непрерывно изменяющихся внешних факторов, действующих на сложную многоуровневую структуру среды (температура, влажность, давление, состояние атмосферы и гидросферы) [1].

Характер распределения нефтяных компонентов в геологической среде зависит от ряда факторов, основными из которых являются: морфологические, структурные, вещественные и генетические особенности геологического профиля, его положение в системе геохимической зональности, количество и состав поступившего нефтяного загрязнения, время с момента загрязнения [5].

Построение фазовой картины с применением подходов вычислительной геометрии может повысить информативность получаемых данных о распределении концентрации токсичных компонентов. Для этого применимы масштабно-инвариантные структуры, характеризующие X- и ʎ-образные локальные скопления загрязнителей.

Моделирование различных конфигураций геологического профиля позволяет выработать комплексную систему представлений о характере распределения нефтяного загрязнения в геологической среде, а также адаптировать систему мониторинга природной матрицы, осуществляемого в процессе и после завершения мероприятий по ликвидации или локализации техногенной углеводородной залежи [6,7].

Масштабная инвариантность получаемых моделей дает возможность проецировать механизмы распространения загрязнения на конкретные природные объекты, а вариация климатических условий в процессе вычислительног/о эксперимента делает получаемую модель пригодной для использования в различных регионах.

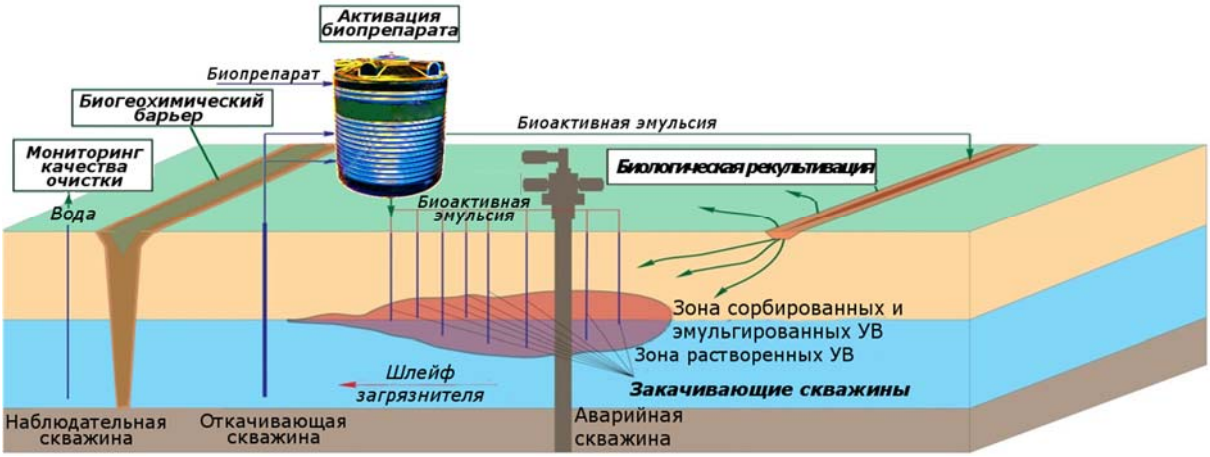



Рисунок. Пример модели организации мониторинга, локализации и ликвидации нефтяного загрязнения геологической среды

Описанный модельный подход позволяет получить полную качественную и количественную характеристику загрязнения, на основе которой возможен выбор технологических решений. При этом наиболее перспективными в этой сфере технологиями являются создание проницаемых реакционных (биогеохимических) барьеров на стадии локализации загрязнения, микробиологические технологии, гидромеханические методы и другие адаптируемые и масштабируемые технические решения (рисунок).

Литература:

[1] Мещеряков С.В., Петранжели Папини М., Остах С.В, Остах О.С., Кушеева В.С. Научно-технические основы для разработки стратегий по восстановлению загрязненных нефтью и нефтепродуктами промышленных участков// Журнал «Вестник Российской академии естественных наук». 2018. №5. С. 71-75.

[2] Пиковский Ю.И. Природные и техногенные потоки углеводородов в окружающей среде. – М: Изд-во МГУ, 1993. – 208 с.

[3] Остах С.В., Кушеева В.С., Петранжели Папини М. Метод и принципы извлечения техногенных залежей на объектах нефтедобычи// Сборник трудов конференции GEOPETROL-2018. 2018. С.771-776.

[4] Matthias Kästner, Mareike Braeckevelt, Gernot Döberl, Giorgio Cassiani, Marco PetrangeliPapini. Model-driven soil probing, site assessment and evaluation - Guidance on technologies, 2012, 307 pp.

[5] Оборин А.А. Нефтезагрязненные биогеоценозы (Процессы образования, научные основы восстановления, медико-экологические проблемы). Монография / А.А Оборин, В.Т. Хмурчик; Перм. Гос. Ун-т; Перм. Гос. Техн. Ун-т, - 2008. – 511 с..

[6] Allison, J.D., D.S. Brown, and K.J. Novo-Gradac. 1991, A Geochemical Assessment Model for Environmental Systems: Version 3.0 User's Manual. EPA/600/3- 91/021. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Washington, DC. 106 pp.

[7] Бобырев С.В., Косарев А.В., Тихомирова Е.И., Подольский А.Л. Моделирование экосистем: оценка экологической безопасности с применением подходов вычислительной геометрии // СГТУ имени Гагарина Ю.А. – Саратов: Орион, 2016. – 176 с.

## ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ЗОНЫ САНИТАРНОЙ ОХРАНЫ НА ПОДЗЕМНОМ ВОДОЗАБОРЕ ООО «КОРАЛЛ» (ТВЕРСКАЯ ОБЛ., РОССИЯ)

Лавриненко М.В., Потапов А.А.
СПбГУ, Санкт-Петербург

## ASSESSMENT OF POSSIBILITY OF SANITARY PROTECTION ZONES STATEMENT AT THE «KORALL» WATER INTAKE, TVER REGION, RUSSIA

Lavrinenko M., Potapov A.
SPbU, Saint- Petersburg

**Annotation.** The subject of the present study concerns “Korall” underground water intake (Tver Region, Russia) consisting of three groups of wells. Analytical solutions and geoecological monitoring were used to calculate and organize sanitary protection zones.
**Key words:** sanitary protection zones; underground water intake; analytical solutions

Водозабор ООО «Коралл» расположен в районе деревни Викторово в 17 км восточнее г. Бежецка Тверской области и состоит из трёх водозаборных узлов (ВЗУ), расстояние между которыми около 1750 метров. Заявленная водопотребность составляет 3840,0 м$^3$/сутки (из них ВЗУ №1 – 1440,0 м$^3$/сутки, ВЗУ №2 – 960,0 м$^3$/сутки, ВЗУ №3 – 1440 м$^3$/сутки).

В геологическом плане территория расположена на западном крыле московской синеклизы. В гидрогеологическом плане – в северо-западной части Московского артезианского бассейна. Продуктивным водоносным горизонтом является напорный нижне-верхнемосковский водно-ледниковый водоносный комплекс (f,lgIIms$_{1\text{-}3}$), залегающий на глубине порядка 30 м, избыточный напор над кровлей составляет 23,2 – 23,6 м. Комплекс сложен разнозернистыми песками с включениями гравия. Сверху нижне-верхнемосковский водно-ледниковый водоносный комплекс перекрыт толщей плотных моренных четвертичных отложений верхнемосковского водоупора (gIIms$_2$) мощностью 26 метров, подстилается нижнемосковским водоупором (gIIms$_1$), представленным очень плотными суглинками.

Расчет поясов зоны санитарной охраны (ЗСО) водозабора проводился графоаналитическим методом в программе ANSDIMAT [1] версии 14 (2017 г.), разработанной Л.Н. Синдаловским. Была выбрана схема неограниченного напорного в плане водоносного пласта.

По формуле 1 были рассчитаны понижения уровня в наблюдательной скважине $s$ (м) при групповой откачке.

$$s = P\sum_{i=1}^{N} Q_i f(r_i, t), \quad \text{где} \tag{1}$$

$f(r_i,t)$ – функция, описывающая расчетную гидрогеологическую схему опытного опробования;

$N$ – количество опытных скважин;

$P$ – постоянная величина (зависит от расчетной схемы);

$Q_i$ – постоянный расход в $i$-й опытной скважине, м$^3$/сут;

$r_i$ – расстояние от наблюдательной скважины до $i$-й опытной скважины, м;

$t$ – время от начала откачки, сут.

На основе полученных понижений в опробуемом водоносном пласте, заданного градиента естественного фильтрационного потока и его направления рассчитывается поле напоров, по которому определяется траектория движения частиц (линии тока). Действительная скорость движения частиц $v$ (м/сут) вычисляется по формуле 2:

$$v = \frac{1}{n} k \frac{H_2 - H_1}{l}, \quad \text{где} \tag{2}$$

$H_1, H_2$ – расчетный напор в точках 1 и 2, находящихся на расстоянии $l$ друг от друга, м;

$k$ – коэффициент фильтрации водоносного пласта, м/сут;

$l$ – расстояние между двумя точками (1 и 2), в которых определяется напор, м;

$n$ – пористость принята по обобщенным табличным значениям в программе ANSDIMAT;

По рассчитанным линиям тока и скоростям определяется время движения расчетной частицы для второго и третьего поясов ЗСО. Время прохождения расчетной частицы от произвольной точки до водозабора $t$ (сут) выражается следующей суммой (формула 3):

$$t = \sum_{i=1}^{j} \Delta t_i = \sum_{i=1}^{j} \frac{l_i}{v_i}, \quad \text{где} \tag{3}$$

$j$ – количество интервалов, сумма которых равна длине траектории перемещения частицы за время $t$;

$l_i$ – длина $i$-го интервала, м;

$t_i$ – время прохождения частицы от произвольной точки до окончания $i$-го интервала, сут;

$\Delta t_i = t_i - t_{i-1}$ – время прохождения частицей одного $i$-го интервала, сут;

$v_i$ – действительная скорость фильтрации для $i$-го интервала, м/сут.

Время расчета ЗСО для второго пояса в соответствии с нормативными документами [2] принято равным 400 суток, а для третьего пояса – 25 лет (на весь предполагаемый период эксплуатации).

По результатам расчетов размеры второго пояса оказались равными: ВЗУ №1: длина – 792 м, ширина – 790 м; ВЗУ №2: длина – 646 м, ширина – 646 м; ВЗУ №3: длина – 797 м, ширина – 790 м. А размеры обобщенного контура третьего пояса для всех трёх ВЗУ составили: длина – 6545 м, ширина – 6296 м. На рис. 1 показана схема конфигурации второго и третьего поясов ЗСО для рассматриваемого объекта.

Результаты геоэклогического обследования территории не выявили нарушений в пределах указанных площадей. Первые пояса ЗСО всех трёх ВЗУ радиусом 50 м каждый (в соответствии с нормативными документами) уже в настоящее время огорожены металлической сеткой высотой 2,5 метра. В пределах второго и третьего поясов ЗСО по результатам геоэкологического обследования отсутствуют потенциальные источники загрязнения. Нет действующих скважин сторонних потребителей, бездействующих, заброшенных скважин, провалов, колодцев, накопителей промышленных стоков, кладбищ, свалок каких-либо отходов и т.п.

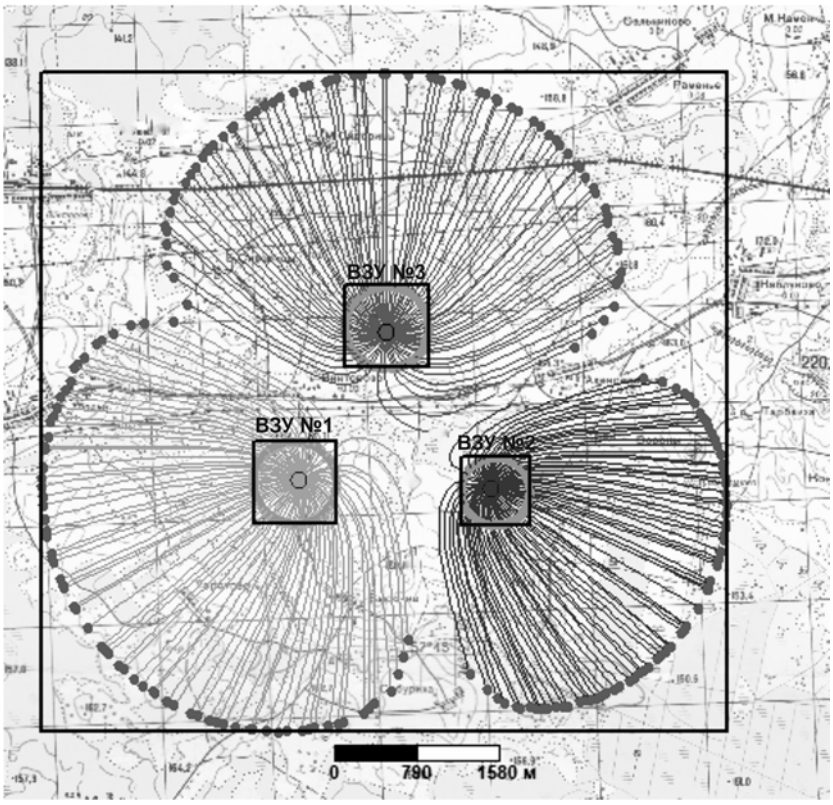



Рис.1. Положение скважин в плане и расчет зон санитарной охраны водозабора

Таким образом, на территории действующего водозабора ООО «Коралл» могут быть организованы все три пояса ЗСО в полном объеме.

Литература:

[1] Синдаловский Л. Н. Аналитическое моделирование опытных опробований водоносных пластов и скважинных водозаборов (программный комплекс ANSDIMAT). – СПб.: Наука, 2014. – 521 с.

[2] СанПиН 2.1.4.1110-02 «Источники водоснабжения и водопроводы».

## К ВОПРОСУ ОЗЕЛЕНЕНИЯ РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫХ ПОЛОС ГОРОДСКИХ АВТОДОРОГ

Ларнатович П. А., Сумина А. В.
Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова, г. Абакан

## TO THE QUESTION OF LANDSCAPING DIVIDING STRIPS OF URBAN ROADS

Larnatovich P. A., Sumina A. V.
Katanov Khakass State University, cities of Abakan

**Abstract.** Today, in matters relating to the construction and improvement of urban areas, the economic component is a priority. Developers are more profitable to build high-rise buildings than to allocate more land for landscaping. At the same time, green plants are one of

the important components of the comfort of living in the city. One of the solutions to this problem can be the use of the territory of the dividing strips as small green "oases" of the modern city. The article presents a variant of landscaping and improvement of the dividing strip of the Central street of the city Minusinsk's.
**Keywords:** gardening, landscaping, woody plants, recreational area.

На сегодняшний день в Красноярском крае работает муниципальная программа «Формирование современной городской среды на территории Красноярского края на 2018-2022 годы», в рамках которой одно из направлений - благоустройство дворовых территорий и общественных пространств.

Город Минусинск один из старинных городов Восточной Сибири, расположен в Красноярском крае в центре обширной лесостепной Минусинской котловины. Город является административным центром Минусинского района и промышленным центром юга Красноярского края.

Центральная улица города – Абаканская, имеет разделительную полосу, которая предназначена для разделения различных направлений движения транспорта, для отделения пешеходов от транспорта, а также может быть использована для озеленения улицы. Данная территория с весны 2017 года находится в стадии реконструкции, проект которой размещен на сайте Администрации города (http://minusinsk.info). На данный момент на придорожной территории вырублены и выкорчеваны все деревья и кустарники и высажен газон (рис. 1).



Рис. 1. Центральная часть города на данный момент

С точки зрения экологической составляющей данный проект можно доработать в плане усиления озеленения разделительной полосы. Например, территорию, выделенную под разделительную полосу, можно было бы преобразовать в более эстетически привлекательную, даже рекреационную, с размещением на ней скамеек, урн, фонарей, дорожек.

При этом важнейшим элементом является использование в данном проекте древесной растительности, которая, как известно, имеет высокую эстетическую ценность и является защитным барьером от антропогенного воздействия, в частности автомобильного потока. Так, например, проспект Ленина соседнего города Абакан имеет похожую разделительную полосу, на которой обустроены дорожки, освещение, скамейки. По аналогии, можно осуществить благоустройство и озеленение разделительной полосы на ул. Абаканская в г. Минусинске, где основным аспектом экологической комфортности станут именно древесные насаждения.

С этой целью нами был разработан вариант благоустройства данного участка центральной части города, макет которого представлен на рис. 2.

Для озеленения в представленном проекте предлагается использовать растения, рекомендованные для данной природной зоны, газоустойчивые, а так же хорошо чувствующие себя в условиях антропогенной нагрузки, что очень важно для придорожной территории. Такие как: лиственница сибирская, береза повислая, карагана древовидная и другие. Кроме того, древесные растения нами были изучены по аккумулирующей [1] и фитонцидной [2] способности. В первой линии, непосредственно прилегающей к проезжей части автодороги, предлагается разместить более высокие виды древесной растительности, такие как береза повислая, тополь черный, или способные создавать «живую изгородь» например, вяз.

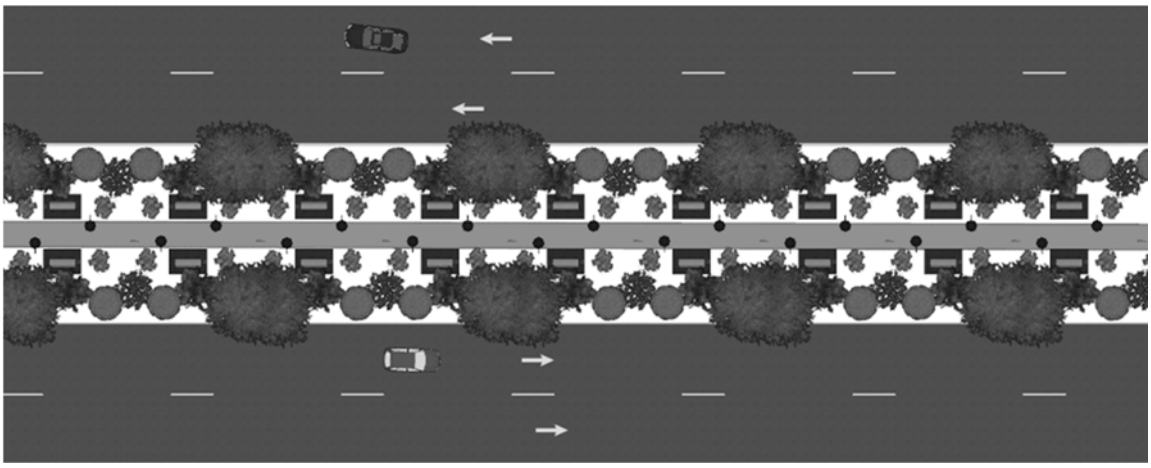


Рис. 2. Предлагаемый проект озеленения разделительной полосы ул. Абаканская, г. Минусинск

На второй линии будут расположены более низкорослые растения, такие как: ива козья и рябина обыкновенная, что придаст более эстетичный вид. На третьей линии, близ скамеек, можно расположить спирею японскую. Все представленные растения имеют высокую зимоустойчивость и засухоустойчивость, что идеально подходит под условия данного города, а так же все виды растений обладают высокой газоустойчивостью, что также актуально для данной части города.

Данный прием позволит снизить шумовую нагрузку и запыленность и использовать территорию с рекреационной целью. Для благоустройства также предлагается разместить скамейки, для освещения территории - установить светильники с использованием элементов декоративно-художественного оформления.

Литература:
1. Ларнатович П.А. Форма листовой пластинки древесных растений как показатель аккумулирующей способности загрязняющих веществ // Международный научный журнал «Наука без границ» №1 (18) / 2018
2. Ларнатович П.А. Анализ фитонцидной активности в течение периода вегетации древесных растений, произрастающих в условиях городской среды // Электронный научный журнал «Постулат» №1 (2019)

## ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ПЕСЧАНЫЕ В УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЕ ГОРОДА МОСКВЫ

Лобус И.А., Королев В.А.
МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва

## ECOLOGICAL-GEOLOGICAL SYSTEMS OF SANDY MASSIVE ON URBANIZED ENVIRONMENT CITY OF MOSCOW

Lobus I.A., Korolev V.A.
Lomonosov Moscow State University, Moscow

**Annotation:** The article is devoted to a comprehensive study of the ecological-geological systems (EGS) of sand massifs on the territory of Moscow. It is revealed that the urban space of a developed megalopolis affects natural complexes, forming natural and man-made ecological and geological systems. Due to this, the EGS acquires certain features that affect not only the functioning of the systems themselves, but also the “living”, as well as the person.

Экологическая безопасность регионов во многом определяется состоянием их эколого-геологических систем. Под эколого-геологической системой (ЭГС), как известно [4], понимаются комплексы экосистем, состоящие из биоценоза и биотопа. При этом ЭГС, формирующиеся на определенных литотопах, в которых основная роль отводится массивам тех или иных горных пород, приобретают характерные особенности, влияющие на прочие абиотические и биотические компоненты экосистемы. На массивах песчаных пород формируются ЭГС песчаные, особенности которых для природных систем были охарактеризованы В.Т.Трофимовым и В.А.Королевым [5,6], показавшими, что в их составе формируются специфические псаммомикробоценозы, псаммофитоценозы и псаммозооценозы. В то же время особенности ЭГС, формирующиеся на песчаных массивах

не в природных условиях, а на техногенно освоенных территориях, остаются слабо изученными. Поэтому цель настоящей работы состояла в анализе основных особенностей ЭГС песчаных массивов на урбанизированной территории – территории города Москвы.

Объектом исследования являлись ЭГС песчаных массивов г. Москвы. Массивы песчаных грунтов на территории города Москвы широко развиты и приурочены к нижнемеловым отложениям (Теплостанская возвышенность, междуречье Москвы и Яузы и долина р. Москвы) и четвертичным пескам различного генезиса (в основном флювиогляциальным и аллювиальным), местами выходящими на поверхность [3]. О распространении песков в Москве свидетельствуют исторические названия храмов (хр. Преображения на Песках, Арбат) и улиц (Песчаные, Ново-Песчаная, Песчаная пл., Песчаные пер. и др.). Многие песчаные массивы в городе застроены и заасфальтированы, используются под территории различного назначения. Лишь некоторые из песчаных массивов выходят непосредственно на дневную поверхность. В основном это территории рекреационных зон. Но и там песчаные массивы претерпевают существенные техногенные преобразования.

Особенностями литотопов песчаных, располагающихся на территории Москвы, являются: 1) как правило малая степень водонасыщенности песков ($S_r$ <0,5); 2) относительно высокая пористость ($e$ от 0,60 до 0,91); 3) средняя уплотнённость ($I_D$ от 0,33 до 0,66). Это обеспечивает хорошую дренированность массивов, хорошую аэрируемость и водообмен как в горизонтальном, так и в вертикальном направлении. В зависимости от расстояния до источников техногенного воздействия, которыми являются транспорт, городские постройки, коммуникации различного назначения и т.п., данные показатели могут изменятся.

Эдафотоп песчаных массивов в городе представлен дерново-подзолистыми почвами песчаного состава и различными урбоземами (техноземами). Практически все почвы городских ЭГС песчаных претерпели техногенную трансформацию их структуры, геохимического состава и свойств за счет атмосферных выпадений, применения противогололедных реагентов (ПГР), а также воздействия населения. Геохимические техногенные преобразования песчаных эдафотопов выражаются в их подщелачивании, увеличении содержания органического углерода, а также тяжелых металлов и солей. В почвах Москвы в основном накапливаются десять элементов ($K_c$ > 3,0 – нижние индексы): $Cd_{7,6}W_{6,5}Bi_{4,9}Zn_{4,8}Sb_{4,8}Pb_{4,5}Ag_{4,5}As_{4,0}Cr_{3,6}Fe_{3,6}$ [1]. Наряду с тяжелыми металлами отмечается загрязнение ПАУ.

По сравнению с природными фито- и зооценозами песчаных ЭГС их техно-природные аналоги имеют более бедную флору и фауну: их псаммофитоценоз смешан и представлен в основном факультативными ксерофитными псаммофитами (из травянистых - это вейник наземный, экспар-

цет песчаный, песколюка постенная и другие, из древесных – сосна, клен, береза, рябина, осина, можжевельник, ива).

Псаммомикробоценоз, в отличие от природных песчаных ЭГС, содержит патогенные микроорганизмы от выгула домашних и бродячих животных, несанкционированных свалок мусора, коммунально-бытовых стоков, осаждения аэрозолей, тем самым образуя необратимые изменения абиотических и биотических жизненных циклов и как следствие - отличительные условия функционирования геосфер.

Псаммозооценоз на городских территориях представлен в основном беспозвоночными псаммофилами, но также намного беднее по сравнению с природными песчаными ЭГС.

В общем и целом, песчаные массивы Москвы, а, следовательно, и ЭГС в их пределах, находятся под сильным техногенным прессом [1,2]. Расположенные на территории города песчаные ЭГС окаймлены различными по своему назначению объектами, составляющими городскую инфраструктуру: 1) железнодорожными путями, подземными линиями метрополитена и автодорогами наземного транспорта, оказывающими динамическое, акустическое и химическое воздействие на экосистемы; 2) селитебными зонами, оказывающими на экосистемы статическое и химическое воздействие; 3) производственными зонами, влияющими на экосистемы в зависимостей от особенностей их промышленного производства; 4) общественными многофункциональными зонами, включая рекреационные, а также локальными участками несанкционированных свалок различного вида и классов опасности отходов.

Все эти источники вызывают химическое загрязнение литотопов песчаных ЭГС тяжелыми металлами, полиароматическими соединениями (ПАУ), применение ПГР вызывает засоление почв и подпочвенных грунтов (антропогенный галогенез [1]). Несмотря на то, что песчаные почвы в меньшей степени подвержены галогенезу, тем не менее песчаные эдафотопы участвуют в геохимической миграции солей, которые вызывают существенные негативные изменения подземного пространства. Засоленность почв и их деградация усиливается в селитебных зонах и вдоль автомагистралей. Кроме того, она подвержена сезонной динамике: максимальное засоление отмечается весной, а минимальное – осенью, что связано с промывкой почв дождевыми водами.

Подземное геологическое пространство территории города в полной мере освоено, в нем располагаются туннели метрополитена, системы отопления, газификации, водоподачи и водоочистки, а также иные подземные комплексы и коммуникации различного назначения.

Отмеченные трансформации песчаных литотопа и эдафотопа вызывают изменения в псаммомикробоценозах, псаммофитоценозах и псаммозооценозах, загрязняющихся также за счет выпадения атмосферных осад-

ков. Многие вышеотмеченные поллютанты концентрируются в растениях и животных («аккумуляторах»), влияя на их метаболизм.

Установлено, что ЭГС песчаные на городских территориях представляют собой сложные техно-природные образования, они приобретают специфические особенности, обусловленные, главным образом, техногенными факторами, определяющими экологическую безопасность регионов. Наиболее сохранившееся песчаные ЭГС на территории Москвы располагаются в садово-парковых зонах, в свою очередь большое количество посетителей постепенно трансформирует ландшафт песчаных ЭГС и в этих зонах. Атмосферные выпадения поллютантов, применение ПГР, образование несанкционированных мест складирования отходов, сточные воды, ведут к изменениям геохимических полей песчаных ЭГС. На городских территориях трансформируются все экологические функции, выполняемые песчаными массивами: ресурсная, геохимическая, геодинамическая и геофизическая. Синергизм техногенно-природных воздействий на городских территориях усложняют не только геохимические процессы, но и функционирование эколого-геологической системы в целом.

Литература:

1. Геохимия ландшафтов Восточной Москвы // Касимов Н.С., Власов Д.В., Кошелева Н.Е., Никифорова Е.М. – М.: АПР, 2016, - 276 с.
2. Лобус И. А., Королёв В. А. Эколого-геологические особенности песчаных массивов территории Москвы // XVIII Межд. молодежная научная конференция "Экологические проблемы недропользования. Наука и образование" / Под ред. В.В. Куриленко. — "ЛЕМА" Санкт-Петербург, 2018. С. 208–210.
3. Москва. Геология и город / Под ред.: В.И. Осипова и О.П. Медведева – М.: РАН, Институт Геоэкологии, Мосгоргеотрест, 1997. 399 с.
4. Трофимов В.Т. Эколого-геологическая система, ее типы и положение в структуре экосистемы // Вестник Моск. ун-та. Серия 4. Геология. 2009, №2. С.48-52;
5. Трофимов В.Т., Королев В.А. Массивы песчаных грунтов как объекты эколого-геологических исследований // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. 2018. № 2. С.59-65.
6. Трофимов В. Т., Королёв В. А. Эколого-геологические особенности массивов песчаных грунтов // Инженерно-геологическое и эколого-геологическое изучение песков и песчаных массивов // Тр. Межд. научн. конф. (27-28 сентября 2018 г., МГУ, Москва, Россия) / Под ред. В.Т. Трофимова и В.А. Королева. — М.: ООО "СамПринт", 2018. С. 233–244

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ДЕРЕВНИ МАЛЫЕ КОЛПАНЫ ГАТЧИНСКОГО РАЙОНА ПО СОДЕРЖАНИЮ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И НЕФТЕПРОДУКТАМ В ПОЧВЕ

Лубенец К.Ю., Изосимова О.С., Терещенко Н.В.
СПбГУ, Санкт-Петербург

# ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF SOIL POLLUTION OF THE MALIYE KOLPANY OF THE GATCHINA DISTRICT BY THE HEAVY METALS AND PAHs

Lubenets K.Yu., Izosimova O.S., Tereshchenko N.V.
SPbSU, Saint-Petersburg

**Annotation:** The article discusses the results of ecological research of soil of the Maliye Kolpany of the Gatchina district. The research included the determination of concentration of heavy metals and PAHs. The article include pollutant distribution maps and description of research methods.

**Key words:** Gatchina, Maliye Kolpany, soil, PAHs, heavy metalls

Территория Гатчинского района, в частности деревня Малые Колпаны, является зоной потенциального химического загрязнения, поэтому стала объектом частых проверок и экологических экспертиз. Жители деревни в течение нескольких лет жалуются на «запах газа» и «нефтепродукты в колодцах».

В данном районе находятся предприятия занимающиеся перевалкой нефтепродуктов, в 2016 году было решено перевести часть мощностей в другое место в целях уберечь местных жителей от концентраций, выбрасываемых вредных веществ. К сожалению, в настоящее время не нашлось никакой информации об экологической обстановке в деревне Малые Колпаны, поэтому было принято решение оценить экологическую обстановку на данной территории [4].

Для того чтобы напрямую выявить негативное воздействие предполагаемого источника загрязнения, был выбран участок для отбора проб с учетом розы ветров (преимущественное среднегодовое направление – юго-западное), которую можно увидеть на рис. 1, и санитарной зоны 100м (4 класс опасности, п.8 « Склады горюче-смазочных материалов») и 300м, так как на территории площадки ООО «Компания ЛВЖ-701» располагается предприятие – арендатор – ЗАО «СибРосьПереработка» (3 класс опасности, п. 33 «Производство сжатых и сжиженных продуктов разделения».)

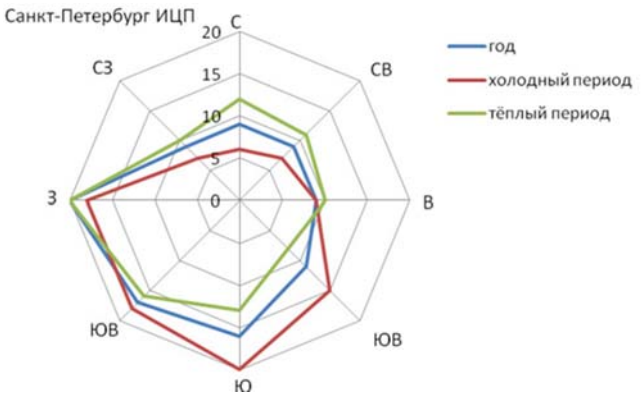



Рис. 1. Роза ветров Гатчинского района

Пробоотбор проводился в ноябре 2018 года. Было отобрано 28 проб.

Подготовленные пробы анализировались в лабораториях ресурсных центров СПбГУ.

В результате исследования были получены следующие значения тяжелых металлов и нефтепродуктов в почвах (таблица).

Для селитебных территорий, не ведучих добычу нефти, фоновое содержание нефтепродуктов в почве составляет337 мг/кг. Были посчитаны коэффициенты концентраций (Kc) для каждого элемента на каждой точке пробоотбора по формуле Kc=Ci/фон.

Таблица. Показатели тяжелых металлов и элементов в почве.

| Элемент | Среднее, мг/кг | Max, мг/кг | Min, мг/кг | Фоновое содержание, Мг/кг | ПДК/ ОДК, мг/кг |
|---|---|---|---|---|---|
| Нефте-продукты | 6602 | 17190 | 1720 | 337 | 1000 |
| Pb | 29,3 | 116 | 13 | 19,1 | 32 |
| Zn | 116,6 | 716 | 31 | 43,1 | 220 |
| Cu | 39,8 | 102 | 20 | 18,0 | 132 |

Затем для каждой точки высчитывался суммарный коэффициент загрязнения (Zc>1,5) по формуле: Zc = Σ (Kci + ... + Kcn) - (n-1), где n - число суммируемых коэффициентов концентраций, Kci - коэффициент концентрации i-го компонента загрязнения. Расчет Zc проводится только для тех проб, в которых имеются коэффициенты концентрации больше 1,5, а в нашем случае это все 28 проб из-за высоких коэффициентов по нефтепродуктам.

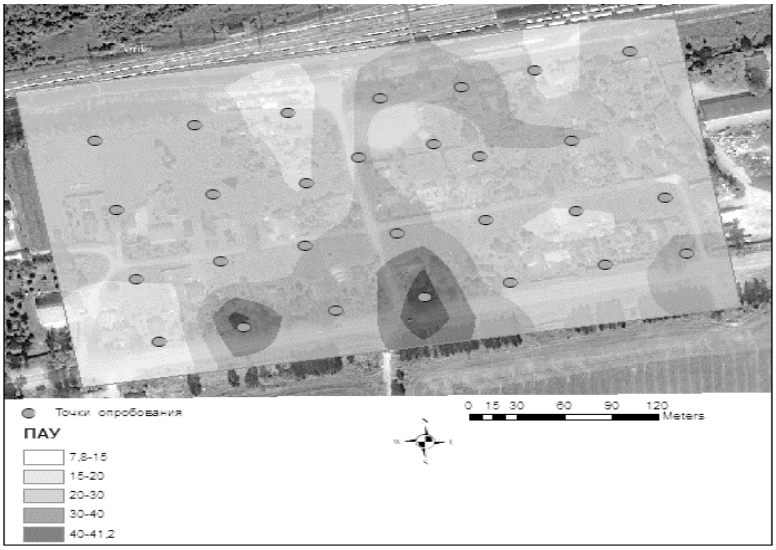



Рис. 2. Карта распределения нефтепродуктов по значениям коэффициента концентрации

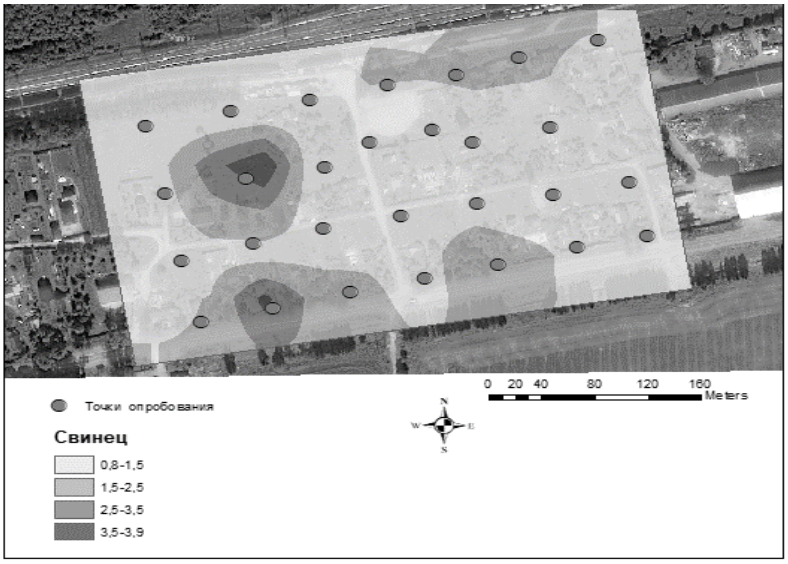



Рис. 3. Карта распределения свинца по значениям коэффициента концентрации

Для построения карты распределения загрязнения нефтепродуктов и тяжелыми металлами была проведена интерполяция растра по способу IDW и выбраны границы интервалов классификации.

Для отображения результатов был выбран изолинейный метод с послойной окраской. На рис 2, 3 показаны карты распределения тяжелых металлов и нефтепродукты в почве деревни Малые Колпаны, построенные по результатам пробоотбора.

Таким образом, в ходе исследования были получены сведения о содержании тяжелых металлов и нефтепродуктов, где наблюдается превышение ПДК по нефтепродуктам и в некоторых точках по тяжелых металлам. Также был расчитан коэффициент концентрации и степень загрязнения почв, исходя из значений которых мы можем сделать вывод, что загрязнение почвы в данном районе «умеренно опасное».

Литература:

[1] Изосимова О.С., Биомониторинг, как способ оценки воздействия загрязнения на человека// Экологические проблеме недропользования. Наука и Образования. ООО «Лема» ,2018. –55с.

[2] Куриленко В.В., Изосимова О.С. Экологическое ресурсоведение. СПбГУ, 2013. –123 с.

[3] Лебедев С.В., Нестеров Е.М. Пространственное ГИС-моделирование геоэкологических объектов в ArcGIS: учебник. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена

[4] «Росреестр» — служба государственной регистрации //rosreestr.ru/

[5] ФедченкоТ.М., ВитковскаяС.Е. Оценка состояния загрязнения почв Санкт-Петербурга тяжелыми металлами», 2016 г.

# ОЦЕНКА СВОЙСТВ НОВЫХ БИОРАЗЛАГАЕМЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПВХ С ДОБАВКАМИ БЕНТОНИТА И ПОЛИГИДРОКСИБУТИРАТА

Лютова А.А., Сибирцев В.С., Маслова А.Ю., Башарова К.С., Прохорова В.А.
Университет ИТМО, Санкт-Петербург

# ASSESSMENT OF THE PROPERTIES OF NEW BIODESIGNABLE POLYMERIC MATERIALS BASED ON PVC WITH ADDITIVES OF BENTONITE AND POLYHYDROXYBUTIRATE

Lyutova A.A., Sibirtsev V.S., Maslova A.Yu., Basharova K.S, Prokhorova V.A.
ITMO University, Saint-Petersburg, Russia

**Abstract.** A new method for assessing the resistance to degradation (RD) of polymeric materials (PM) is described, including a comparison of the surface state (estimated by atomic force and optical microscopy), IR spectra and mechanical properties of PM samples (PMS), determined both before and after the incubation of PMS in a liquid nutrient medium with test microorganisms with a daily replacement of 40% by volume of this medium with sterile one. The RD of a number of new PM made on the basis of polyvinyl chloride with the addition of various amounts of bentonite and polyhydroxybutyrate was investigated by the described method.

**Key words:** microbiotesting, biodegradation, polymers, polyvinyl chloride, polyhydroxybutirate.

В связи с ростом производства и потребления человеческим обществом различной продукции, утилизация отходов, и в особенности полимерных, стала в настоящее время одной из основных экологических проблем человечества. Одним из способов решения этой проблемы является создание и как можно более широкое использование материалов, способных достаточно быстро разлагаться в результате воздействия на них различных природных факторов (физических, химических, биологических и т.п.). Вследствие этого, всё более актуальной в настоящее время становится и проблема разработки доступных способов оценки устойчивости новых и уже имеющихся материалов к деградации, индуцируемой различными факторами (из которых микроорганизмы являются одними из наиболее действенных), включающих как оценку изменений структуры и свойств образцов исследуемых материалов (ИМ), происходящих в результате их взаимодействия с упомянутыми факторами (включая микроорганизмы), так и оценку про- либо антибиотических свойств самих ИМ [1–10].

В связи с вышесказанным, в качестве объекта исследования в настоящей работе были выбраны пленки толщиной 0,3 мм, изготовленные на основе поливинилхлорида (ПВХ) с добавлением различных количеств полигидроксибутирата (ПГБ) и природного бентонита (ПБ). После этого была приготовлена инкубационная тестовая среда (ИТС). Для чего в колбу вме-

стимостью 1 л было залито 800 мл стерильной жидкой питательной среды (СЖПС) и 100 мл микробной закваски. При этом в качестве СЖПС использовался водный раствор с pH 7,2, содержащий 5 г/л глюкозы, 18 г/л белкового гидролизата и 2 г/л NaCl. А в качестве микробной закваски – та же ЖПС, содержащая в 1 мл примерно $10^7$ жизнеспособных клеток *Escherichia coli* ATCC 25922.

Затем колба с ИТС **инкубировалась в течение 12 часов при 37**±0,1ºС. После чего начальный образец каждого из ИМ разрезался на 15 частей (5 из которых составляли исходную выборку, ещё 5 – контрольную и ещё 5 – биоразлагаемую). Далее, каждый из полученных тестируемых образцов (ТО), входящих в состав контрольной либо биоразлагаемой выборки, помещался в отдельную пробирку и заливалася 3 мл СЖПС (в случае контрольной выборки) либо ИТС, приготовленной описанным выше способом (в случае биоразлагаемой выборки). После чего все пробирки закрывались пробками **и инкубировались в течение 9-и суток при 30**±0,1ºС. Причем через 0 и 12 часов после начала инкубации в каждой из пробирок измерялись интенсивность упругого светорассеяния (*Iod*), pH, редокс потенциал (*E*) и низкочастотная электропроводность (*X*). А далее, через каждые сутки инкубации в каждой из пробирок, содержащих ТО, производилась замена 40 об.% ИТС на СЖПС.

После окончания инкубации все ТО доставались из пробирок, промывались и высушивались. Затем у всех ТО (включая исходные, не подвергавшиеся инкубации), а также у образцов эталонного материала (ЭМ, в качестве которого был выбран 100% ПВХ) регистрировались ИК-спектры (в режиме многократно нарушенного полного внутреннего отражения). Плюс, методами атомно–силовой и оптической микроскопии оценивалось состояние поверхности всех ТО. Плюс, общая степень активирования либо ингибирования (+/–) ТО жизнедеятельности тестовых микроорганизмов (ТМ) рассчитывалась по формуле $\varepsilon_S = (\varepsilon_{Iod} + \varepsilon_{pH} + 0{,}4\varepsilon_E + 0{,}6\varepsilon_X)/3$, где $\varepsilon_{Iod}$, $\varepsilon_{pH}$, $\varepsilon_E$ и $\varepsilon_X$ определялись по результатам измерений *Iod, pH, E* и *X* как $\varepsilon_i = 100\times(\Delta Yt_i - \Delta Yc_i)/\Delta Yc_i$, где $\Delta Y_i$ – средние разности значений *Iod, pH, E* либо *X*, регистрируемые в ИТС через 0 и 12 часов после начала её инкубирования в присутствии ТО ($\Delta Yt$) и в их отсутствие ($\Delta Yc$).

Плюс, с помощью текстуромера «*TA.XTplus*» производилось измерение прочности на прокалывание (σ, МПа) всех ТО. После чего для каждого из ИМ определялись следующие коэффициенты деструкции:

$\mathbf{K_{TD} = 100\times(\sigma_B - \sigma_R)/\sigma_R}$ – коэффициент общей деструкции ИМ;

$\mathbf{K_{MD} = 100\times(\sigma_I - \sigma_R)/\sigma_R}$ – коэффициент деструкции, обусловленной различными механическими воздействиями на ИМ;

$\mathbf{K_{CD} = 100\times(\sigma_C - \sigma_I)/\sigma_I}$ – коэффициент деструкции, обусловленной взаимодействием ИМ с водой и другими химическими компонентами;

и $\mathbf{K_{BD} = 100\times(\sigma_B - \sigma_C)/\sigma_C}$ – коэффициент деструкции, обусловленной взаимодействием ИМ с тестовыми микроорганизмами (ТМ),

где $\sigma_I$, $\sigma_C$ и $\sigma_B$ – средняя по выборке прочность на прокалывание исходных, контрольных и биоразлагаемых образцов ИМ,

$\sigma_R$ – средняя по выборке прочность на прокалывание ЭМ, не подвергавшегося инкубации.

Результаты измерений и расчетов, проведенных описанным выше способом, приведены в таблице.

Таблица. Прочность на прокалывание и коэффициенты деградации исследуемых материалов в различных условиях

| Состав образца | Прочность образцов ($\sigma$, МПа) | | | $K_{MD}$, % | $K_{BD}$, % | $K_{CD}$, % | $K_{TD}$, % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | исходная ($\sigma_I$) | контрольная ($\sigma_C$) | биоразлагаемая ($\sigma_B$) | | | | |
| 100% ПВХ | 13,5±0,6 | 13,5±0,6 | 13,1±0,6 | 0 | –4 | 0 | –4 |
| 5 масс.% ПГБ | 9,8±0,5 | 9,7±0,5 | 9,0±0,5 | –27 | –7 | –1 | –33 |
| 15 масс.% ПГБ | 6,7±0,6 | 6,5±0,4 | 4,9±0,6 | –50 | –25 | –3 | –64 |
| 30 масс.% ПГБ | 6,5±0,6 | 6,2±0,5 | 3,8±0,6 | –52 | –39 | –5 | –72 |
| 5 масс.% ПБ | 5,7±0,3 | 5,5±0,4 | 6,4±0,5 | –58 | +16 | –3 | –53 |
| 10 масс.% ПБ | 5,1±0,3 | 4,9±0,4 | 5,9±0,5 | –62 | +20 | –4 | –56 |
| 15 масс.% ПБ | 4,2±0,3 | 4,0±0,5 | 4,9±0,5 | –69 | +23 | –5 | –64 |

Из приведенного можно видеть следующее. Все использовавшиеся добавки существенно уменьшали механическую прочность ИМ относительно чистого ПВХ (см. $K_{MD}$). Причем происходило это в тем большей мере, чем в большем количестве эти добавки содержались в ИМ; а также в большей мере в присутствии ПБ, чем в присутствии ПГБ. Устойчивость к действию влаги у всех ИМ, наоборот, была весьма высокой и мало зависела от вида и количества веществ, добавляемых к ПВХ (см. $K_{CD}$). В то же время, если добавление ПГБ увеличивало эффективность биодеградации ИМ в тем большей мере, чем больше ПГБ в них содержалось; то добавление ПБ, наоборот, уменьшало биодеградируемость ИМ в тем большей мере, чем больше ПБ в них содержалось (см. $K_{BD}$). Причем, как можно было видеть из ИК-спектров, данных атомно–силовой микроскопии и микрофотографий поверхности образцов, происходило это вследствие того, что в ходе взаимодействия ИМ с ТМ, ПГБ, входивший в состав ИМ, разлагался и усваивался микроорганизмами, а ПБ лишь структурно модифицировался и более равномерно распределелялся в ПВХ-основе. Но основным фактором, определяющим общую деградируемость ИМ (см. $K_{TD}$), во всех случаях являлась их устойчивость к механическим нагрузкам (см. $K_{MD}$). Кроме того, если добавление ПГБ снижало антимикробное действие ПВХ-основы ИМ, то присутствие ПБ в составе ИМ практически не оказывало влияния на их антимикробные свойства.

Литература:

[1] Sibirtsev V.S., Garabadzhiu A.V., Ivanov S.D. Mechanisms of variation in fluorescent properties of bis-benzimidazole dyes. // Russian Journal of Bioorganic Chemistry. 1995. V. 21. № 9. P. 633–637.
[2] Sibirtsev V.S., Tolmachev A.Yu., Kovaleva M.V., Garabadzhiu A.V., Traven V.F. Spectral study of interactions of 4,8,4'-trimethylpsoralen and 4,4'-dimethylangelicin dyes with DNA. // Biochemistry (Moscow). 2005. V. 70. № 7. P. 822–832.
[3] Sibirtsev V.S. Fluorescent DNA probes: study of mechanisms of changes in spectral properties and features of practical application. // Biochemistry (Moscow). 2007. V. 72. № 8. P.887–900.
[4] Сибирцев В.С., Красникова Л.В., Шлейкин А.Г., Строев С.А., Наумов И.А., Олехнович Р.О., Терещенко В.Ф., Шабанова Э.М., Мусса Аль-Хатиб. Новый метод биотестирования с применением современных импедансных технологий. // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2015. Т. 15. № 2. С. 275–284.
[5] Sibirtsev V.S., Naumov I.A., Kuprina E.E., Olekhnovich R.O. Use of impedance biotesting to assess the actions of pharmaceutical compounds on the growth of microorganisms. // Pharmaceutical Chemistry Journal, 2016. V. 50. №. 7. P. 481–485.
[6] Sibirtsev V.S. Biological test methods based on fluorometric genome analysis**.** // Journal of Optical Technology**.** 2017. V. 84. № 11. P.787–791.
[7] Sibirtsev V.S., Olekhnovich R.O., Samuylova E.O. Assessment of integral toxicity of water resources by instrumental methods of analysis. // SGEM Conference Proceedings. 2017, V. 17, № 61, P. 507–514.
[8] Сибирцев В.С., Волкова К.В., Хайдаров А.Х., Чан Тхань Туан, Строев С.А., Радин М.А. Исследование биодеградации, а также антимикробных свойств поливинилхлоридных пленок с добавками пектина и крахмала. // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2018. Т. 18. № 1. С. 43–49.
[9] Волкова К.В., Ситникова В.Е., Сибирцев В.С., Успенская М.В., Белухичев Е.В., Сивцов Е.В. Деградируемые композиции на основе поливинилхлорида и бентонита. // Химическая промышленность сегодня. 2018. № 1. С. 12–17.
[10] Сибирцев В.С., Успенская М.В., Волкова К.В. Способ определения устойчивости материалов к биодеградации. Патент РФ № 2676094; зарег. в гос. реестре изобрет. 26.12.2018, бюлл. №36; приоритет от 03.11.2017; заявка № 2017138370.

# К ВОПРОСУ О ПЕРЕСМОТРЕ ГИГИЕНИЧЕСКОГО НОРМАТИВА ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ

Малькова Н.Ю.[1,2], Петрова М.Д.[1]
1-ФБУН «Северо-западный научный центр гигиены и общественного здоровья», Санкт-Петербург
2-ФГБОУ ВО СЗГМУ им. И.И. Мечникова Минздрава России, Санкт-Петербург

# ON THE ISSUE OF REVISION OF THE HYGIENIC STANDARD OF LASER RADIATION FOR THE POPULATION

Mal'kova N.Yu.[1,2], Petrova M.D.[1]
1-North-West Public Health Research Center, Saint-Petersburg
2-North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint-Petersburg

**Abstract.** The work analyzes the regulatory documentation on laser radiation in Russia and abroad, presents the results of a study of subjective disorders of the organ of vision after the action of laser radiation. It is shown that laser radiation in doses not exceeding the current standards may cause subjective discomfort associated with a change in color sensation and temporary blinding. Carrying out of experimental studies to substantiate laser radiation standards for the population is suggested.
**Key words:** laser radiation, standards, population, laser show.

Вслед за созданием лазеров в 60-х годах XX века остро встал вопрос о гигиеническом нормировании в связи с появлением первых пострадавших от действия прямого лазерного излучения на производстве. Офтальмологами были зафиксированы множественные точечные скотомы (коагуляты) в парамакулярной области сетчатки глаз у лиц, профессионально связанных с юстировкой газовых лазеров, использующих распространенный в тот период коллиматорный метод. В то же время были предприняты первые попытки исследовать механизмы влияния лазерного излучения на биологические структуры (в первую очередь, на ткани глаз) с целью обоснования предельно допустимых уровней (ПДУ).

Первые предельно допустимые уровни в стране были разработаны в 1972г. Ко второй половине 70-х годов был накоплен достаточно обширный экспериментальный материал и разработаны теоретические модели как повреждающего, так и терапевтического действия лазерного излучения на живые объекты. Одним из основных итоговых достижений, имевших большое практическое значение, была завершенная в 1981 году разработка первых отечественных Санитарных норм и правил устройства и эксплуатации лазеров № 2392–81 (СанПиН-81).

Что касается зарубежного нормирования, то в конце 70-х годов прошлого века технический комитет № 76 МЭК (IEC) «Laser equipment» («Лазерное оборудование») приступил к разработке международного стандарта по Лазерной безопасности. Работа над стандартом завершилась принятием в 1984 г. стандарта IEC 825:1984 «Radiation safety of laser products, equipments, and user's guide» В основу стандарта IEC 825 был положен стандарт США ANSI Z 136.1 – 1973, составленный по результатам исследований проведенных на животных при воздействии направленного лазерного излучения на глаза. В настоящее время действует стандарт IEC 60825-1:2014, возглавляющий серию стандартов и других нормативных документов с обозначением IEC 60825 «Safety of laser products» («Безопасность лазерной продукции»).

В нашей стране, тем временем, продолжались экспериментальные исследования по обоснованию и уточнению ПДУ для различных параметров существующих и применяемых лазерных установок, а также построение математических моделей для еще несуществующих лазеров. В рамках государственной программы, посвященной обеспечению безопасности персонала при эксплуатации лазерной техники в широком диапазоне сфер ее

практического применения, таких как промышленность, наука, медицина и т.д., рассматривался широкий перечень вопросов – от биофизических основ взаимодействия лазерного излучения с биообъектами до возникновения потенциальных профессиональных заболеваний, а так же метрологического обеспечения контроля на рабочих местах [1]. Результаты исследований послужили основой СанПиН № 5804-91 Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров.

Принятые в этом документе значения ПДУ для непрерывного лазерного излучения в спектральном диапазоне 380 – 1400 нм, значительно отличаются от значений МРЕ (максимально допустимая экспозиция, maximum permissible exposure), приведенных в IEC-1, причем значения ПДУ для наиболее опасных длин волн 445, 532 нм отличаются на порядок от соответствующих значений МРЕ, т.е. значения ПДУ в 10 раз меньше значений МРЕ [4]. Это означает, что отечественные гигиенические нормативы лазерного излучения для указанных длин волн и режима являются на порядок более жесткими, чем нормативы, применяемые за рубежом. Аналогичная ситуация сложилась и для других диапазонов длин волн, и для импульсного излучения, разница в значениях ПДУ и МРЕ составляет от 2-х до 8 раз.

В наши дни лазерное излучение можно встретить не только на производстве, но и в повседневной жизни, например, во время использования лазерного оборудования в концертных и театрально-зрелищных мероприятиях, на дискотеках.

Ранее было показано, что проекторы, излучающие в трех областях спектра, могут быть опасны как при однократном, так и при многократном воздействии на глаза, т.е. уровни лазерного излучения, могут превышать ПДУ [2]. Действие лазерного излучения на глаза красной, зеленой, синей областей спектра, энергетическими освещенностями, применяемыми при проведении лазерных шоу, в дозах, не превышающих предельно допустимые уровни, приводят к достоверным изменениям функции зрения, по состоянию световой и цветовой чувствительности [3].

В связи с этим целью настоящей работы являлось изучение субъективных изменений со стороны зрительного анализатора во время использования лазерного оборудования для создания лазерного шоу. Для решения поставленной цели были смоделированы условия, максимально приближенные к натурным, при этом уровни лазерного излучения, которые могли действовать на глаза добровольцев не превышали предельно допустимые уровни. Во время проведения шоу участники смотрели представление, танцевали, разговаривали друг с другом. Для выявления субъективных расстройств от действия лазерного излучения на глаза был использован метод анкетирования.

Анкетирование проводилось сразу после окончания шоу, сопровождающееся лазерным излучением красной, зеленой, синей областей спектра.

В исследовании приняло участие 260 добровольцев. Лазерное излучение попало в глаза 239 (92%) участникам. Большинство опрошенных при попадании луча лазера в глаза закрывали их: 225 из 239 (94 %). Наиболее часто в глаза добровольцев попадал лазер зеленого цвета. Это отметили 76% опрошенных. Красный и синий цвет - соответственно 18% и 4% добровольцев. Во время проведения исследования луч лазера мог попасть в глаза добровольцев неоднократно, при этом более пяти раз попал 201 участникам анкетирования (84%).

Попадание луча лазера вызывало у 81% участников шоу неприятные ощущения в глазах, у 79% – временное ослепление, у 27% – временное нарушение цветовосприятия, 1% – головную боль. Только 26% участников не предъявляли никаких жалоб во время шоу. После окончания лазерного шоу 46% опрошенных отмечали нарушение цветовосприятия, 36% – временное ослепление, у 10% возникали неприятные ощущения в глазах, у 6% – общая усталость, у 3% – головная боль, 2% отмечали жжение в глазах, 1% боль в глазах и 26% опрошенных не испытывали неприятных ощущений после лазерного шоу.

Таким образом, анализ нормативной документации показал, что российские нормы более жесткие, по сравнению с зарубежными, поскольку учитывают функциональные изменения органов и систем. Проведенные исследования на добровольцах в свою очередь показали, что лазерное излучение в дозах, не превышающих действующие нормативы, может вызывать субъективные неприятные ощущения, связанные с изменением цветоощущения и временным ослеплением.

В связи с вышеизложенным, считаем необходимым проведение дальнейших исследований для обоснования нормативов лазерного излучения для населения.

Литература:

[1] Желтов Г.И. Нормативы по лазерной безопасности: истоки, уровень, перспективы.// Фотоника. – 2017. – №1(61). – С. 10 – 35.

[2] Малькова Н.Ю. Оценка риска неблагоприятного действия лазерного излучения на орган зрения при проведении культурно-массовых мероприятий.// Мед.труда и пром. экол. №5.-2018.-с.54–57.

[3] Малькова Н.Ю., Ушкова И.Н., Романенко Е.И. Влияние лазерного излучения от проекторов на орган зрения.// Медицина труда и промышленная экология ,2014.- №9.- С.37-40.

[4] Рахманов Б.Н., Кибовский В.Т. Лазерная безопасность. Документы новые – проблемы старые. – Лазер Информ № 21–22 (588-589), ноябрь 2016.- С. 1-13

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НА ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ МИКРООРГАНИЗМОВ РАЗЛИЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ ИОНОВ ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ

Маслова А.Ю., Сибирцев В.С., Кубанычбек Р.У., Варваров В.А.
Университет ИТМО, Санкт-Петербург

# STUDY OF THE EFFECT ON THE VIABILITY OF MICROORGANISMS OF DIFFERENT QUANTITIES OF ALKALINE EARTH METAL IONS

Maslova A.Yu., Sibirtsev V.S., Kubanychbek R.U., Varvarov V.A.
ITMO University, Saint Petersburg

**Abstract.** A new complex microbiotest system is described, which provides for instrumental recording of changes in the intensity of elastic light scattering, electrical conductivity, pH and redox potential of samples, containing initially the same number of viable test microorganisms incubated in a liquid nutrient medium in the presence and in the absence of test substances. The effect of various concentrations of alkaline earth metal ions on the life dynamics of *Escherichia coli* was studied using this system.

**Key words:** microbiotesting, microorganisms activity, metal ions, antibiotics, probiotics.

Ионы металлов играют важную роль в жизнедеятельности любого живого организма. При этом ионы щелочных металлов (в первую очередь, такие как $Na^+$ и $K^+$ ) участвуют в работе клеточных насосов, обеспечивающих градиент ионной силы, а также электрохимического потенциала между средой, окружающей клетку, и гиалоплазмой последней. А ионы большинства остальных металлов помогают формировать и регулировать пространственную структуру как простых белков, так и сложных белковых комплексов, выполняющих в живых организмах ферментативные, транспортные, структурные, моторные и иные важнейшие функции.

Жизнедеятельность человека (особенно, промышленная, в результате которой, в частности, осуществляется слив в окружающую среду отходов различных химических, биотехнологических и иных производств) приводит в последнее время ко всё более значительному изменению водно–катионного состава различных водоемов и территорий. Это, в свою очередь, является одним из важных факторов, влияющих на состояние экосистем таких территорий. Кроме того, следует заметить, что ионы щелочноземельных металлов (особенно такие как $Mg^{2+}$ и $Ca^{2+}$ ) являются одними из наиболее распространенных катионов (помимо $H^+$, $Na^+$ и $K^+$), встречающихся как в окружающей среде, в целом, так и в составе любого живого организма. А микроорганизмы являются, во-первых, основой любой экосистемы, и во-вторых, достаточно адекватной для многих случаев моделью любых других живых организмов (включая человеческий).

В связи с этим, интересным представлялось оценить воздействие различных концентраций ионов щелочноземельных металлов на жизнедеятельную активность *Escherichia coli* (которая была выбрана в качестве тестового объекта потому, что является, в настоящее время, наиболее общепринятым санитарно–показательным и тестовым микроорганизмом).

Однако принятые в настоящее время в качестве стандартных при микробиотестировании процедуры оценки общей выживаемости микроорганизмов (заключающиеся, в большинстве случаев, в визуальной оценке того, насколько ингибируется или активируется, по сравнению с контролем, рост тестовых микроорганизмов в питательной среде после инкубации их в течение одних или нескольких суток в стерильных условиях при заданной температуре в присутствии тестируемых факторов) требуют для своего проведения достаточно значительных затрат материалов, времени и труда квалифицированного персонала, позволяя получать в результате лишь довольно субъективную и «статичную» информацию о летальных нарушениях жизнедеятельности тестовых организмов. В связи с этим, перспективным нам представлялось использование для данных целей различных инструментальных технологий, среди которых наиболее простыми в исполнении и универсальными в настоящее время являются оптические и электрохимические методы [1–10].

Всего было проведено 3-и серии измерений. В каждой из этих серий в каждую из пробирок, используемых для измерений, добавлялось по 4 мл тестовой среды (в качестве которой использовался водный раствор, содержащий 5 г/л глюкозы, 18 г/л белкового гидролизата, 2 г/л NaCl и около $10^6$ кл/мл жизнеспособных тестовых микроорганизмов), а также от 0 (в случае контрольных пробирок) до 0,4 мл водного раствора с соответствующей концентрацией исследуемого катиона (по 5 шт в параллель в случае как тестовых, так и контрольных пробирок). После чего все упомянутые пробирки закрывались, перемешивались и **инкубировались при 37**±0,1ºС **в течение 8-и часов**. При этом непосредственно до начала инкубации и сразу после её окончания в каждой из упомянутых пробирок регистрировались интенсивность упругого светорассеяния в видимой области спектра (*Iod*) (нефелометрическим методом, с помощью анализатора «Флюорат-02-М» со светофильтрами М1 и М2), удельная, линейная, низкочастотная электропроводность (*X*) (с помощью кондуктометра «Эксперт-002» с погружным датчиком «УЭП-П-С», работающим на частоте 1,6 кГц), а также pH и редокс потенциал (*E*) (с помощью иономера «Эксперт-001» с комбинированными электродами «ЭСК-10601/7» и «ЭРП-105», соответственно). Далее, все полученные значения усреднялись (сначала по 5-и параллельным образцам внутри каждой серии измерений, а затем между сериями). И для каждого из усредненных значений рассчитывался 95% доверительный интервал. После чего общая степень активирования либо ингибирования (+/–)

жизнедеятельности тестовых микроорганизмов различными концентрациями катионов щелочноземельных металлов рассчитывалась по формуле:

$$\varepsilon_S = (\varepsilon_{Iod} + \varepsilon_{pH} + 0{,}4\varepsilon_E + 0{,}6\varepsilon_X)/3,$$

где $\varepsilon_{Iod}$, $\varepsilon_{pH}$, $\varepsilon_E$ и $\varepsilon_X$ определялись по результатам измерений *Iod, pH, E* и *X* как $\varepsilon_i = 100\times(\Delta Yt_i - \Delta Yc_i)/\Delta Yc_i$, где $\Delta Y_i = \Sigma_j (Ye_{i,j} - Yb_{i,j})/15$ – средние по выборке из 15 образцов разности значений *Iod, pH, E* либо *X* в начале (***Yb***) и в конце (***Ye***) инкубирования тестовой среды в присутствии различных количеств щелочноземельных металлов (**Δ*Yt***) и в их отсутствие (**Δ*Yc***).

Полученные данные в самом общем виде приведены в таблице. При этом изменение *Iod* в большей мере, характеризовало, интенсивность роста и размножения тестовых микроорганизмов, а изменения pH, *E* и *X* – активность метаболизма тестовых микроорганизмов.

Таблица. Общая степень активирования либо ингибирования (+/–) жизнедеятельности *E.coli* различными концентрациями ионов щелочноземельных металлов

| конц. ион | 0.03M $Ca^{2+}$ | 0.01M $Ca^{2+}$ | 0.003M $Ca^{2+}$ | 0.03M $Mg^{2+}$ | 0.01M $Mg^{2+}$ | 0.003M $Mg^{2+}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $\varepsilon_S$, % | –35 | –12 | +3 | –56 | –23 | +2 |
| конц. ион | 0.003 M $Sr^{2+}$ | 0.001 M $Sr^{2+}$ | 0.0002 M $Sr^{2+}$ | 0.003 M $Ba^{2+}$ | 0.001 M $Ba^{2+}$ | 0.0002 M $Ba^{2+}$ |
| $\varepsilon_S$, % | –41 | –13 | +10 | –26 | 0 | +17 |

Примечание. Относительная ошибка определения $\varepsilon_S$ во всех случаях составляла от 5 до 10%.

Из представленных данных можно сделать следующие выводы. По степени убывания ингибирующей (и возрастания активирующей) активности в отношении тестовых микроорганизмов ионы щелочноземельных металлов можно выстроить в следующий ряд: $Ca^{2+} > Mg^{2+} > Ba^{2+} > Sr^{2+}$.

При этом ионы $Ca^{2+}$ и $Mg^{2+}$ в концентрации 0,03 М ингибировали жизнедеятельность тестовых микроорганизмов на 35 и 56 % соответственно; при концентрациях $Ca^{2+}$ и $Mg^{2+}$ равных 0,01 М наблюдалось 12 и 23 % ингибирование жизнедеятельности *E.coli*; а при концентрациях $Ca^{2+}$ и $Mg^{2+}$ равных 0,003 М имело место 3 и 2 % активирование жизнедеятельности *E.coli*.

В то же время ионы $Sr^{2+}$ и $Ba^{2+}$ в концентрациях 0,005 М ингибировали жизнедеятельность тестовых микроорганизмов на 41 и 26 % соответственно, а в концентрациях 0,001 М – на 13 и 0 % соответственно. Тогда как при концентрациях $Sr^{2+}$ и $Ba^{2+}$ равных $2\times10^{-4}$ М имело место 10 и 17 % активирование жизнедеятельности *E.coli*.

Литература:

[1] Sibirtsev V.S., Garabadzhiu A.V., Ivanov S.D. Mechanisms of variation in fluorescent properties of bis-benzimidazole dyes. // Russian Journal of Bioorganic Chemistry. 1995. V. 21. № 9. P. 633–637.

[2] Sibirtsev V.S., Tolmachev A.Yu., Kovaleva M.V., Garabadzhiu A.V., Traven V.F. Spectral study of interactions of 4,8,4'-trimethylpsoralen and 4,4'-dimethylangelicin dyes with DNA. // Biochemistry (Moscow). 2005. V. 70. № 7. P. 822–832.
[3] Sibirtsev V.S. Fluorescent DNA probes: study of mechanisms of changes in spectral properties and features of practical application. // Biochemistry (Moscow). 2007. V. 72. № 8. P.887–900.
[4] Сибирцев В.С., Красникова Л.В., Шлейкин А.Г., Строев С.А., Наумов И.А., Олехнович Р.О., Терещенко В.Ф., Шабанова Э.М., Мусса Аль-Хатиб. Новый метод биотестирования с применением современных импедансных технологий. // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2015. Т. 15. № 2. С. 275–284.
[5] Сибирцев В.С., Кулаков А.Ю., Строев С.А. Кондуктометрическое биотестирование в применении к оценке про- и антибактериальных свойств католитов и анолитов // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2016. Т. 16. № 3. С. 573–576.
[6] Sibirtsev V.S., Naumov I.A., Kuprina E.E., Olekhnovich R.O. Use of impedance biotesting to assess the actions of pharmaceutical compounds on the growth of microorganisms. // Pharmaceutical Chemistry Journal, 2016. V. 50. №. 7. P. 481–485.
[7] Sibirtsev V.S. Biological test methods based on fluorometric genome analysis**.** // Journal of Optical Technology. 2017. V. 84. № 11. P.787–791.
[8] Sibirtsev V.S., Olekhnovich R.O., Samuylova E.O. Assessment of integral toxicity of water resources by instrumental methods of analysis. // SGEM Conference Proceedings. 2017, V. 17, № 61, P. 507–514.
[9] Kokina M.S., Frioui M., Shamtsyan M., Sibirtsev V.S., Krasnikova L.V., Konusova V.G., Simbirtsev A.S. Influence of pleurotus ostreatus beta-glucans on the growth and activity of certain lactic acid bacteria // Scientific Study and Research: Chemistry and Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry. 2018. V. 19. № 4. P. 465–471.
[10] Сибирцев В.С., Строев С.А. Оптико-электрохимическая микробиотестовая система оценки токсической безопасности нефтепродуктов // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2019. Т. 19. № 1. С. 74–81.

# ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ КОМПОНЕНТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РАЙОНЕ УСИНСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Мачулин Д. Л., Мачулина Н. Ю.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта

# THE ASSESSMENT OF THE USINSK OIL FIELD AREA ENVIRONMENTAL COMPONENTS

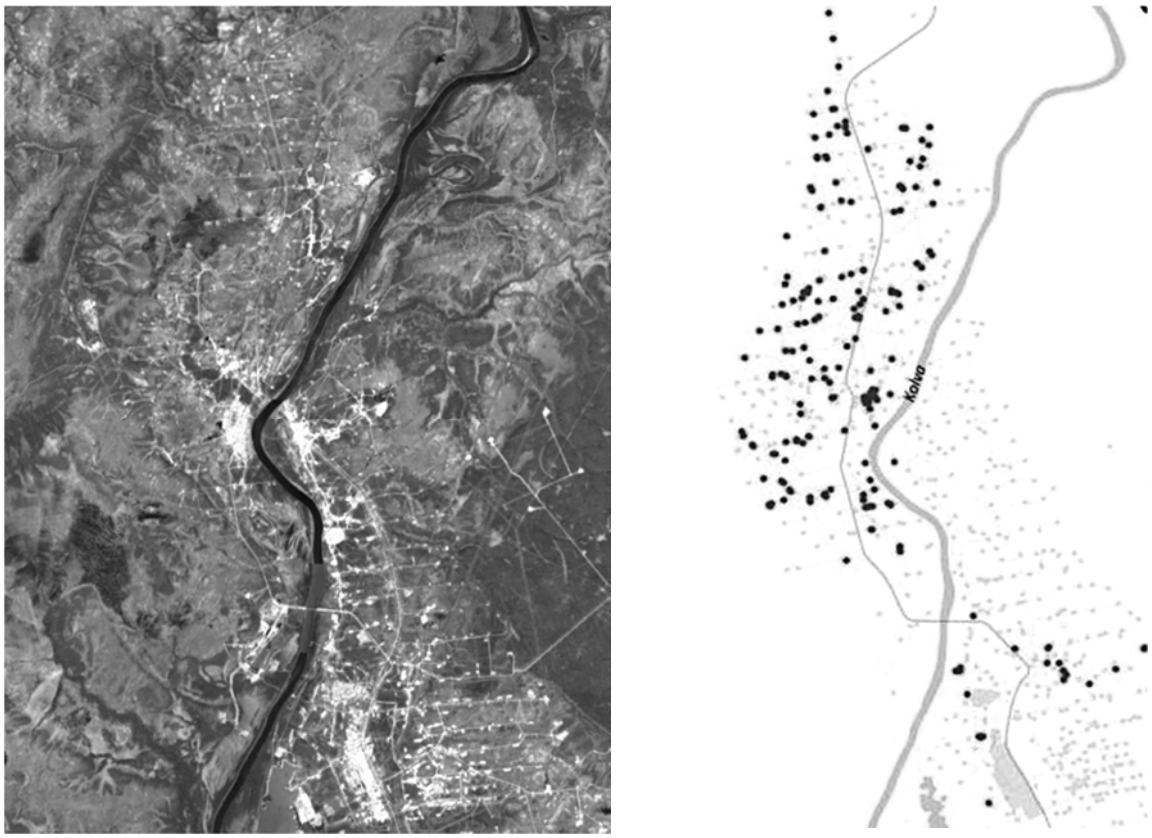
Machulin D. L., Machulina N. Y.
Ukhta state technical University, Ukhta

**Annotation.** The article describes the results of environmental and geochemical assessment of the Usinsk oil field area, based on the engineering and environmental surveys data. The assessment was carried out by comparing the actual concentrations with background values and with the corresponding sanitary and hygienic standards for the content of substances in soil, surface and groundwater, bottom sediments, and atmospheric air. The results show that the environmental situation in the area of the oil field can be considered satisfactory.

**Keywords:** Usinsk oil field, industrial pollution, background concentrations, maximum permissible concentrations.

В наши дни в связи с непрерывно возрастающим техногенным воздействием все большее значение приобретают вопросы природопользования и охраны окружающей среды: нормирование, оценка воздействия и попытки его регулирования. Для территорий российского Севера, где ведется добыча полезных ископаемых, эти вопросы становятся очень актуальными. Тундра, лесотундра, крайнесеверная тайга – хрупкие экосистемы, уязвимые для любых воздействий. Последствия антропогенной деятельности здесь носят, как правило, разрушительный характер. В это же время данные территории – это экологический каркас, обеспечивающий устойчивость всей биосферы. Поэтому оценка состояния окружающей среды в районах добычи углеводородов является важной задачей.

Усинское нефтяное месторождение относится к Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции, куда также входят Возейское, Харьягинское, Южно-Хыль-Чуюсское месторождения. Оно расположено между Тиманским кряжем и Полярным Уралом на берегах реки Усы, откуда и получило свое название (рисунок). Месторождение было открыто в 1963 г., его освоение началось в 1973 г.




а б

Рисунок. Усинское месторождение:
а – общий вид [1]; б – карта-схема нефтяных разливов (2014 г.) [2]

Оно является самым крупным в Республике Коми: на его долю приходится 35 % суммарной добычи нефти. Балансовые запасы нефти Усинского месторождения оцениваются в 963 млн. тонн. По данным на 2009 г, добыча нефти на месторождении составила 2,1 млн. тонн.

Добыча нефти не могла не привести к изменениям окружающей среды. Для эколого-геохимической оценки состояния окружающей среды на территории Усинского месторождения были отобраны пробы почвогрунтов, поверхностных и грунтовых вод, донных отложений и атмосферного воздуха.

Оценка степени загрязнения компонентов окружающей среды может проводиться различными методами:

- сопоставлением фактических концентраций загрязняющих веществ в пробах с соответствующими гигиеническими нормативами (ПДК);
- сравнением фактических концентраций с фоновыми значениями.

Второй метод оценки является, безусловно, более корректным с точки зрения геохимии и экологии, поскольку система контроля загрязнения на основе гигиенической регламентации имеет множество недостатков, в частности, встречаются большие трудности в интерпретации и объективной оценке загрязненности компонентов окружающей среды

- комплексом токсичных веществ;
- веществами, для которых не разработаны нормативы ПДК или ОДК;
- если объект не относится к области действия гигиенических нормативов (земли лесного фонда, земли запаса, грунтовые воды, донные отложения и т. п.).

Кроме того, существующая в России система единых национальных нормативов ПДК имеет существенные недостатки, т. к. *экологические нормативы не могут быть едиными для всех типов экосистем и для разных климато-географических условий.* В некоторых регионах страны природный фон концентраций ряда веществ, например, железа и марганца в поверхностных водах, весьма высок и превышает ПДК в десятки раз.

Источниками информации о ПДК послужили нормативно-правовые акты в области охраны окружающей среды: СанПиН 2.1.4.1074-01, СанПин 2.1.5.980-00, ГН 2.1.5.1315-03, ГН 2.1.7.2041-06, ГН 2.1.7.2511-09 и т. д.

Для оценки загрязнения почв Усинского месторождения в отобранных пробах были определены концентрации валовых форм тяжелых металлов, нефтепродуктов и бенз(а)пирена. Оценка проводилась как путем сопоставления результатов с нормативами ПДК, так и сравнением с фоновыми (незагрязненными) почвами.

Почвенный покров территории месторождения представлен:

1) болотно-подзолистыми иллювиально-гумусовыми почвами (подзолами глеевыми), которые в зависимости от степени увлажнения и выраженности оглеения подразделяются на подтипы: торфянисто-подзолисто-глееватые и торфяно-подзолисто-глеевые. Почвообразующими породами

для них служат пески или супеси. Почвы кислые, с поверхности имеют довольно мощную (10-30 см) торфянистую подстилку;

2) антропогенно-нарушенными почвами – измененными природными почвами (с погребенными или турбированными горизонтами) либо отсыпками с различной степенью восстановления растительного покрова.

Всего было отобрано 8 фоновых проб и 16 проб антропогенно-нарушенных почв.

Содержание бенз(а)пирена в изучаемых почвах и грунтах незначительно – ниже предела обнаружения используемой методики (0,005 мг/кг), что соответствует первому (допустимому) уровню загрязнения [3]. Содержание валовых форм тяжелых металлов в них также невелико, и в антропогенно-нарушенных почвах оно не выше, а зачастую и ниже, чем в фоновых. Вероятно, это связано с более легким гранулометрическим составом антропогенных почв (для отсыпки обычно используют крупный песок и щебень) и низким содержанием или отсутствием гумусовых веществ, что снижает сорбционную способность грунтов практически до нуля. В то же время ненарушенные почвы содержат достаточное количество органики, связывающей тяжелые металлы (сорбционный барьер). Кроме того, многие поступающие в почву тяжелые элементы, например, Cu и As, концентрируются на глеевом барьере, который в отсыпанных антропогенных почвах находится ниже уровня отбора проб. По той же причине – из-за низкой сорбционной способности – содержание нефтепродуктов в девяти отобранных пробах техногенных грунтов низкое (от 8 до 40 мг/кг) и соответствует фоновому. В остальных семи пробах оно составляет от 370 до 1460 - 1710 мг/кг. Два последних значения соответствуют второму (низкому) уровню загрязнения [3]. Однако в одном случае в фоновой пробе наблюдается аномально высокое содержание нефтепродуктов, находящееся за пределами диапазона измерения – более 20 000 мг/кг, что может быть связано с ошибкой при отборе или анализе: вероятнее всего, проба, отмеченная как фоновая, была отобрана на месте старого нефтяного разлива.

Были также отобраны 3 пробы поверхностных вод и 4 пробы подземных (грунтовых) вод. В отсутствии данных о фоновых концентрациях загрязняющих веществ в поверхностных и подземных водах оценка производилась путем сравнения результатов химического анализа с нормативами ПДК, соответственно, для объектов рыбохозяйственного (ПДКрх) и хозяйственно-питьевого (ПДКв) назначения.

В поверхностных водах Усинского месторождения наблюдаются превышения нормативов по $БПК_5$ (до 8 ПДКрх), цветности, содержанию железа (до 33 ПДКрх) и марганца (до 30 ПДКрх) – такие значения показателей соответствуют природному геохимическому фону. Наблюдаемые превышения по цинку (4-5 ПДКрх) и нитритам (до 2 ПДКрх) говорят уже об антропогенном воздействии.

Пробы грунтовых вод имеют высокую цветность, содержат много железа, марганца и алюминия, что соответствует природному фону. Однако довольно высокие (0,3–1,0 мг/дм$^3$) концентрации фосфатов свидетельствуют о значительном техногенном загрязнении, поскольку подземные воды содержат обычно не более 0,1 мг/дм$^3$ фосфатов (исключение составляют воды в районах залегания фосфорсодержащих пород).

Валовые концентрации тяжелых металлов в донных отложениях невелики, но для того, чтобы делать выводы о наличии, происхождении и динамике загрязнения, необходимо иметь данные о фоновых концентрациях, т. к. содержание загрязняющих веществ здесь не нормируется. С определенностью можно лишь сказать, что в двух точках наблюдается загрязнение донных отложений нефтепродуктами, причем в одной пробе – весьма значительное (794 мг/кг).

Концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе не превышают значений максимально-разовых ПДК.

Таким образом, в пробах различных компонентов окружающей среды значительных превышений ПДК не выявлено (за исключением случаев, обусловленных природным фоном). На основании полученных данных можно сделать вывод, что экологическая ситуация в районе Усинского месторождения в целом является удовлетворительной. Но для более точной оценки необходимы данные о фоновых концентрациях, а также более густая сеть опробования, отражающая реальную обстановку (рис. б).

Литература:
1. Google Планета Земля [Электронный ресурс] // [дата обращения 16.02.2019]
2. 7x7 [Электронный ресурс] // URL: https://7x7-journal.ru/item/54523 [дата обращения 16.02.2019].
3. Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель. Письмо Минприроды России от 09.03.1995 № 25/8-34 // КонсультантПлюс [дата обращения 16.02.2019].

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ НЕФТЕПРОДУКТАМИ И ОЦЕНКА ВРЕДА ПРИ ТЕХНОГЕННОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ ТЕРРИТОРИЙ

Месропян Д.Д., Зуб О.Н.
Кубанский государственный университет, г. Краснодар

## DETERMINATION OF THE DEGREE OF POLLUTION OF SOIL BY OIL PRODUCTS AND ASSESSMENT OF HARM AT TECHNICAL POLLUTION OF TERRITORIES

Mesropyan D.D., Zub O.N.
Kuban State University, Krasnodar city

**Annotation.** The paper discusses the valuation scales of the degree of soil pollution with oil products, on which the damage size calculations and remediation measures depend. The results of a comparative analysis of approaches to rationing and the cost of damage applied in relation to the territory of the former aerodrome for chemical plant protection are given. Indicated the need to take into account the ability of soils to self-purification.

**Keywords:** soil pollution, maximum permissible concentration, oil products, harm

Тематика углеводородного загрязнения почв и грунтов рассматривается как в России, так и за рубежом многими специалистами. На сегодняшний день существует ряд подходов к нормированию загрязнения нефтью и нефтепродуктами, которые трансформируются в зависимости от изменений научно-методической базы [1-7]. В связи с этим цель данного исследования заключается в демонстрации связи между нормативом загрязнения и осуществлением контролирующей хозяйственной деятельности человека.

Объектом исследования послужили почвы зоны аэрации х. Ольховского Крымского района Краснодарского края. Эта территория представляет собой участок бывшего аэродрома для химической защиты растений. На изучаемом участке было выполнено опробование верхнего гумусового горизонта (0–20 см). Отбор проб осуществлялся с пяти участков. Для объективной оценки и в качестве сравнительного образца при определении загрязняющих веществ в почве путем химического анализа отобраны фоновые пробы вне зоны обследуемых участков (с наветренной стороны при удалении от автодороги и населенного пункта более 500 м). Всего лабораторным испытаниям были подвергнуты 12 образцов почв [8].

Таблица 1. Оценка степени загрязнения почвы [9]

| № участка | Результаты опробования, млн$^{-1}$ (мг/кг) | Фон, млн$^{-1}$ (мг/кг) | Содержание нефтепродуктов в почвах, ПДК | Степень загрязнения* |
|---|---|---|---|---|
| глубина 0-0,05 м | | | | |
| 1 | 240 | 255 | 0,94 | Допустимая |
| 2 | 300 | 255 | 1,18 | Допустимая |
| 3 | 500 | 255 | 1,96 | Допустимая |
| 4 | 380 | 255 | 1,49 | Допустимая |
| 5 | 240 | 255 | 0,94 | Допустимая |
| 0,05-0,20 м | | | | |
| 1 | 220 | 240 | 0,91 | Допустимая |
| 2 | 1580 | 240 | 6,58 | Опасная |
| 3 | 1900 | 240 | 7,92 | Опасная |
| 4 | 300 | 240 | 1,25 | Допустимая |
| 5 | 240 | 240 | 1 | Допустимая |

*от 1 до 2 ПДК (300-600 мг/кг) – «допустимая» категория загрязнения; от 2 до 5 ПДК (600-1000 мг/кг) – «умеренно-опасная» категория загрязнения; более 5 ПДК (более 1000 мг/кг) – «опасная» категория.

Далее для сравнительной оценки степени загрязнения почв нефтепродуктами были приняты требования СанПиН 2.1.7.1287-03 [9] и Приказа Минприроды России [10]. В обоих случаях расчеты показали высокую вариабельность значений содержания нефтепродуктов в исследуемых почвах (табл. 1, 2).

Таблица 2. Оценка степени загрязнения почвы [10]

| № участка | Результаты опробования, млн$^{-1}$ (мг/кг) | Фон, млн$^{-1}$ (мг/кг | Уровень загрязнения* |
|---|---|---|---|
| глубина 0-0,05 м | | | |
| 1 | 240 | 255 | Средний |
| 2 | 300 | 255 | Высокий |
| 3 | 500 | 255 | Очень высокий |
| 4 | 380 | 255 | Высокий |
| 5 | 240 | 255 | Средний |
| глубина 0,05-0,20 м | | | |
| 1 | 220 | 240 | Средний |
| 2 | 1580 | 240 | Очень высокий |
| 3 | 1900 | 240 | Очень высокий |
| 4 | 300 | 240 | Высокий |
| 5 | 240 | 240 | Средний |

*меньше ПДК – допустимое содержание, от 100 до 200 мг/кг – низкий уровень загрязнения, от 200 до 300 мг/кг – средний, от 300 до 500 мг/кг – высокий и более 500 мг/кг – очень высокий.

Размер вреда, причиненного почвам в результате их загрязнения нефтепродуктами, осуществлялся по классам опасности, выше «допустимого» и высокого и очень высокого уровня. Это объясняется тем, что предельно допустимое загрязнение – это загрязнение, допускаемое экологическими нормативами. Это означает, что ущерба данный класс опасности за собой не несет.

Результаты расчетов по методике [11] с учетом мощности почв, отнесения земель к лесостепной зоне и особо охраняемым территориям в зоне Северного Кавказа приведены в таблице 3 и 4.

Заключение.

1. Отсутствие утвержденных государственных стандартов на допустимое содержание нефтепродуктов в почвах не позволяет однозначно оценить уровень и опасность загрязнения почв нефтепродуктами.

2. Полученные значения ущерба нанесенного вреда, показали, что при произвольном использовании шкал нормирования степени загрязнения почв нефтепродуктами расчеты имеют существенную стоимостную разницу.

3. Институт Геоэкологии РАН [12] за нижний безопасный уровень загрязнения почв принимают 1000 мг/кг, а начинать рекультивационные работы рекомендует при содержании нефтепродуктов в почве – 5000 мг/кг. Почва при таком загрязнении (до 5000 мг/кг) способна к самовосстановлению своих первоначальных свойств, а вместе с ними и функций.

Таблица 3. Расчет размера вреда при загрязнении почв нефтепродуктами по градации [9]

| № участка | Глубина, м | Расчет | Сумма, руб. |
|---|---|---|---|
| 2 | 0,05-0,20 | УЩзагр = 2 * 88,75 * 1 * 2 * 700 = **248500** | **433 300** |
| 3 | 0,05-0,20 | УЩзагр = 2 * 66 * 1 * 2 * 700 = **184800** | |

Таблица 4. Расчет размера вреда при загрязнении почв нефтепродуктами по градации [10]

| № участка | Глубина, м | Расчет | Сумма, руб. |
|---|---|---|---|
| 2 | 0-0,05 | УЩзагр = 1,18 * 88,75 * 1 * 2 * 700 = **146615** | **395 115** |
| | 0,05-0,20 | УЩзагр = 2 * 88,75 * 1 * 2 * 700 = **248500** | |
| 3 | 0-0,05 | УЩзагр = 1,96 * 66 * 1 * 2 * 700 = **181104** | **365 904** |
| | 0,05-0,20 | УЩзагр = 2 * 66 * 1 * 2 * 700 = **184800** | |
| 4 | 0-0,05 | УЩзагр = 1,49 * 91 * 1 * 2 * 700 = **189826** | **349 076** |
| | 0,05-0,20 | УЩзагр = 1,25 * 91 * 1 * 2 * 700 = **159250** | |
| | | | **1 110 095** |

4. Согласно классификации почв России по потенциальной способности самоочищаться от нефтепродуктов [13] лесостепные и степные районы (с умеренным и теплым климатом, длительным – свыше 5 месяцев – вегетационным периодом растений) – богаты почвами с высокой и очень высокой способностью к самоочищению при высокой влажности и средней – при пониженной влажности. Следовательно, обследуемые почвы могут быть отнесены к почвам с достаточно высокой способностью к разложению и сильным рассеянием загрязняющих веществ.

Литература:

1. СП 47.13330-2012. Инженерно-экологические изыскания для строительства
2. МУ 2.1.7.730-99 Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест
3. Методические рекомендации по выявлению и оценке степени загрязнения геологической среды нефтепродуктами на техногенных объектах. - Краснодар, 2002. - 46 с.
4. ГН 2.1.7.2041-06 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве
5. ГН 2.1.7.2511-09 Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве
6. Пиковский Ю.И. и др. Проблема диагностики и нормирования загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами // Почвоведение. – 2003. – №9. – С. 1132-1140
7. Васильченко А.В., Воеводина Т.С. Проблема экологической оценки загрязнения почв нефтепродуктами / Васильченко А.В., Воеводина Т.С. // Вестник Оренбургского государственного университета – Вып. 10 (185) – Оренбург: Изд-во гос. Университета – 2015.
8. Протоколы количественного химического анализа проб почв №1122/1-12 от 22.11.2018 г. / ООО «Волопас». Краснодар, 2018
9. СанПиН 2.1.7.1287-03 Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы (с изм. на 25 апреля 2007 года)

10.О порядке определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами /Письмо Министерства охраны окружающей среды и природных ресурсов Российской Федерации от 27 декабря 1993 года №04-25
11.Об утверждении Методики исчисления размера вреда причиненного почвам объекту охраны окружающей среды (с изм. На 11 июля 2018 г.) /Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 8 июля 2019 г. №238
12.Голованов А.И., Зимин Ф.М., Сметанин В.И. Рекультивация нарушенных земель. М.: Колос, 2009. – 325 с.
13.Пиковский Ю.И., Геннадиев А.Н., Голованов Д.П., Сахаров Г.Н. Картографическая оценка потенциала самоочищения почв от техногенных углеводородов на территории России. М.: ГЕОС, 2000. С. 286-303

# ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ОПАСНОСТЬ ЛОКАЛЬНЫХ ФЛЮИДОВЫДЕЛЕНИЙ ИЗ СУБМАРИННЫХ ОСАДОЧНЫХ ТОЛЩ

Миронюк С. Г.
Центр анализа сейсмических данных МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва

# ECOLOGICAL-GEOLOGICAL HAZARD OF LOCAL EXPULSION OF FLUID FROM SUBMARINE SEDIMENTATION MASS

Mironyuk S.G.
Moscow state university seismic data analysis center

**Annotation**. The aquatory of the Black and Azov Seas have been studied. The study of mud volcanoes, gas seeps, oil seepage, gas hydrates was given special attention. Their impact on the marine environment was estimated. Mud volcanic deposits contain elevated concentrations of methane, mercury and arsenic shown. The ecological-geological situation in the areas of expulsion of fluid is rated as “satisfactory” and “crisis”

**Keywords:** Black Sea, Azov Sea, mud volcanoes, gas seeps, gas hydrates, ecological-geological hazard

Учитывая характер дегазации осадков (неопределенность момента возникновения и интенсивность проявления), а также тяжесть последствий есть основание относить аномальные флюидовыделения из субмаринных толщ к категории опасных геологических процессов способных вызвать чрезвычайную экологическую ситуацию.

Эколого-геологические аспекты грязевулканической деятельности еще слабо изучены. Как источник эколого-геологической опасности эффекты выделения флюидов из донных отложений и толщи морской воды начали изучать сравнительно недавно, в основном в связи с разведкой и эксплуатацией морских месторождений углеводородов (УВ) и строительством подводных сооружений на континентальном шельфе.

В частности, грязевые вулканы (ГВ) в Черном и Азовском морях море при реализации проектов строительства морских сооружений рассматривались нами не только с точки зрения их опасности для подводных объектов, но также как источники выброса загрязняющих и токсичных веществ, представляющих угрозу для морских гидробионтов. Особую опасность может представлять выброс подводными вулканами сероводорода. На мелководье сероводород быстро окисляется, но на больших глубинах и в застойных условиях он способен накапливаться, что приводит к ухудшению качества воды и условий существования донных биоценозов [12]. Кроме того, в меромиктических водоемах поднимающаяся газоводяная смесь увлекает на поверхность нижележащие слои воды. Происходит загрязнение поверхностной воды глубинными водами, содержащими сероводород.

К числу опасных эффектов в зоне грязевулканической деятельности также относятся: потоки грязевулканической брекчии, проседания, смещения и разрывы грунта, воздымание и осушение участков морского дна, грязевые плюмы, тепловое излучение при воспламенении газов [8,9].

Как фактор экологического риска в ряде работ рассматриваются газогидраты [3,11]. Показано, что при ускоренной диссоциации газогидратов, а также в случаях с газовыделениями над ГВ и другими геологически неустойчивыми структурами, может возникнуть экологически опасная ситуация [2].

Газ при извержении вулкана, может быть одновременно легковоспламеняющимся и токсичным. Зафиксирован случай гибели большого количества бакланов при извержении островного грязевого вулкана в Каспийском море [5], которое сопровождалось, предположительно, эманацией углекислоты. Массовая гибель водных организмов наблюдалась в турецком секторе Черного моря за два дня до Измитского землетрясения (17 августа 1999 г.), что объясняется высбождением метана из донных осадков [13]. Показано, что в сейсмоактивные годы из-за усиления выделения метана численность популяций рыб снижается в 2-10 раз, а добыча мидий падает в 3 раза [7].

С газодинамическими эффектами связано образование специфических морфоскульптур на морском дне – это покмарки (неглубокие воронки газового выброса) и домы (невысокие бугры газового вспучивания), которые предшествуют образованию воронок.

*Черное море. Район подводных конусов выноса пра-Дона и пра-Кубани.* Флюидопроявления типичны для мощных осадочных толщ авандельт крупных рек. Такие условия характерны для Керченско-Таманского шельфа и склона в пределах конусов выноса пра-Дона и пра-Кубани, которые сформировались в течение нескольких регрессивных этапов стояния бассейна. Здесь поверхность коренного склона, включая несколько антиклинальных складок (Геоэко и др.) погребены под гигантскими сливши-

мися конусами выноса рек Кубани и Дона, с мощностью четвертичных отложений более 2 км. Имеют место две генерации этих конусов выноса: поздненеоплейстоценовая и голоценовая. Поздненеоплейстоценовый конус пра-Кубани вытянут с северо-запада на юго-восток на 80 км, ширина его – от 25 до 40 км. Максимальная мощность конуса под прируслового валом достигает 500 м. Голоценовый конус имеет размеры 70 х 90 км. Мощность терригенных осадков – десятки метров. На западном фланге конуса обнаружен гигантский блоковый оползень, вытянутый по меридиану. Размеры оползня – 24×10 км, мощность – до 100 м, объём – 15-17 км$^3$. Размеры конуса пра-Дона ~100×100 км. Максимальная мощность его верхнего осадочного комплекса 200 – 400 м.

Осадочные тела конусов нарушены каналами стока, оползнями и флюидогенными деформациями. В пределах района обнаружены несколько активных ГВ высотой 15-45 м приуроченных к дистальной части конусов выноса (глубина моря 1860-1940 м), а также многочисленные домы, скопления покмарок (глубиной до 0, 5м) и изометричные в плане активные конусовидные грязевые сопки высотой 2-4 м. Грунтовыми трубками с конуса вулкана «Нефтяной» подняты отложения грязевулканической брекчии с примазками нефти, залегающие на поверхности дна (рис.1).

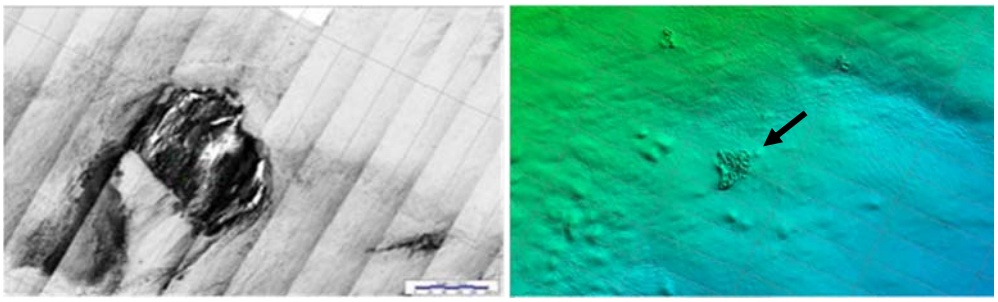


Рис.1. Слева – активный ГВ «Нефтяной». Высота 30 м, размеры основания 500х400 м. справа – грязевая сопка (стрелка) размером 170х210 м, высотой 3,5 м, возникшая на месте группы домов

В ходе морских инженерных изысканий для строительства газопровода «Южный поток» был собран и обобщен обширный материал о местах флюидопроявлений в пределах рассматриваемых аккумулятивных тел, их интенсивности и возможных последствиях для проектируемого сооружения. В результате газогеохимической съемки на одном из полигонов, проведенной при региональных работах в 2002 г. ИО РАН в поверхностных водах Анапского шельфа была обнаружена и закартирована обширная метановая аномалия, однозначно связанная с источником газа на дне (структура Пионерская) (рис.2). Концентрация метана в воде составляет 0,0026 мл/л.

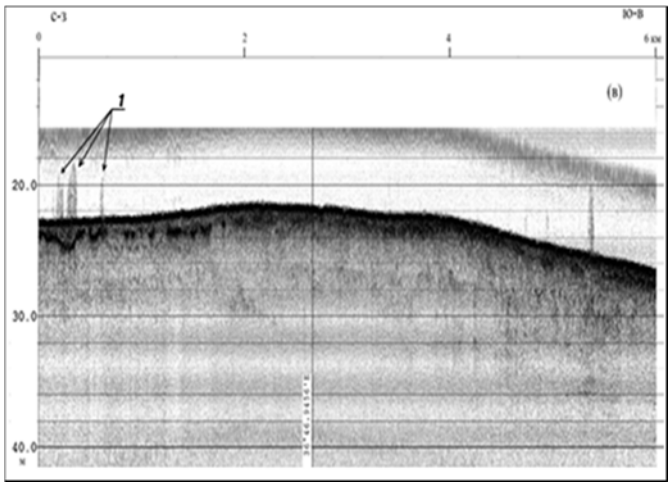



Рис. 2. Газовые факелы (стрелки) в районе газовой аномалии

На втором, глубоководном (глубина моря 2000-2100 м) полигоне были выполнены геохимические исследования водной толщи и донных осадков. Содержание метана в придонных водах составляет 0,28 мл/л. Было установлено, что наиболее высокие концентрации метана приурочены к осадкам над Дообской структурой и структурой Мария, что указывает на повышенный миграционный поток УВ над этими структурами. Максимальные концентрации метан в осадках здесь составили 100 - 120 $см^3$/ л.

В зонах фокусированной разгрузки флюидов на дне геохимическими станциями вскрыты отложения, содержащие сопочную брекчию и газовые гидраты. В пределах поздненеоплейстоценового конуса пра-Кубани газогидраты, как показали инженерные изыскания ООО «Питер Газ» в 2013 г., залегают в газонасыщенных осадках (глины, илы) в интервале глубин 0,20 -2,70 м ниже поверхности дна. При этом в керне одной из станций содержание газогидратов составляло 60 %. Газогидраты были обнаружены и в сопочной брекчии поздненеоплейстоценового конуса пра-Дона (глубина моря 1700-1800 м). Здесь они залегают практически с поверхности. Гидратонасыщенность грунтов достигает 75 %.

По данным наблюдений ФГУП «АзНИИРХ (2006-2010 гг.) в северо-восточной части Черного моря концентрации нефтепродуктов в водной толще варьировали в диапазоне от <0,015 до 1,93 мг/л, составляя в среднем 0, 07 мг/л (несколько выше ПДК р.х.). Установлено, что УВ имеют различное, в том числе и природное происхождение.

В целом, эколого-геологическая обстановка в пределах изученного района Черного моря является «благоприятной» (геохимические аномалии локальны и не превышают 8 ПДК).

*Азовское море. Керченский пролив. Береговой склон Таманского п-ова.* Инженерные изыскания выполнялись в 2014-2015 гг. и охватывали практически всю акваторию Керченского пролива от широт м. Фонарь до м. Тузла. Основная цель работ-выявление и идентификация геологических

опасностей, включая флюидопроявления, разрывные нарушения, подводные оползни и др. В настоящее время в Керченском проливе известны 4 действующих грязевых вулкана, три из которых, расположены вблизи берега.

Наибольшую опасность представляет действующий ГВ «Тузлинский», расположенный вблизи линии фарватера (рис. 3).

Геофизическими и гидрографическими исследованиями было установлено, что помимо «Тузлинского» ГВ, в 2 км к западу от него прослеживается еще три грязевулканические структуры (сопки). Сопки в плане имеют сравнительно небольшие размеры (25х20 м, 15х12 м и 40х35 м) и округлую форму. Высоты их составляют всего 0,5 -1,0 м. Вытянутая с юга на север структура ГВ представляет собой отчетливо выраженное в рельефе округлое поднятие с перепадом высот около 3 м и линейными размерами около 90х60 м. Под объектом отмечается потеря записи, что в общем случае характерно для газонасыщеных отложений грязевых вулканов.



Рис. 3. ГВ «Тузлинский» (слева – мозаика ГЛБО, справа – цифровая модель рельефа по данным многолучевого эхолотирования)

Донный пробоотбор показал, что конус ГВ до глубины 1,7 м сложен газонасыщенной грязевулканической брекчией (представлена глинистыми грунтами), разделенной слоями песков и ракушечника. Для оценки состава и концентраций газов в осадках на глубинах 1, 0 м и 1, 6 м были отобраны образцы грунта. Установлено, что содержание метана в брекчии относительно высокое и составляет 58,9-66, 8 мл/л. Содержание метана и его гомологов в воде по данным Е. А. Глазырина [1] колеблется от 0,00026 до 0,00029 мл/л. При этом фоновое содержание -0,00026 мл/л.

К числу опасных эффектов грязевулканической деятельности следует отнести также выброс экологически опасных химических веществ. В наибольшей степени грязевулканические отложения обогащены ртутью, мышьяком, литием, бором, литием, марганцем и никелем, концентрации, которых выше кларковых. Повышенные концентрации ртути зарегистрированы не только в районах проявления грязевого вулканизма, но и практически сопутствуют всем участкам локализации струйных газовыделений. Изучение закономерностей распределения различных физико-химических форм ртути показало приуроченность потоков ртути к местам газовой разгрузки в пределах глубин моря от 100 до 2000 м [6]. По данным Е. А. Ивановой и др. [4] выбросы ГВ Голубицкий представляют био-

логически агрессивную среду и характеризуются повышенным содержанием природных нефтепродуктов и повышенной соленостью (до 22 ‰).

Рассматриваемая проблема в Азовском изучалась также ГНЦ ФГУГП «Южморгеология» море (ГВ банок Темрюкской, Голубицкой, Пекло Азовское). В ходе непрерывного газо-гидрогеохимического профилирования приповерхностных вод в районе развития указанных вулканов обнаружена приуроченность аномально высоких (до 0,0048 мл/л) концентраций углеводородных газов в воде к местам их расположения.

Особенностью гидрохимической характеристики района исследований является также превышение фоновых значений мышьяка и ртути. Концентрации мышьяка (до 0,05 мг/л) встречаются спорадически. Содержание ртути в области развития грязевого вулканизма составляет от $1{,}0\times10^{-3}$ до $1{,}5\times10^{-3}$ мг/л, иногда повышается до $2{,}5\times10^{-3}$ мг/л. Обстановка в районе расположения грязевых вулканов была оценена как «кризисная».

Литература:

[1] Глазырин Е. А. Новые сведения по грязевому вулканизму Керченского пролива// Геология морей и океанов: Материалы XXI Международной научной конференции (Школы) по морской геологии. Т. V. М.: ГЕОС. 2015. С. 66-70.

[2] Егоров В.Н., Артемов Ю. Г., Поликарпов Г. Г. и др. Оценка потенциальной экологической опасности от струйных метановых газовыделений со дна Черного моря//Морський екологічний журнал. 2008. №1. Т. VII.С. 23-29.

[3] Захаренко В. С. Потенциальный экологический риск, связанный с газогидратами на Западно-Арктической континентальной окраине// Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2011. №4. С. 21-26.

[4] Иванова Е. А., Масберг И. В., Чекалов В. П. и др. Подводный грязевой вулкан Голубицкий как локальная экотоксичная ландшафтная фация прибрежной сублиторали рекреационной зоны Азовского моря//Экология: рациональное природопользование и безопасность жизнедеятельности, Майкоп, 19-22 октября 2017. Сборник материалов конференции. Майкоп. Изд-во АГУ. 2017. С. 143-146.

[5] Ковалевский С. А. Грязевой вулканизм Южного Прикаспия (Азербайджана и Туркмении). Азгостоптехиздат. Баку. 1940. 200 с.

[6] Костова С. К., Поповичев В.Н., Егоров В. Н. и др. Распределение ртути в воде и донных отложениях в местах локализации струйных метановых газовыделений со дна Черного моря//Морский екологічний журнал, №2, Т. V. 2006. С. 47-56.

[7] Люшвин П.В. Стрессовые и комфортные условия развития рыбных популяций// Рыбное хозяйство. 2008. № 6. С. 42–50.

[8] Миронюк С. Г. Грязевые вулканы Азово-Черноморского бассейна и прилегающей территории и оценка их опасности для зданий и сооружений// ГеоРиск, №3 2010. С. 20

[9] *Миронюк С. Г., Отто В. П.* Газонасыщенные морские грунты и естественные газовыделения углеводородов: закономерности распространения и опасность для инженерных сооружений // *Геориск.* 2014. № 2. С. 8–18.

[10] *Миронюк С. Г., Росляков А. Г., Корост Д. В.* Геологические опасности Керченского пролива // *Геориск.* 2016. № 4. С. 20–31.

[11] Трофимов В. Т., Николаев А. В., Жигалин А. Д. и др. Расширение добычи нефти и газа и возрастание экологического риска//Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2017. № 3. С. 7-16.

[12] Шнюков Е. Ф., Кутний В. А., Маслаков В. А., Гусаков И. Н. Подводные грязевые вулканы Керченско-Таманского региона – малоизученный фактор рельефообразования и экологии на дне моря//Проблемы литодинамики и экосистем Азовского моря и Кер-

ченского пролива. Тез. докл. Межд. научн.-практ. конф. (г. Ростов-на-Дону, 8-9 июня 2004 г.) Ростов-на-Дону: Изд-во ООО «ЦВВР», 2004. С.106-108.
[13] Barca A. //The 17 August 1999 Izmit Earthquake. Science.1999. V.285. №5435. P.1858-1859.

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНДИКАТОРНЫХ ОТНОШЕНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ ПАЛЕОРЕКОНСТРУКЦИИ ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИДОННЫХ ВОД (НА ПРИМЕРЕ ЧЕРНОГО МОРЯ)

Немченко Е.И.[1], Липатникова О.А.[1], Демина Л.Л.[2]
1-МГУ им М.В. Ломоносова, Москва,
2-Институт океанологии им. П.П. Ширшова, Москва

# USE OF INDICATOR RELATIONS OF THE ELEMENTS FOR PALEORECONSTRUCTION OF THE OXIDATIVE REDUCING SITUATION OF THE SIDE WATER (ON THE EXAMPLE OF THE BLACK SEA)

Nemchenko E.I.[1], Lipatnikova O.A.[1], Demina L.L.[2]
1-Lomonosov Moscow state University, Moscow,
2-Shirshov Institute of Oceanology RAS, Moscow

**Annotation.** Based on the indicator ratios of the elements (Mn/Fe, Mo/Mn, V/(V+Ni), V/Mn) calculated from the vertical section of the Black Sea bottom sediments, the paleoreconstruction of the dynamics of oxygen in the bottom layer of water during sedimentation was carried out.

**Keywords***:* bottom sediments, Black Sea, indicator element ratios, oxidizing and reducing conditions

Окислительно-восстановительные условия осадкообразования, имеют большое значение для создания моделей эволюции седиментационных бассейнов, влияющие на процессы накопления осадочного материала в бассейнах седиментации [1]. В качестве показателей окислительно-восстановительных обстановок придонных вод седиментационных бассейнов в современной геологической литературе используются различные методы, среди которых существенное место занимают геохимические индексы, такие, как Mn/Fe, Mo/Mn, V/Mn и V/(V+Ni) [2].

Цель данного исследования – реконструкция динамики кислорода в придонном слое воды в процессе осадконакопления на основании индикаторных отношений элементов.

Материал для работы был отобран в ноябре-декабре 2016 года во время 91-го рейса НИС «Профессор Водяницкий» Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН. Колонки мощностью 32 см (станция 9146) и 28 см (станция 9170) были отобраны мультикорером на глубинах 1149 м и 645 м

соответственно, колонка мощностью 15 см (станция 9149) на глубине 58 м была отобрана дночерпателем. В осадках станций 9146 и 9170 присутствовал запах сероводорода. Донные отложения всех отобранных колонок были разделены на слои по 1 см. Всего было получено 75 образцов.

Осадки представляли собой темно-серый однородный тонкопелитовый ил жидкой и полужидкой консистенции (постепенно уплотняющийся с глубиной).

Образцы были высушены в стеклоуглеродных тиглях при 70 ºС и растерты в фарфоровой ступке. Затем в пробах были определены валовые содержания Fe, Mn, Mo, V и Ni методом рентгенофлуоресентного анализа с использованием портативного спектрометра Thermo Niton XL3t (модификация Niton XL3t900). Измерения проводились на кафедре геохимии геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

В таблице приведен диапазон изменения содержаний элементов и среднее значение для каждой из изученных колонок.

Таблица. Содержание элементов (мг/кг) в вертикальных разрезах донных отложений Черного моря

| Элемент | ст. 9146 | | | ст. 9170 | | | ст. 9149 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $C_{мин}$ | $C_{макс}$ | $C_{ср}$ | $C_{мин}$ | $C_{макс}$ | $C_{ср}$ | $C_{мин}$ | $C_{макс}$ | $C_{ср}$ |
| Fe | 15 000 | 28 000 | 22 000 | 18 000 | 47 000 | 25 500 | 10 000 | 18 000 | 13 600 |
| Mn | 200 | 400 | 300 | 300 | 700 | 400 | 200 | 1 300 | 450 |
| Mo | 33 | 86 | 57 | 37 | 73 | 48 | 5 | 9 | 7 |
| Ni | 18 | 71 | 45 | 22 | 88 | 44 | 20 | 100 | 52 |
| V | 33 | 86 | 57 | 48 | 83 | 64 | 30 | 50 | 40 |

По полученным данным сероводородное заражение оказывает влияние на содержание всех элементов в донных осадках: в глубоководных колонках, по сравнению с прибрежной, содержание Fe, Mo и V в 2, 8 и 1,5 раза больше соответственно, а Mn и Ni в 1,2 раза меньше.

*Отношение Mn/Fe* используется для палеореконструкции динамики кислорода. Чем меньше отношение Mn/Fe, тем ниже концентрация кислорода в водяном столбе. Это объясняется более быстрым восстановлением Mn, по сравнению с Fe в бескислородных условиях, что приводит к концентрированию Fe по отношению к Mn в твердой фазе осадков, и вследствие этого к уменьшению отношения Mn/Fe [3]. Отношение Mn/Fe (рис. 1, а) в донном осадке станции 9146 и 9170 колеблется в пределах 0,012-0,014 и 0,012- 0,015 соответственно, составляя в среднем 0,013 в обеих колонках, тогда как на станции 9149 от 0,015 до 0,05, составляя в среднем 0,03. Это обусловлено тем, что в условиях сероводородного заражения преобладают восстановительные условия, следовательно, отношение Mn/Fe в осадке в среднем в 2,2 раза меньше в глубоководных колонках, чем в прибрежной. На станциях 9146 и 9170 не наблюдается изменения от-

ношения Mn/Fe, следовательно, можно сделать вывод о том, что на этих станциях в пределах изученной толщи преобладали восстановительные условия. На станции 9149 в толще 15–9 см отношение Mn/Fe резко уменьшалось от 0,050 до 0,020, следовательно, уменьшалась концентрация кислорода, и начинали преобладать восстановительные условия. В толще 9–5 см Mn/Fe=0,015, т.е. в период накопления этих осадков преобладали восстановительные условия схожие с условиями на станции 9146 и 9170. В толще 5–0 см наблюдается резкое увеличение Mn/Fe от 0,015 до 0,042, следовательно, возрастала концентрация кислорода, т.е. условия становились более окислительными.

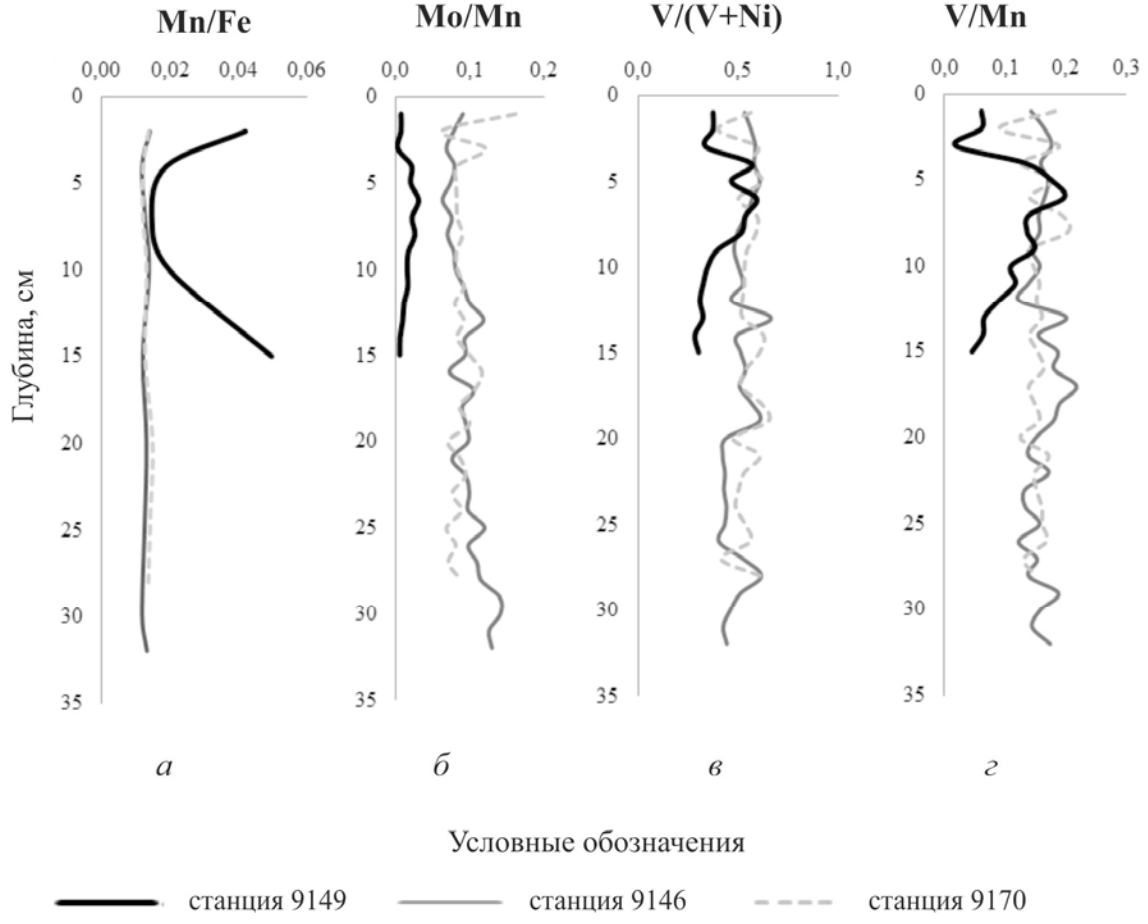



Рис. 1. Изменение индикаторных отношений элементов по глубине Mn/Fe (а), Mo/Mn (б), V/Mn (в) и V/(V+Ni) (г).

*Отношение Mo/Mn*, согласно [2], в бассейнах с сероводородным заражением варьирует от 0,0n до 0,n, тогда как в хорошо аэрируемых водоемах оно составляет около 0,00n. Полученные результаты соответствуют данным А.В. Маслова: в осадках станций 9146 и 9170 соотношение Mo/Mn варьирует 0,06 до 0,14–0,16, в среднем составляя 0,1, а на станции 9149 от 0,002 до 0,03, в среднем составляя 0,014 (рис.1, б).

*Отношение V/(V+Ni),* по данным, приведенным в работах [4, 5], варьирует от 0,65–0,7 в осадках, накапливавшихся в умеренно бескислородных

условиях, и до почти 1 в отложениях с отчетливо выраженными восстановительными условиями. По нашим данным, для донных отложений станций 9146 и 9170 соотношение V/(V+Ni) варьируется от 0,4 до 0,6–0,7, в среднем составляет 0,5, а для осадков станции 9149 от 0,3 до 0,6, в среднем составляет 0,4 (рис. 1, в).

*Отношение V/Mn* в донных отложениях глубоководных станций варьируется от 0,1 до 0,2, в среднем составляя 0,2, тогда как для донных отложений станции 9149 оно изменяется от 0,02 до 0,2, в среднем составляя 0,1 (рис.1, г).

Для отложений станций 9146 и 9170 характерна лишь незначительная динамика изменения трех последних рассмотренных отношений. Тогда как для отложений станции 9149 наблюдается увеличение всех трех отношений в толще осадков 9–5 см, т.е. в период накопления этих осадков преобладали восстановительные условия схожие с условиями на станции 9146 и 9170.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод о том, что нижняя толща осадка станции 9149 накапливалась в прибрежной зоне в окислительных условиях, затем в результате морской трансгрессии условия изменились на более глубоководные, с возможным сероводородным заражением, а в настоящее время осадконакопление вновь идет в мелководных, хорошо аэрируемых условиях.

*Работа выполнена при поддержке РНФ (проекты № 14-27-00114-П).*

Литература:

[1] Страхов Н.М. Проблемы геохимии современного океанского литогенеза. М.: Наука, 1976. 300 с.

[2] Маслов А.В. Осадочные породы: методы изучения и интерпретации полученных данных. Учебное пособие. - Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2005. 289 с.

[3] Naeher S., Gilli A., North R.P., Hamann Y., Schubert C.J. Tracing bottom water oxygenation with sedimentary Mn/Fe ratios in Lake Zurich, Switzerland. Chem. Geol., 352, 2013, p. 125-133.

[4] Hatch J.R., Leventhal J.S. Relationship between inferred redox potential of the depositional environment and geochemistry of the Upper Pennsylvanian (M issourian) Stark Shale Member of the Dennis Limestone, Wabaunsee County, Kansas, U.S.A. // Chem. Geol. 1992. V. 99. P. 65-82.

[5] Lewan M.D. Factors controlling the proportionality of vanadium to nikel in crude oils // Geochim. Cosmochim. Acta. 1984. V. 48. P. 2231-2238.

## ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СВОЙСТВ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ ПРИ ИХ ОЧИСТКЕ ЭЛЕКТРООСМОСОМ

Нестеров Д.С., Королёв В.А.

МГУ имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, Москва

## TRANSFORMATIONS OF CLAY SOILS PROPERTIES DURING THEIR REMEDIATION BY ELECTRO-OSMOSIS

Nesterov D.S., Korolev V.A.,
Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geology, Moscow

**Annotation.** the results of lab-scale experiments on electro-osmotic remediation of clay soils by the isolated mass drainage scheme are presented. The transformations of moisture content, density, dry density, porosity, and consistency index are shown. The conclusions of possible connections of these transformations with mineral composition of soils are drawn.

Keywords: electro-osmosis, clay, loam, kaolin, illite clay, density, porosity.

Разработка технологий реабилитации окружающей среды от различных токсичных загрязнений является одной из основных проблем экологической геологии. Очистка слабопроницаемых глинистых грунтов от токсикантов по-прежнему остается сложной задачей [1-2]. Перспективной технологией очистки подобных грунтов является электрокинетический метод, заключающий в приложении разности электрических потенциалов к водонасыщенному грунту и экстракции загрязняющих веществ через перфорированные электроды [3]. В ходе электрокинетической очистки происходят преобразования всех свойств грунтов (физических, физико-химических и физико-механических), а также их состава, строения и состояния. Это, в свою очередь, оказывает влияние на дальнейшее протекание очистки, а также на возможность использования грунтов в качестве оснований сооружений. Настоящее исследование посвящено изучению закономерностей преобразования физических свойств грунтов при их очистке электроосмосом.

В качестве объектов исследования были использованы покровный суглинок (Москва), глуховецкий каолин (Украина), биясалинская иллитовая глина (Крым). Суглинок сложен преимущественно кварцем (80%) с примесью глинистых минералов и плагиоклазов. Каолин представлен каолинитом (75%) и примесями кварца и иллита. Биясалинская глина состоит преимущественно из иллита (70%) с существенными примесями других глинистых минералов и карбонатов.

Эксперименты по электроосмосу проводились в ячейке открытого типа с возможностью вывода фильтрата из катодной части при постоянной силе тока 10 мА. Каждый опыт проводился до достижения напряжением значения 200 В. Для каждого грунта проводилось по 3 эксперимента. Испытания проводились на глинистых пастах, приготовленных при влажности верхнего предела пластичности на 0,01 н растворе $CaCl_2$. После опыта образец делился на 5 частей и в каждой части определяли влажность и плотность. Затем согласно ГОСТ 25100-2011 для каждой части рассчитывались плотность скелета, пористость и показатель консистенции [4]. Такие же показатели определялись и для исходных глинистых паст.

Результаты экспериментов приведены в таблице 1. Приложение электрического поля к грунту вызывает в нём перераспределение влажности.

Для всех грунтов влажность снижается от катода к аноду. Средняя степень осушения суглинка составила 7%, каолина – 15%, а иллитовой глины – 8%. Таким образом, наиболее эффективно был осушен каолин.

Таблица 1. Распределение параметров физических свойств грунтов по длине образцов до и после электроосмоса

| Грунт | Исходная паста | Относительное расстояние от анода $L/L_0$ (после опыта) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0,1 | 0,3 | 0,5 | 0,7 | 0,9 |
| Весовая влажность W, % | | | | | | |
| Суглинок | 25 | 13 | 17 | 18 | 20 | 20 |
| Каолин | 50 | 21 | 31 | 32 | 41 | 45 |
| Иллитовая глина | 45 | 28 | 38 | 40 | 39 | 39 |
| Плотность ρ, г/см$^3$ | | | | | | |
| Суглинок | 1,94 | 2,16 | 2,13 | 1,93 | 1,87 | 1,76 |
| Каолин | 1,61 | 1,84 | 1,81 | 1,78 | 1,77 | 1,64 |
| Иллитовая глина | 1,59 | 1,94 | 1,82 | 1,73 | 1,78 | 1,67 |
| Плотность скелета грунта $\rho_d$, г/см$^3$ | | | | | | |
| Суглинок | 1,57 | 1,92 | 1,83 | 1,63 | 1,56 | 1,47 |
| Каолин | 1,07 | 1,40 | 1,37 | 1,31 | 1,30 | 1,20 |
| Иллитовая глина | 1,10 | 1,53 | 1,32 | 1,24 | 1,28 | 1,20 |
| Пористость, % | | | | | | |
| Суглинок | 42 | 29 | 33 | 40 | 43 | 46 |
| Каолин | 59 | 47 | 48 | 50 | 52 | 55 |
| Иллитовая глина | 60 | 44 | 52 | 55 | 54 | 56 |
| Показатель консистенции, ед. (консистенция*) | | | | | | |
| Суглинок | 1,22 (тк) | 0,11 (п/т) | 0,56 (м/п) | 0,67 (м/п) | 0,89 (тк/п) | 0,89 (тк/п) |
| Каолин | 1,00 (тк/п) | -0,53 (т) | 0,03 (п/т) | 0,05 (п/т) | 0,42 (т/п) | 0,63 (м/п) |
| Иллитовая глина | 0,95 (тк/п) | 0,18 (п/т) | 0,66 (м/п) | 0,73 (м/п) | 0,68 (м/п) | 0,68 (м/п) |

*Примечание. Консистенция: т – твёрдая, п/т – полутвёрдая, т/п – тугопластичная, м/п – мягкопластичная, тк/п – текучепластичная, тк – текучая.

Осушение грунтов вызывает изменение их плотности. При этом среди изученных грунтов она меняется различным образом. Плотность глуховецкого каолина и биясалинской глины возрастает вдоль всей длины образца относительно начальной. Плотность суглинка возрастает относительно начальной только в анодной зоне, а в катодной – снижается. Уменьшение плотности суглинка у катода, возможно, связано с задержкой фильтрата в этой зоне и увеличением влажности. При проведении электроосмотической очистки суглинка в пределах хозяйственно используемых территорий может потребоваться использование методов технической мелиорации для поддержания показателей его прочностных свойств на требуемом уровне.

Среди изученных грунтов наиболее сильно плотность возрастает относительно исходной у биясалинской глины.

Изменение плотности скелета грунтов соответствует закономерностям изменения их влажности и плотности. В целом, характеры изменения плотности и плотности скелета грунтов совпадают. Однако, сильнее всего плотность скелета увеличивается относительно начальной у глуховецкого каолина.

Воздействие электроосмотического потока и осушение приводит к изменению пористости грунтов. Для каждого изученного грунта она увеличивается от анода к катоду. Пористость глуховецкого каолина и биясалинской глины после обработки электроосмосом снизилась относительно начальной по всей длине образца. Пористость суглинка в результате воздействия электроосмоса снизилась относительно исходной в анодной зоне и увеличилась в катодной. Наиболее значительное снижение пористости было зафиксировано для глуховецкого каолина.

Также осушение глинистых грунтов электроосмосом привело к изменению их состояния. Исходные пасты каолина и иллитовой глины обладали текучепластичной консистенцией, а паста суглинка – текучей. В целом, для всех изученных грунтов показатель консистенции снизился относительно исходного. Консистенция суглинка и иллитовой глины изменились похожим образом. Наиболее значительное изменение консистенции было отмечено для каолина.

Таким образом, было подтверждено, что действие электроосмоса на глинистые грунты вызывает изменение их физических свойств – снижение влажности и пористости, повышение плотности, изменение их консистенции и др. При этом трансформация физических свойств глин под влиянием электроосмоса происходит более контрастно у грунтов с большей физико-химической активностью. Происходящие в грунте в ходе обработки электроосмосом изменения физических свойств могут использоваться для целенаправленной модификации глин при их очистке от загрязнителей.

Литература:

[1] Королёв В.А. Очистка и восстановление геологической среды / Уч. пособие для вузов. – М., ООО «Самполиграфист», 2019. – 430 с.

[2] Королёв В.А. Теория электроповерхностных явлений в грунтах и их применение. – М.: ООО «Сам полиграфист», 2015. – 468 с.

[3] Reddy K.R., Cameselle C. Overview of electrochemical remediation technologies. In: Electrochemical Remediation Technologies for Polluted Soils, Sediments and Groundwater; // Reddy, K.R.; Cameselle, C., Eds.; A John Willey & Sons, Inc.: Hoboken, New Jersey, 2009; 3-28.

[4] ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация. – М., 2011.

# ПРИМЕНЕНИЕ КОМБИНИРОВАННЫХ УСТРОЙСТВ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ АВАРИЙНОГО РАЗЛИВА НЕФТИ НА ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ АКВАТОРИЙ

Нечаев Д.А., Чухарева Н.В.
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

# THE USAGE OF COMBINED TYPE TECHNOLOGICAL INSTALLATIONS FOR THE LIQUIDATION OF EMERGENCY OIL SPILLS ON WATER SURFACE AREAS

Nechaev D. A., Chukhareva N. V.
National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk

**Abstract.** A model of combined type engineering device designed to clean the water surface from accidental oil and oil products spills is suggested in this article. Its working principle is based on the usage of the oil slick mechanical collection with the subsequent purification of residual contamination by the means of various chemicals (sorbents, dispersants, microorganisms, etc.).

**Keywords:** Liquidation of oil spill, emergency oil spill, combined type device.

Разливы нефти и нефтепродуктов на водной поверхности представляют на сегодняшний день достаточно серьезную проблему. Это, во-первых, обусловлено нестационарным и неконтролируемым распределением нефтяного пятна на водной поверхности, что, в свою очередь, усложняет процесс локализации аварийного разлива. Во-вторых, используемые н сегодняшний день технологии не позволяют в полной мере провести процесс очистки акватории от загрязнений нефтью и нефтепродуктами. Таким образом, обращая внимания на основные аспекты защиты окружающей среды при эксплуатации объектов нефтегазового дела, перспективным направлением является разработка новых технических устройств ликвидации разливов нефти.

Для решения указанной проблемы предложена модель технического устройства комбинированного типа, сочетающего механический сбор нефтяного слика и последующей очистки остаточной олеофильной пленки при помощи распыления на объект загрязнения специальных химических веществ - сорбентов (рис. 1).

Установка представляет собой взаимосвязанные технологические модули, работа которых ориентирована на выполнение конкретных операций:

- модуль сбора нефтепродуктов, представляющий собой заборное устройство барабанного типа, для захвата и сбор основного объема разлива нефти;

- модуль распыления сорбента – система, представляющая собой со вокупность магистралей высокого давления, при помощи которых происходит распределение сорбента на остаточной олеофильной пленке;

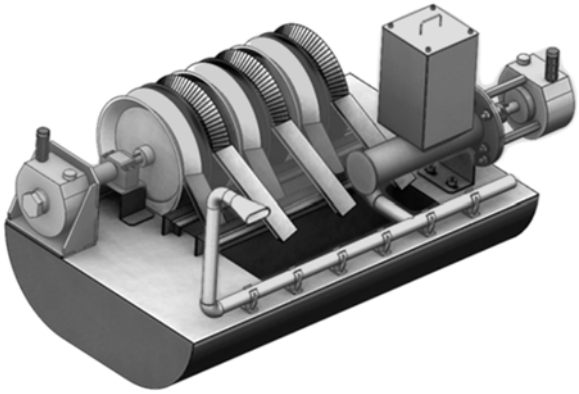


Рис. 1. Модель технического устройства ликвидации аварийного разлива нефти с водной поверхности.

- модуль управления (компрессорная установка), устанавливаемая стационарно на суше или судне, при помощи которой происходит управление и подача давления на другие технологические модули при помощи дросселей.

Модуль сбора нефтепродукта и распыления сорбента устанавливаются непосредственно на водной поверхности и взаимодействуют с разливом (рис. 2).

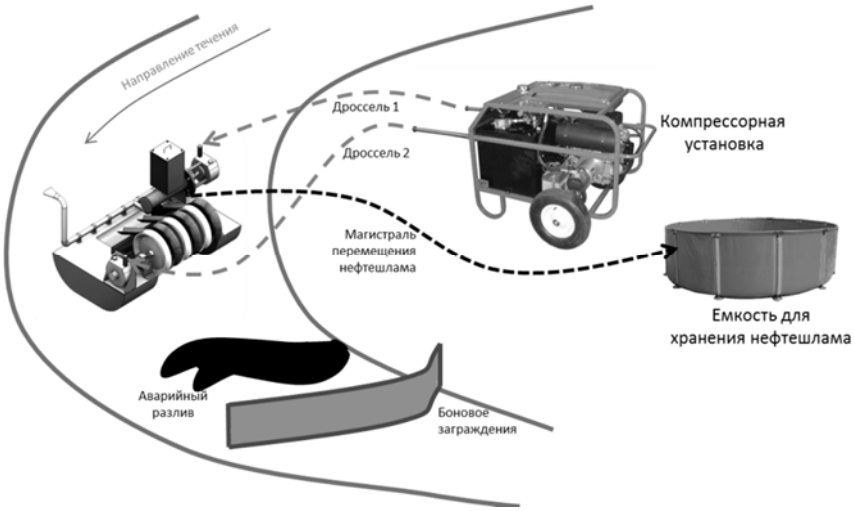



Рис. 2. Пример устройства комбинированного типа ликвидации разлива нефти на водной поверхности реки

Таким образом, предложенный вариант установки для удаления аварийного разлива нефти с водной поверхности исключает необходимость использования дополнительных операций и оборудования, что, в конечном итоге, приведет к сокращению времени ликвидационных мероприятий.

Литература:

1. Проект Приказа Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасной эксплуатации промысловых трубо-

проводов» (подготовлен Ростехнадзором 18.05.2017) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.garant.ru (дата обращения 01.03.2018).
2. ФЗ 116. О промышленной безопасности опасных производственных объектов (с изменениями на 7 марта 2017 года) [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru (15.07.2018).
3. Чухарева Н.В. Определение факторов техногенных событий при эксплуатации объектов ТЭК / Н.В. Чухарева, Ю.А. Краус, А.М. Ревазов // Neftegaz.RU. – 2018. – № 6. – С.114-120.
4. Чухарева Н. В. , Нечаев Д. А. Оптимизация технологии ликвидации аварийного разлива нефти при разрушении нефте- и продуктопроводов // Трубопроводный транспорт углеводородов: материалы II Всероссийской научно-практической конференции, Омск, 30 Октября 2018. - Омск: ОмГТУ, 2018 - С. 186-192

# ХАРАКТЕРИСТИКА ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА РАБОЧИХ МЕСТАХ С ПЕРСОНАЛЬНЫМИ КОМПЬЮТЕРАМИ В СВЕТЕ НОВЫХ ТРЕБОВАНИЙ К ОЦЕНКЕ ФАКТОРА

Никитина В.Н., Ляшко Г.Г., Калинина Н.И.
ФБУН «Северо-западный научный центр гигиены и общественного здоровья», Санкт-Петербург

# THE CHARACTERISTICS OF SOURCES OF ELECTROMAGNETIC FIELDS AT WORKPLACES WITH PERSONAL COMPUTERS IN THE LIGHT OF THE NEW REQUIREMENTS TO THE FACTOR EVALUATION

Nikitina V.N., Kalinina N.I., Lyashko G.G.
North-West Public Health Research Center, 191036, Saint-Petersburg

**Abstract.** Electromagnetic fields were measured at workplaces with personal computers. The hygienic assessment of levels of static electric fields, electromagnetic fields of the radio frequency range generated by routers, modems, antennas of base stations of radio communication, test laboratory equipment is given. It is revealed that the intensity of electromagnetic fields under certain conditions may exceed the established maximum allowable levels.

**Keywords:** personal computers, electromagnetic fields, measurements, hygienic standards, assessment

Персональные компьютеры широко используются в профессиональной деятельности многочисленного контингента работников во всех отраслях экономики и на объектах различного функционального назначения. Санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 были установлены временные допустимые уровни (ВДУ) электромагнитных полей (ЭМП) диапазона частот 5 Гц-400 кГц, статических электрических полей (СЭП), создаваемых персональными компьюте-

рами (ПК) на рабочих местах[1]. С 1 января 2017 г. введены в действие СанПиН 2.2.4.3359-16, которые установили предельно допустимые уровни (ПДУ) ЭМП на рабочих местах пользователей персональными компьютерами и другими средствами информационно-коммуникационных технологий [2]. Документ установил ПДУ электрических и магнитных полей диапазона 5Гц-400 кГц, статического электрического поля и ЭМП диапазона частот 300 МГц-300 ГГц.

В работе представлены результаты исследования электромагнитной обстановки на рабочих местах с ПК в библиотеках, конструкторских бюро, офисах телекоммуникационных компаний. Исследования показали, что персональные компьютеры не создают ЭМП диапазона частот 5 Гц-400 кГц, превышающих предельно допустимые уровни, если они установлены в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации. (Помещения, где размещаются рабочие места с ПК, должны быть оборудованы защитным заземлением). Для рабочих мест с ПК установлены ПДУ ЭМП радиочастотного (РЧ) диапазона. Применение технических средств различного назначения, создающих ЭМИ радиочастот на рабочих местах с ПК, определялось спецификой профессиональной деятельности пользователя. Нами были проведены измерения интенсивности ЭМИ радиочастот, создаваемых на рабочих местах роутерами, модемами, антеннами базовых станций радио связи и тестовым лабораторным оборудованием при работе техники в штатном режиме. На всех рабочих местах были зарегистрированы ЭМИ радиочастот. (ПДУ плотности потока энергии (ППЭ) ЭМП составляет 10 мкВт/см$^2$ ). Максимальные зарегистрированные значения при работе оборудования Wi-Fi составили 8,8 мкВт/см$^2$ . Исследования электромагнитных полей, создаваемых антеннами базовых станций, показали, что уровни ЭМП могут превышать ПДУ. На отдельных рабочих местах, зарегистрированные значения ППЭ ЭМИ составили от 11,7 до 16,9 мкВт/см$^2$. В отделах технической экспертизы при тестировании модемов различных производителей при различных режимах передачи данных интенсивность ЭМИ, создаваемых USB-модемами в области рук, составляла от 2,7 до 103,9 мкВт/см$^2$ .

В комплекс неблагоприятных электромагнитных факторов, воздействующих на пользователей ПЭВМ, входят статические электрические поля (предельно допустимый уровень СЭП не должен превышать 15кВ/м). Наши исследования показали, что основными источниками статических электрических полей на рабочих местах являются заряды, возникающие при трении электризующихся поверхностей полимерных покрытий пола, мебели, бумаги, одежды из синтетических материалов. Такую ситуацию мы наблюдали при исследовании ЭМП на рабочих местах с ПК сотрудников би/блиотек, где значения статических полей достигали 30 кВ/м. Источниками ЭМП на рабочих местах могут быть компактные (энергосберегающие) и линейные люминесцентные лампы, оснащенные электронными

пускорегулирующими аппаратами, средства защиты информации, устройства блокирования работы мобильных телефонов.

Таким образом, исследования свидетельствуют, что на рабочих местах с ПК наиболее значимыми являются ЭМП радиочастотного диапазона, создаваемые информационно-коммуникационными системами. В настоящее время Министерством труда и социальной защиты РФ подготовлен проект приказа, которым признается утратившим силу подпункт 3.2.2.4 приложения к приказу 302 н. Согласно данного пункта, при наличии на рабочем месте электромагнитных полей широкого спектра частот, создаваемых ПЭВМ (работа по считыванию, вводу информации, работа в режиме диалога в сумме не менее 50% рабочего времени) должны проводиться обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры работников[3]. При этом авторы приказа не учитывают, что пользователи ПК подвергаются воздействию электромагнитных полей, создаваемых другими источниками.

Литература:
1. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03«Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы
2. СанПиН 2.2.4.3359-16 Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах
3. www.regulation.gov.ru (ID проекта 02/08/01-19/00087767).

## ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНОГЕННЫЕ ПРИЧИНЫ ВОСПЛАМЕНЕНИЯ НА ГАЗОПРОВОДАХ И ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ

Нурмакова Ж.И.[1], Дымова Т.В.[1], Изосимова О.С.[2]
1-Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань
2-Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

## NATURAL AND TECHNOGENIC CAUSES OF INFLAMMATION ON GAS PIPELINES AND THEIR ECOLOGICAL EFFECTS

Nurmakova Zh.I.[1], Dymova T.V.[1], Izosimova O. S.[2]
1-Astrakhan State University, Astrakhan
2-St. Petersburg State University

**Annotation:** the article identifies the main natural and man-made causes of ignition on gas pipelines, as well as the environmental consequences of such ignition for the environment.

**Keywords:** main gas pipeline, corrosion, emergency, depressurization, ignition.

В России природный газ используется как топливо для электрических станций, теплоэлектроцентралей, котельных практически повсеместно и транспортируется к этим объектам по газопроводу.

Газопровод – это инженерное сооружение, предназначенное для транспортировки газа и его продуктов с помощью трубопровода.

Трубопровод, предназначенный для транспорта газа из района добычи или производства в район его потребления, или трубопровод, соединяющий отдельные газовые месторождения называется магистральным газопроводом.

Нередко на газопроводах случаются аварии, которые приводят к перебоям или прекращению подачи газа на электростанции и котельные. Если на магистральных ветках газопровода происходят разрывы, то они являются наиболее опасными, поскольку в таком случае целым регионам угрожает ограничение подачи газа. Существенный риск возникает и при разрывах на распределительных газопроводах, непосредственно ведущих к электростанции, теплоэлектростанции или котельной. Аварии на других участках газовой сети менее значимы, так как во многих случаях существует параллельная или резервная труба.

Сложность аварии характеризуется причиненным ущербом и временем, необходимым для восстановления нормальной подачи газа, на что потребуется от нескольких часов до нескольких суток.

Основными причинами аварийных ситуаций на газопроводах являются:

- коррозия (внешняя и внутренняя);

-конструктивно-технологические причины (ошибки при строительстве, дефекты в материалах);

- эксплуатационные причины (ошибки персонала, неисправность системы объекта);

- природные явления;

- производственно-хозяйственная деятельность [5].

Таким образом, возникновение аварийных разрывов на газопроводах, а также на подключенных к ним сосудах и аппаратах, связано с физическими эффектами двух видов:

- внешними – определяющими воздействие процесса разрушения участка трубопровода или сосуда высокого давления на окружающую среду;
- внутренними – нестационарными газодинамическими процессами в самих трубопроводах или сосудах, определяющими динамику выброса природного газа в атмосферу.

Внешние эффекты сопровождаются:

- образованием волн сжатия за счет расширения в атмосфере природного газа, выброшенного под давлением из разрушенного участка трубопровода (сосуда), а также волн сжатия, образующихся при воспламенении подводящих и отводящих газопроводов и расширении продуктов его сгорания;
- образованием и разлетом осколков (фрагментов) разрушенного участка трубопровода (сосуда, аппарата);

• термическим воздействием на окружающую среду.

В соответствии с имеющимися статистическими данными [1, 2], при разрушении подземных газопроводов выброс газа в атмосферу может сопровождается воспламенением. Источником зажигания служат фрикционные искры, образующиеся при динамическом воздействии высокоскоростной струи газа на грунт и связанное с этим воздушно-эрозионное разрушение траншеи с вовлечением каменистых включений в поток газа.

В зависимости от диаметра газопровода и рабочего давления (энергетического потенциала), условий прокладки газопровода в грунтах, характеристик грунтов и ряда других факторов горение газа при авариях может протекать в двух основных сценариях:

• горение интегрального (из двух концов разрушенного участка газопровода) потока газа в виде условно вертикального «столба огня» («пожар в котловане»);

• независимое горение двух направленных в противоположные стороны (или одной, в зависимости от места разрыва) настильных (слабонаклонных к горизонту) струй газа с ориентацией, близкой к оси трубопровода («струевое пламя»).

Источниками зажигания газа непосредственно при разрыве подземного газопровода могут послужить, прежде всего, фрикционные искры, образующиеся при динамическом воздействии высокоскоростных струй газа на грунт и воздушно-эрозионном разрушении траншеи с выбросом каменистых включений грунта в поток газа. В связи с этим большое значение при формировании исхода аварии на подземном газопроводе имеет состав грунта, влияющий на вероятность загорания газа.

В случае невоспламенения газа в момент разгерметизации оборудования или газопровода при его рассеивании в атмосфере возникают зоны загазованности, границы которых задаются нижним пределом воспламенения метана в воздухе (5% об.). На размеры зон загазованности, форму и параметры возможного перемещения взрывоопасного облака, помимо интенсивности аварийного истечения газа и особенностей его поступления в атмосферу, оказывают влияние такие метеоусловия, как: температура и влажность воздуха, скорость и направление ветра, стабильность атмосферы.

Размеры зон загазованности влияют на вероятность последующего воспламенения шлейфа газа (воспламенение с задержкой) от внешних источников зажигания: атмосферное электричество, наведенные токи линии электропередач, искры от двигателей автотранспортных средств.

Опасность воспламенения на газопроводах кроется в действии ряда поражающих факторов, наносящих ущерб людям, окружающей природной среде, зданиям, которые заключаются:

• в термическом воздействии в виде теплового излучения;

• в механическом воздействии, приводящем к обрушениям;

• в токсическом воздействии в результате отравления продуктами горения;

• в барическом воздействии из-за взрывов опасных веществ, облаков газа, технологических сосудов под давлением [3, 4].

Экологические последствия воспламенения на газопроводах связаны:

• с механическими и тепловыми повреждениями природного ландшафта и различных популяций растений и животных;

• ухудшении физико-механических и химико-биологических свойств почвенного слоя, а также загрязнении почвы;

• загрязнении воздуха метаном, этаном, пропаном, бутаном, сероводородом, этиленом, ацетиленом. [6].

Литература:

[1] Брюханов, О.Н. Основы эксплуатации оборудования и систем газоснабжения: Учебник / О.Н. Брюханов. – М.:ИНФРА-М, 2005. – 256 с.

[2] Исаева, Л.К. Экология пожаров, техногенных и природных катастроф / Л.К. Исаева. – М.: Академия ГПС МВД России: Учебное пособие, 2001. – 301 с.

[3] Комарова, Н.Г. Основы экологии и геоэкологии / Н.Г. Комарова. – М.: Академия, 2012. – 272 с.

[4] Коробкин. В.И. Экология / В.И. Коробкин, Л.В. Передельский. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2012. – 608 с.

[5] Чухарева, Н.В. Промышленная безопасность объектов магистральных трубопроводов: учебное пособие / Н.В. Чухарева, В.А. Чухарев, А.В. Рудаченко; Томский политехнический университет. – Ханты-Мансийск: «Принт-Класс», 2015. – 186 с.

[6] Куриленко В.В., Изосимова О.С. Экологическое ресурсоведение. СПбГУ, 2013.-123с.

## МЕРЗЛОТНО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЙМЕННО-НАМЫВНЫХ ТЕРРИТОРИЙ В КРИОЛИТОЗОНЕ (НА ПРИМЕРЕ Г. ЯКУТСКА)

Огонеров В.В., Павлова Н.А., Данзанова М.В.
Институт мерзлотоведения им П.И. Мельникова СО РАН, г. Якутск

## HYDROGEOLOGY OF RECLAIMED FLOODPLAINS IN PERMAFROST AREAS: A CASE STUDY OF YAKUTSK

V.V. Ogonerov, N.A. Pavlova, M.V. Danzanova
Melnikov Permafrost Institute SB RAS, Yakutsk

**Annotation.** This paper examines permafrost and groundwater conditions in the reclaimed floodplain in the city of Yakutsk. It is shown that the existing ground temperature regime in the hydraulic fill is different from what was predicted by the design. Monitoring results are discussed which include observations of sand fill temperature, level of groundwater circulating below the fill, and water level in the Lena River. The influence of surface water on the permafrost and groundwater conditions is evident and this requires multi-disciplinary studies to provide structural safety of buildings on the reclaimed ground.

**Keywords:** floodplain, hydraulic fill, building stability, buried talik.

Расширение г. Якутска за счет освоения пойменной части р. Лены было начато в конце 1970-х годов. В летние периоды 1977 – 1985 гг. проводили гидронамыв 202 квартала города. В конце 1980 – начале 1990-х годов был создан намывной массив для строительства 203 квартала. Для инженерной подготовки планируемой к застройке территории использовались среднезернистые пески протоки р. Лены. Общая площадь территории, подготовленной для застройки методом гидромеханизации составила 0,67 км$^2$, а толщина намытого слоя – от 4 до 15 м. При намыве грунтов были засыпаны старичные озера с естественными таликами. Мощность последних достигала 4 – 9 м [1]. На участках прирусловых валов за счет высокой температуры пульпы произошло углубление кровли многолетнемерзлых пород, которая залегала в естественных условиях на глубине 1,6 – 3 м. В результате искусственного отепления здесь сформировались техногенные талики с мощностью водоносного слоя 1 – 5 м. Согласно математическим расчетам, промерзание намывных песков ожидалось через 12 – 20 лет после застройки территории. В настоящее время грунты оснований зданий имеют положительные температуры и обводнены с глубины 8 – 10 м на большей части территории. Существуют предпосылки нарушения устойчивости зданий. Для обеспечения безопасной эксплуатации инженерных сооружений, а также планирования стратегического освоения пойменных территорий р. Лены, необходимо оценить современную мерзлотно-гидрогеологическую обстановку, сложившуюся здесь за последние 50 лет.

Одной из причин сохранения таликов на погребенной пойменной территории видится наличие рядом р. Лены, под которой развит надмерзлотный подрусловой талик мощностью до 40 м. Верхнюю часть разреза подруслового талика до глубины 13 – 18 м слагают четвертичные отложения, представленные мелко– и среднезернистыми песками с галькой в основании. Их постилают алевролиты среднеюрского возраста.

Для выявления особенностей взаимосвязи подземных и поверхностных вод, а также их роли в формировании геоэкологической обстановки были организованы режимные гидрогеологические, гидрохимические и геотермические наблюдения на территории 203 квартала г. Якутска. Первоначально наблюдательная сеть состояла из четырех спаренных гидрогеологических и геотермических скважин глубиной 10 – 22 м. Две из наблюдательных скважин заложены на участках реликтовых подозерных таликов, две другие – в местах погребенных прирусловых валов. Наблюдения в скважинах за уровнем воды в них и температурой грунтов до глубины 10 м проводились в период 2014 – 2016 гг. с периодичностью один раз в месяц с учащением замеров во время весеннего половодья. Впоследствии при застройке территории три куста скважин были уничтожены. В 2018 –

2019 г. дополнительно были пробурены 7 гидрогеологических и 5 геотермических скважин.

Результаты исследований показали высокую отепленность всего намытого массива песков [2]. Надмерзлотные реликтовые талики обнаружены на всех точках бурении скважин. Мощность сезоннопромерзающего слоя пород над ними 3,8–5,0 м. Грунты обводнены с глубины 8 – 10 м. На участках погребенных валов многолетнемерзлые отложения вскрыты на глубине 13,5 – 14,8 м. В местах засыпанных старичных озер мощность водоносного горизонта достигает 8 – 10 и более метров. Близкие отметки залегания уровня подземных вод и синхронность их изменения на разных участках территории 203 квартала свидетельствуют о наличии здесь единого водоносного горизонта.

По данным режимных гидрогеологических наблюдений между подземными водами намывного массива и поверхностными водами р. Лены существует тесная гидравлическая связь. Эта связь четко фиксируется при речных паводках. В период весеннего половодья, которое начинается в середине-конце мая и может продолжаться до второй декады июля, уровень воды в р. Лене повышается до 12 м относительно зимней межени. В условиях подпора поверхностная вода поступает в водоносный горизонт по сохранившимся старичным таликам и намывные грунты насыщаются снизу. Подъем уровня воды происходит во всех скважинах. Устойчивое понижение уровня воды в р. Лене и уменьшение мощности водоносного горизонта наблюдается летом. Относительно быстрее осушаются намывные грунты, которые обладают высокой водоотдачей. В осенне-зимний период фильтрация воды к реке происходит в более уплотненных песках естественного сложения, в которых встречаются супесчаные прослои. Поэтому скорость осушения водоносного горизонта снижается. В зимний период подземные воды циркулируют в грунтах естественного основания намывной территории. Годовая амплитуда изменения уровня воды в скважинах составляет 2-3 м.

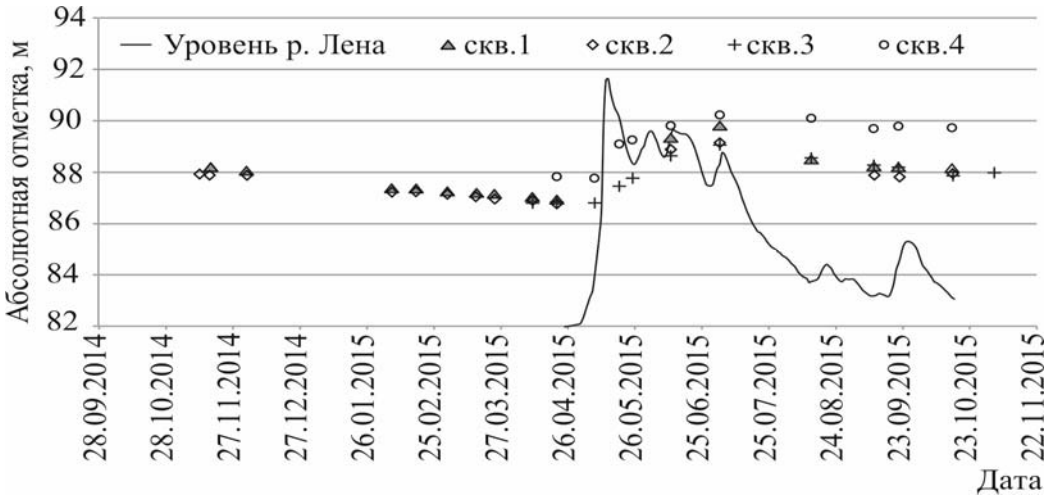



Рисунок. Изменение уровня поверхностных и подземных вод на территории 202 квартала г. Якутска.

Результаты гидрохимических исследований также подтверждают тесную взаимосвязь подземных вод с речными. Для поверхностных вод р. Лены характерно изменение химического состава в зависимости от времени года. В весенне-летний период, когда питание реки осуществляется преимущественно за счет таяния снега и жидких атмосферных осадков, минерализация ее воды составляет 50 – 100 мг/л, с преобладанием в ионном составе гидрокарбонатов кальция [3]. В конце лета содержание растворенных веществ увеличивается до 170 – 180 мг/л, а в декабре составляет уже 300 – 500 мг/л [4]. В ионном составе повышается роль хлоридов и сульфатов натрия. Наиболее высокие значения минерализации воды в протоках, как и в главном русле р. Лены, отмечаются в конце зимнего периода, когда река питается только за счет разгрузки подземных вод. В это время минерализация поверхностных вод составляет на фарватере 600–700 мг/л, а в протоках у г. Якутска достигает 800 мг/л. По химическому составу вода в р. Лене становится хлоридно-гидрокарбонатной кальциево-натриевой.

На территории 203 квартала г. Якутска подземные воды имеют химический состав, близкий к составу вод подруслового талика под р. Леной и речной воды в зимний период. По химическому типу это хлоридно–гидрокарбонатные смешанные по катионам (с преобладанием натрия) воды. Минерализация подземных вод непостоянна в течение года. Максимальные ее величины (0,6 – 0,8 г/л) отмечаются в марте-мае. В весенне-летний период происходит снижение минерализации подземных вод до 0,4 – 0,5 г/л на фоне повышения их уровня, что свидетельствует о поступлении в намывной массив более пресных паводковых вод р. Лены. В разрезе распределение минерализации носит характер стратификации: более низкая соленость воды характерна для верхних водоносных слоев, в нижних частях талика содержание растворенных веществ в воде увеличивается без изменения ее химического типа.

Таким образом, полученные данные о гидрогеологических, гидрохимических и геотермических условиях 203 квартала подтверждают тесную взаимосвязь подземных вод с поверхностными водами р. Лены. В период паводка в результате подпора через погребенные подозерные талики происходит фильтрация речной воды в намывной массив. С мая по июль наблюдается повышение уровня грунтов вод. Затем происходит медленное обезвоживание грунтов. Постоянное движение воды в массиве грунтов приводит к тепловому эффекту, препятствующему многолетнему промерзанию пород. Расширение сети наблюдательных скважин, запланированное на 2019 г., позволит количественно оценить влияние паводковых вод на температурный режим намывной толщи и подстилающих многолетнемерзлых пород.

*Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (проекты № 17-05-00926, №18-45-140065).*

Литература:
1. Роман Л.Т. Строительство на намывных грунтах в криолитозоне / Л.Т. Роман, А.А. Цернант, В.Л. Полещук, А.Н. Цеева, Н.И. Леванов. – М.: Издательский дом: Экономика, Строительство, Транспорт, 2008. 323 с.
2. Shesternev D.M., Zhang R.V., Kuzmin G.P., Shepelev V.V., Pavlova N.A., Popenko F.E., 2014. Industrial and residential construction on hydraulic fill in permafrost regions; problems and prospects // Journal of Engineering of Heilongjiang University, 5(3). Sep. 2014: 100–109.
3. Макаров В.Н. Эколого-геохимическая характеристика долины Туймаада // Эколого-геохимические проблемы в районах криолитозоны. Якутск, изд-во ИМЗ СО РАН, 1996 С. 3–34.
4. Анисимова Н.П., Павлова Н.А., Стамбовская Я.В. Химический состав таликовых вод в среднем течении р. Лены // Наука и образование, 2005, № 4. С. 118–124.

# КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА РАЗМЕРА ВРЕДА, ПРИЧИНЕННОГО ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЕ НЕФТЕХИМИЧЕСКИМИ ОТХОДАМИ, И РЕАЛИЗУЕМЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЕЁ РЕАБИЛИТАЦИИ

Ольховикова Н.Ю., Остах С.В.
РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, г. Москва

# COMPLEX ESTIMATION OF THE SIZE OF DAMAGE TO THE GEOLOGICAL ENVIRONMENT BY PETROCHEMICAL WASTE AND REALIZED ACTIVITIES FOR ITS REHABILITATION

Olkhovikova N.Yu., Ostakh S.V.
RSU of oil and gas (NIU) named after I.M. Gubkina, Moscow

**Abstract.** The features of environmental damage evaluation methods are investigated. The creation of an complex automated system for evaluation of environmental damage and selection the optimal technologies for its remove, taking into account the specific properties of petrochemical wastes, is substantiated. The possibilities of further implementation of an automated engineering system are described.

**Keywords:** Petrochemical waste, damage assessment, selection method, automated system, algorithm.

Негативное воздействие объектов накопленного экологического ущерба направлено на группы компонентов природной среды и обусловлено специфическими физико-химическими свойствами загрязняющих веществ и их фазовым состоянием. Одним из наиболее опасных является загрязнение геологической среды, которое в дальнейшем может мигрировать в грунтовые воды, расширяя таким образом область загрязнения в несколько раз.

Большое количество опасных объектов, являющихся объектами накопленного экологического ущерба, появляется в результате производственной деятельности предприятий нефтехимической отрасли промыш-

ленности, вследствие этого основными загрязнителями являются нефтехимические отходы. Они характеризуются многокомпонентным составом и высокой степенью устойчивости к внешним воздействиям.

В случае оценки экологического ущерба от таких объектов важно точно установить требуемые нормативными документами [1,2] характеристики окружающей среды. Это требуется для определения степени и опасности загрязнения, что в дальнейшем позволит выбрать оптимальные методы ликвидации объекта и последствий воздействия загрязняющих веществ. Поэтому является актуальными своевременное выявление и инвентаризация таких объектов, а также разработка комплексного системного подхода к оценке ущерба окружающей среде и выбору технологий ликвидации объектов-источников загрязняющих веществ [3], например, незаконных хранилищ нефтехимических отходов, требующих группирование по классам опасности в пределах одного загрязненного участка.

Для обеспечения высокого уровня экологической безопасности производственных объектов и прилегающих территорий необходимо знать все возможные характеристики неблагоприятного воздействия этих объектов на окружающую природную среду, оперативно определять вероятность негативных последствий для окружающей природной среды и давать оценку направлений их воздействия.

Решение таких задач возможно на основе автоматизации объектно-ориентированного проектирования, т.е. путем широкого применения аппаратно-программных комплексов, применимых в промышленной экологии, включая сферу охраны геологической среды и почв и рекультивации земель.

Накопленный экологический ущерб – выраженный в денежном выражении вред, причиненный окружающей среде или ее компонентам в результате осуществления хозяйственной и иной деятельности [4], в том числе в результате нарушения природоохранного законодательства, а также затраты на ликвидацию и предотвращение отрицательных последствий нанесенного вреда окружающей среде. К затратам на ликвидацию ущерба также относятся затраты на исследование и инвентаризацию объектов накопленного экологического ущерба.

Ущерб от загрязнения нефтью, нефтепродуктами и различными химическими веществами обуславливается хозяйственной ценностью земель, которая определяется экономической значимостью территории и экологической ситуацией [5].

В результате несанкционированного размещения отходов нефтехимической отрасли промышленности возникает деградация почв на поверхности или в почвенной толще, что может являться причиной вторичного загрязнения, усиления негативного воздействия на окружающую среду и опасных экологических процессов, вызывающих изменения различных компонентов окружающей среды.

В качестве показателя эколого-экономической значимости земель, загрязненных нефтехимическими отходами, принимается стоимость освоения для хозяйственных нужд новых земель с учетом экологической ситуации и экономической значимости территории. Описанные показатели учитываются при расчете ущерба с помощью специальных коэффициентов [2].

В работе [6] приведена методика выбора оптимальных технологий ликвидации объектов накопленного экологического ущерба, в основе которой лежит принцип многокритериальной оценки с возможностью ранжирования технологий в зависимости от общей и эколого-экономической оценки, которые характеризуют наибольшее число исследуемых параметров.

Методическую базу комплексной системы оценки размера вреда, причиненного нефтехимическими отходами почвам и геологической среде в целом, и реализуемых мероприятий по их реабилитации с учетом их обязательств о выполнении в установленные сроки и устранению дальнейшего загрязнения земель составляют определенные процедуры и оправданные исследованием методы [1–3, 6].

К принципиальным аспектам методического характера следует также отнести необходимость учета фактора времени, т.е. продолжительности негативного воздействия на окружающую среду, природные ресурсы и человека, а также динамику во времени негативного воздействия и «эффектов» от него.

Разработка автоматизированной инжиниринговой системы с базой данных технологий по анализу нефтезагрязненных земель, методов рекультивации, а также способов экспертно-аналитической оценки с учетом следующих базовых принципов:

1) частичная предсказуемость мест возникновения и масштабов аварийных и нештатных ситуаций и их экологических последствий;

2) ориентация на применимую организационно-техническую систему;

3) платности природопользования и возмещения вреда окружающей среде;

4) информационной открытости экологически ориентированной деятельности.

Автоматизированная инжиниринговая система может выступать в качестве:

информационно-графического комплекса для проведения многовариантных расчетов и технико-экономического обоснования внедряемых решений за счет применения апробированных и типизированных решений;

прогнозно-аналитического комплекса, необходимого для многокритериального подбора наилучших доступных технологий;

п/рограммно-тренажерного комплекса для обучения и повышения их квалификации специалистов с использованием методов технического творчества, многовариантного проектирования, оптимизации принятия решений.

Внедрение автоматизированной аналитической системы позволит:

- осуществлять анализ и дистанционное управление природоохранными проектами, а также организационно-техническое сопровождение экспертно-методической деятельности;
- минимизировать негативное влияние человеческого фактора.

Дальнейшая реализация комплексного подхода, согласно которому ущерб определяется как комплексная величина, т.е. слагается из ущербов, наносимых отдельным видам реципиентов в пределах анализируемой зоны, позволяет синтезировать интегрированные алгоритмы. Это позволит увеличить эффективность природоохранных мероприятий и их оценку при ликвидации загрязнений в различных средах, фазовых состояниях в зависимости от химического состава и мощности геологических слоев.

Литература:

1. «Методика исчисления размера вреда, причиненного почвам объектам охраны окружающей среды», Приказ МПР № 238 от 8.07.2010 (ред. 11.07.2018).
2. Письмо МинПриродыРоссии «О порядке определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами» № 04-25 от 27.12.1993.
3. *Мещеряков С.В., Остах С.В., Остах О.С., Бушуев Д.А., Сутормин В.В.* Системный подход к обеспечению экологической безопасности на объектах прошлой хозяйственной деятельности // Безопасность труда в промышленности. 2017. № 2. С. 28-32.
4. Приказ Федеральной службы по надзору в сфере природопользования № 193 от 25.04.2012 «Методические рекомендации по проведению инвентаризации объектов накопленного экологического ущерба».
5. *Дружинина Н.А., Васильева Д.И., Шиманчик И.П., Холопов Ю.А.* Учет прошлого (накопленного) экологического ущерба в природоохранной работе ОАО «РЖД» // Самарский научный вестник. 2017. Т. 6, № 1 (18). С. 27 – 32.
6. *Остах С.В., Ольховикова Н.Ю.* Методика выбора технологий локализации и ликвидации нефтяных и нефтехимических загрязнений // Химическая техника. 2018. № 5. С. 20-24.

## ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ АНТАРКТИЧЕСКИХ ЦИАНОБАКТЕРИАЛЬНЫХ КОНСОРЦИУМОВ

Павлечко А.Г., Величко Н.В.
Санкт-Петербургский Государственный Университет, Санкт-Петербург

## TAXONOMIC COMPOSITION OF ANTARCTIC CYANO-BACTERIAL CONSORTIUMS

A. G. Pavlechko, N.V. Velichko
St Petersburg State University, St Petersburg

**Annotation:** Biological methods of water bodies indication allow to estimate both water quality and the presence of pollutants to change the taxonomic composition in the popula-

tions of living organisms. A significant part of freshwater phytoplankton in water bodies are oxygenic phototrophic bacteria (cyanobacteria). Microbial communities with dominant cyanobacterial phototrophic component are common for Antarctic water bodies, but their natural taxonomic diversity has not been sufficiently studied. We have studied the taxonomic diversity of 12 samples of prokaryotic microbiomes isolated from Antarctic mats and biofilms and it was found that the majority of samples of Antarctic microbiomes are dominated by representatives of oxygenic phototrophs - *Cyanobacteria* (up to 80% of the microbial community). Among them, the basis of the phototrophic component of Antarctic microbiomes are representatives of the Subsection III "*Oscillatoriales*", which are dominant for the majority of the studied mats.

**Keywords:** bioindicators, cyanobactertia, Antarctic microbial consortium, taxonomic composition

Биологические методы индикации водоемов позволяют оценить как качество воды, так и наличие загрязняющих веществ по изменению таксономического состава в популяциях живых организмов. При этом своевременное выявления процессов загрязнения водоёмов на основании уменьшения видового разнообразия индикаторных организмов невозможно без изучения их таксономического состава и определения доминирующих форм в природных биоценозах не подвергшихся антропогенному воздействию (Куриленко и др., 2004).

Существенную часть пресноводного фитопланктона водоемов представляют оксигенные фототрофные бактерии (цианобактерии). География их распространения и занимаемые ими экологические ниши включают экстремальных термофилов, обитающих в горячих источниках Камчатки до психрофилов, обнаруженных в олиготрофных водоемах Арктики и Антарктиды (Zakhia et al., 2008). В последнем случае, антарктическая среда обитания характеризуются экстремальными климатическими условиями: низкой температурой, высоким уровнем солнечной радиации в весенне-летний сезон, длительным зимним темновым периодом, а также регулярными циклами замерзания-оттаивания. Эти физические факторы бросают вызов жизни в Антарктиде. Однако сообщества микроорганизмов способные адаптироваться к подобным условиям заселяют эти экологические ниши. Антарктические микробные сообщества часто образуют бентосные маты. Их доминирующим фототрофным компонентом и основным продуцентом органического вещества часто являются цианобактерии. Среди них признанными биоиндикаторами являются *Nostoc* sp. и *Oscillatoria* sp. При этом природное таксономическое разнообразие цианобактерий в Антарктиде изучено недостаточно.

В работе было изучено таксономическое разнообразие 12-ти образцов прокариотических микробиомов, выделенных из антарктических матов и биопленок, обнаруженных в ходе 62-й Российской Антарктической Экспедиции (РАЭ) в 2017гг. Образцы были отобраны из водоемов в районе научных станций «Прогресс» (оазис Холмы Ларсеманн, Восточная Антарктида) и «Беллинсгаузен» (о-в Кинг Джордж, Западная Антарктида).

Для изучения таксономического состава природных популяций микроорганизмов препараты метагеномной ДНК секвенировали с помощью метода высокопроизводительного секвенирования на секвенаторе Illumina MiSeq. Биоинформатический анализ полученных данных проводили с использованием программ QIIME и MG-RAST. Прокариотическое разнообразие материала микробных консорциумов визуализировали с помощью лазерной конфокальной микроскопии и флуоресцентной in situ гибридизации (FISH), с использованием таксон- и филум-специфичных олигонуклеотидных зондов к генам 16S рРНК. Изолированные в лабораторные культуры штаммы цианобактерий описывали с применением полифазного таксономического подхода, учитывающего комплекс морфологических и молекулярно-генетических признаков.

В результате проведенных исследований установлено, что в большинстве образцов антарктических микробиомов доминируют представители оксигенных фототрофов - филы ВХ *Cyanobacteria*, (от 49% до 80% OTU микробного сообщества). Среди них, основу фототрофного компонента антарктических микробиомов составляют представители Субсекции III *«Oscillatoriales*», которые являются доминирующими для большинства изученных матов. В то же время, в некоторых образцах обнаружены представители филы аноксигенных фототрофов *Chloroflexi*. Среди гетеротрофных бактерий-партнеров антарктических консорциумов наиболее многочисленными являются представители фил *Actinobacteria, Bacteroidetes, Proteobacteria, Planctomycetes* и *Verrucomicrobia.* Полученные метагеномные данные согласуются с результатами флуоресцентной in situ гибридизации материала образцов антарктических микробиомов. Наряду с этим, нами были выделены в лабораторные культуры и описаны представители Субсекции I «*Chroococcales*», Субсекция II «*Pleurocapsales*», Субсекции III «*Oscillatoriales*», Субсекции IV «*Nostocales*» и Субсекции V «*Stigonematales*», которые в дальнейшем будут изучены на способность продуцировать токсины и биологически активные вещества.

Исследование проведено с использованием оборудования ресурсных центров Научного парка СПбГУ «Развитие молекулярных и клеточных технологий», «Культивирование микроорганизмов», «Биобанк».

Литература:

[1] Куриленко, В. В., Зайцева, О. В., Новикова, Е. А., Осмоловская, Н. Г., Уфимцева, М. Д. Основы экогеологии, биоиндикации и биотестирования водных экосистем // 2004. Издательство Санкт-Петербургского университета.

[2] Zakhia, F., Jungblut, A-D., Taton, A., Vincent, W.F., Wilmotte, A. Cyanobacteria in cold ecosystems // Psychrophiles: from biodiversity to biotechnology psychrophiles / R. Margesin et al. (eds.). – Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008. – Chp. 8 – P. 121-135

# СОВРЕМЕННЫЕ МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ САНИТАРНО-ЗАЩИТНЫХ ЗОН

Пичуева Е.С., Кончакова Н.В.
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск

# MODERN MECHANISMS OF REGULATION OF SANITARY PROTECTION ZONES

Pichueva E.S., Konchakova N.V.
TPU, Tomsk

**Annotation:** The paper outlines a retrospective analysis of the main legal acts and an analysis of the current legislation in the field of sanitary protection zones from 1999 to present. It identifies the main problems of modern regulation of sanitary protection zones.

**Key words:** sanitary protection zones, legal regulation, federal laws, sanitary rules and norms, Russian Federation.

В соответствии с действующим законодательством санитарно-защитные зоны являются зонами с особыми условиями использования территории, в границах которых устанавливается ограниченный режим использования земельных участков и других объектов недвижимости [1]. За прошедший год в области земельного и градостроительного законодательства произошли несколько важных изменений и нововведений, затрагивающих в частности и порядок установления санитарно-защитных зон. В ближайшей перспективе ожидается принятие ряда подзаконных актов, призванных конкретизировать положения отдельных федеральных законов. В данной работе проведен анализ основных нормативно-правовых актов, регламентирующих установление санитарно-защитных зон.

В Российской Федерации правовое регулирование санитарно-защитных зон происходит на федеральном уровне. В 1999 году были приняты Федеральные законы № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» и № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения». Первый закон регламентирует необходимость установления санитарно-защитных зоны организациям, находящимся в местах проживания населения, на основании расчетов рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и в соответствии с санитарной классификацией предприятий. Во втором федеральном законе уточняется, что при размещении объектов промышленного, гражданского и сельскохозяйственного назначения, а также формировании их санитарно-защитных зон необходимо соблюдать санитарные правила.

Федеральный закон № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (2002 г.) содержит требования к созданию санитарно-защитных зон вокруг промышленных и сельскохозяйственных организаций, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду. Градостроительный кодекс РФ

(2004 г.) отнёс санитарно-защитные зоны к перечню зон с особыми условиями использования территории, включаемых в состав производственных территориальных зон, а также зон инженерной и транспортной инфраструктур. С 2008 по 2015 годы включительно зоны с особыми условиями использования территории являлись объектами землеустройства, и их правовое регулирование осуществлялось согласно Федеральному закону № 78-ФЗ «О землеустройстве».

В целях исполнения предписаний федеральных законов последовательно принимались три редакции санитарно-эпидемиологических правил и нормативов «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» (далее – СанПиН): в 2001, 2003 и 2008 годах. Последняя редакция утверждена Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ № 74 и действует до настоящего времени [3]. Однако данный нормативный документ обладает большим количеством проблем толкования и недостатков правоприменительной техники. Вот некоторые самые существенные из них:

– распространение требований санитарных правил на проектируемые и строящиеся объекты и, как следствие, отсутствие обязательств по установлению санитарно-защитных зон к действующим предприятиям;

– длительный период разработки и согласования проектной документации, который для предприятий I и II классов опасности составляет не менее трёх лет, III, IV и V классов – не менее года;

– неотлаженный механизм внесения сведений о санитарно-защитных зонах в Единый государственный реестр недвижимости (далее – ЕГРН; в 2008-2017 – в Государственный кадастр недвижимости);

– наличие прав на изменение и прекращение существования санитарно-защитных зон исключительно у собственников промышленных объектов, в то время как ограниченный режим землепользования распространяется на других правообладателей в границах данной зоны;

– отсутствие положений о компенсации ущерба, причиненного в результате установления санитарно-защитных зон, правообладателям объектов недвижимости, попадающим в ее границы.

Министерством экономического развития была проведена экспертиза Постановления № 74, по итогам которой в 2013 году было вынесено заключение о неэффективности действующих СанПиН в части установления санитарно-защитных зон и защиты здоровья граждан. Таким образом, с 2001 по 2018 годы правовое регулирование санитарно-защитных зон фактически базировалось документе, составленном без учета принципов гражданского и земельного законодательства.

Правовая ситуация начала кардинально меняться в марте 2018 года с принятием Правил установления санитарно-защитных зон и использования земельных участков, расположенных в границах санитарно-защитных зон, утвержденных Постановлением Правительства РФ № 222 [2]. С одной сто-

роны, новые Правила исправляют большинство недоработок предыдущих СанПиН, в том числе перечисленные выше, а с другой – порождают много новых вопросов и толкований спорных положений, например:

– отсутствует четкое определение понятия источника воздействия на среду обитания человека, приводится лишь небольшая формулировка, где таким источником признается объект капитального строительства, за контуром которого негативное воздействие превышает санитарно-эпидемиологические нормы;

– появляются термины, ранее не фигурировавшие ни в одном другом документе, которым не даны определения: «порядок определения контрольных точек и показателей воздействия», «контур объекта»;

– устанавливаются требования к формированию санитарно-защитной зоны от контуров объектов капитального строительства, в то время как СанПиН предусматривал это от границ земельных участков;

– не раскрыты вопросы по разработке проектной документации в отношении санитарно-защитных зон и проведению измерений негативного воздействия на атмосферный воздух.

В августе 2018 года был принят Федеральный закон № 342-ФЗ «О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации», окончательно закрепляющий порядок регулирования санитарно-защитных зон [1]. Земельный кодекс РФ дополнен главой о зонах с особыми условиями использования территорий, где регламентированы цели создания и виды таких зон, а также порядок их установления, изменения и прекращения существования. Изменения внесены в Федеральный закон № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», в соответствие с которым санитарно-защитные зоны должны устанавливаться Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (далее – Роспотребнадзор), а положение о таких зонах – утверждаться Правительством Российской Федерации.

При сравнении редакций Федерального закона № 342-ФЗ и Постановления Правительства № 222 обнаруживаются новые противоречия, касающиеся урегулирования аналогичных вопросов. В Таблице представлен краткий и далеко не полный перечень расходящихся положений.

Таким образом, на протяжении многих лет нормативно-правовая документация по санитарно-защитным зонам принималась в порядке обратной иерархии: Постановление Главного государственного санитарного врача РФ → Постановление Правительства РФ → Федеральный закон. Документы, обладающие большей юридической силой, разрабатывались без учета действующих документов, что породило множество противоречий между их отдельными положениями.

Таблица. Анализ нормативно-правовых документов в части установления санитарно-защитных зон

| Требования Постановления Правительства № 222 (с 15 марта 2018 года) | Требования Федерального закона № 342-ФЗ (с 4 августа 2018 года) |
|---|---|
| 1. Основание для установления санитарно-защитной зоны: | |
| внесения сведений о санитарно-защитной зоне в ЕГРН; | до 1 января 2022 года – наличие соответствующего акта / согласования / решения, принятого до 04.08.2018. |
| 2. Внесение сведений об установленной санитарно-защитной зоне в ЕГРН: | |
| документы направляются органами Роспотребнадзора в орган регистрации прав по заявлению правообладателя, сделанному до 15.03.2019; | до 1 января 2022 года – документы направляются в орган регистрации прав правообладателями самостоятельно. |
| 3. Приведение земельных участков и объектов капитального строительства в соответствии с ограничениями: | |
| допускается в течение двух лет со дня установления санитарно-защитной зоны; | допускается в течение трех лет со дня установления санитарно-защитной зоны. |

В настоящее время на сайте Федерального портала проектов нормативных правовых актов (regulation.gov.ru) опубликована информация о разработке проектов постановлений Правительства РФ «Об утверждении Положения о санитарно-защитных зонах и признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации» и Главного Государственного санитарного врача РФ «О введении в действие санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.2.1/2.1.1.____-18 «Санитарно-защитные зоны, санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов». В случае их утверждения, действующие СанПиН и Правила утратят силу, а порядок правового регулирования санитарно-защитных зон станет более согласуемым с действующим федеральным законодательством.

Литература:

[1] О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон 03.08.2018 № 342-ФЗ // Официальный интернет-портал правовой информации http://www.pravo.gov.ru. – 04.08.2018.

[2] Об утверждении Правил установления санитарно-защитных зон и использования земельных участков, расположенных в границах санитарно-защитных зон: Постановление Правительства РФ от 03.03.2018 № 222: (с изм. и доп. от 31.05.2018, 21.12.2018) // Официальный интернет-портал правовой информации http://www.pravo.gov.ru. – 07.03.2018.

[3] О введении в действие новой редакции санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов»: Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 25.09.2007 № 74: (с изм. и доп. от 10.04.2008, 06.10.2019, 09.09.2010, 25.04.2014) // Российская газета. – 09.02.2008. – № 28.

# АНАЛИЗ И УПРАВЛЕНИЕ ПРИРОДНЫМИ РИСКАМИ ДЛЯ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ РОССИИ

Подгорная Т.И.
АО ДальТИСИЗ, г. Хабаровск

# ANALYSIS AND MANAGEMENT OF NATURAL RISKS FOR URBAN DEVELOPMENT IN THE FAR EAST OF RUSSIA

Podgornaya T. I.
AO Daltisiz, Khabarovsk

**Annotation:** The article presents the characteristics of the specificity of the defeat of the developed territory of the Far East by a complex of dangerous geological processes. Methodological approaches to the analysis of danger and risk of natural and man-made processes for the construction of various structures are considered

**Keywords:** Far East, dangerous geological processes, analysis, damage, risk, forecast, protective measures

Высокая степень пораженности территорий Дальнего Востока комплексом опасных экзогенных и эндогенных геологических процессов требует от специалистов объективно оценивать современное состояние геологической среды, риск от возможной активизации опасных процессов. Прогноз вероятного ущерба от каждого из процессов, позволяет предусмотреть эффективные защитные меры и снизить ожидаемые негативные последствия.

Геологическая среда предопределяет безопасность градостроительства, экологическую обстановку, устойчивое развитие либо деградацию городов. Геоэкологическая оценка осваиваемой территорий предусматривает изучение влияния рельефа, геологического строения и прочности грунтов, качества подземных и поверхностных источников воды, а также анализ опасности и риска геологических процессов для населения и всевозможных сооружений. Оценка опасности и риска геологических процессов является самой сложной частью характеристики геоэкологической ситуации в городах региона. Учитывая наличие более 20 видов опасных геологических процессов, Дальний Восток отнесен к территориям высокого риска строительного освоения в России. Для получения общих и частных геоэкологических оценок на этапе инженерных изысканий с использованием региональных закономерностей состояния геологической среды и результатов детальных изыскательских работ выполняется инженерно-геологическое районирование городских территорий и выявляется их пораженность различными видами геологических процессов (табл. 1). Наиболее сложными при освоении и застройке являются сейсмоопасные районы Сахалина, Камчатки, Хабаровского и Приморского краев, Амурской области и Еврейской Автономной области. При этом максимально опасны неустойчивые горные склоны, береговые склоны крупных рек и

морские побережья, подверженные эрозии, развитию оползней, осыпей и обвалов

Таблица 1. Характеристика инженерно-геологических районов в городах Дальнего Востока[1]

| Города | Инженерно-геологический комплекс пород | Подземные воды | Геологические процессы |
|---|---|---|---|
| **I инженерно-геологический район**<br>Терассированная равнина р. Амур и ее притоков | | | |
| Хабаровск<br>Благовещенск<br>Биробиджан<br>Амурск<br>Комсомольск-на-Амуре<br>Уссурийск | Биогенные отложения: торф<br>Аллювиальные и аллювиально-озерные отложения: глины, суглинки, пески, галька, гравий<br>Терригенные отложения: галька, гравий<br>Элювиальные образования: щебень и дресва осадочных и магматических пород | Болотные воды<br>Верховодка<br>Водоносный горизонт современных аллювиальных отложений<br>Воды трещинного типа | Сейсмичность 6 – 7 баллов<br>Речная эрозия и затопление<br>Заболачивание<br>Подтопление<br>Суффозия<br>Овражная и струйчатая эрозия<br>Оползни, осыпи<br>Морозное пучение грунтов |
| **II инженерно-геологический район**<br>Пологоволнистая и холмисто-увалистая поверхность возвышенностей | | | |
| Амурск<br>Хабаровск<br>Комсомольск-на-Амуре<br>Николаевск-на-Амуре | Делювиальные отложения: щебень, дресва, глины, суглинки<br>Древние терригенные отложения: глины, грубоокатанные щебень и дресва<br>Элювиальные образования: щебень, дресва, суглинки<br>Скальные осадочные и метаморфические породы | Верховодка<br>Воды трещинного типа | Сейсмичность 6 – 8 баллов<br>Речная эрозия<br>Овражная и струйчатая эрозия<br>Оползни, осыпи<br>Морозное пучение грунтов |
| **III инженерно-геологический район**<br>Низкогорный грядово-сопочный рельеф | | | |
| Владивосток<br>Находка<br>Советская Гавань<br>Ванино<br>Южно-Сахалинск<br>Корсаков<br>Холмск<br>Невельск | Аллювиально-морские и морские отложения: илы, глины, суглинки, пески, галька, гравий<br>Делювиальные отложения: щебень, дресва, глины, суглинки<br>Элювиальные образования: щебень, дресва<br>Скальные осадочные и магматические породы | Водоносный горизонт аллювиально-морских отложений<br>Верховодка<br>Воды трещинного типа | Сейсмичность 6 – 9 баллов<br>Цунами<br>Морская абразия<br>Речная эрозия<br>Овражная и струйчатая эрозия<br>Оползни, осыпи, обвалы<br>Морозное пучение грунтов |

Немало проблем создают периодически затапливаемые и болотистые участки речных пойм и надпойменных террас Амура и его притоков. Для многих портовых городов Сахалина, Хабаровского и Приморского края реальную опасность представляют не только землетрясения, но и цунами.

Необходимым этапом геоэкологических оценок является анализ и дифференциация территорий по степени опасности и риска для разных видов строительства от существующих и прогнозируемых природно-техногенных геологических процессов, которые по СП 115.13330.2016 [4] следует подразделять на «умеренно опасные», «опасные», «весьма опасные», «чрезвычайно опасные». В пределах рассматриваемой территории устанавливается перечень опасных процессов, место и время их действия, выявляются элементы риска (люди, сооружения), отмечается, каким образом угрожает опасность, какие потери возможны с экономической, социальной и экологической точки зрения (табл. 2). Такой подход в настоящее время используется специалистами АО ДальТИСИЗ при изысканиях на промплощадках, по трассам линейных объектов и др. [2].

Таблица 2 Прогноз геологической опасности и риска [2]

| Опасность | | | | | | Риск (ущерб) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Вид опасности | Где возможна | Когда существует | Чему угрожает | Каким образом проявляется | Категория опасности | В чем выражается | Категория риска |
| Подтопление подземными водами | Долины ручьев Пологий склон холма, | При интенсивной инфильтрации осадков В случае постоянных или аварийных утечек из коммуникаций При подпоре подземного потока фундаментами | ЗИФ, котельная, компрессорная, пождепо | Повышение влажности и снижение прочности грунтов, морозное пучение Разгрузка подземных вод в откосах Просачивание воды в подвалы Деформации фундаментов Коррозия трубопроводов Загрязнение поземных вод промстоками | опасная | Необходимость инженерной защиты объекта затраты на гидроизоляцию, устройство дренажа Необходимость замены трубопроводов и др. | Экономический Экологический |

Выполненный в табличной форме анализ позволяет выявить наиболее ущербоопасные процессы и на этапе инженерных изысканий давать рекомендации проектировщикам по использованию территории. Это дает возможность заранее предусматривать ресурсы для инженерной защиты на сложных, социально значимых территориях, на участках жилой застройки или промышленных предприятий. Целесообразно, по возможности, избегать «весьма опасные» и «чрезвычайно опасные» для строительства участки. На участках, «опасных» по интенсивности или площади проявления геологических процессов, градостроительная деятельность должна предусматривать комплекс современных инженерных защитных мер, направленных на снижение или устранение природного риска в соответствии с СП 116.13330.2012 [5]. На участках развития «умеренно опасных» процессов рекомендуется строительство с применением профилактических мер охраны природной среды. Например, с использованием зонирования по степени опасности и риска были размещены многофункциональные ком-

плексы на береговых оползнеопасных склонах Амура, а также на низменных амурских островах в зоне риска наводнений.

Приобретение навыков анализа геологической опасности и риска – это важный этап профессиональной подготовки специалистов, на плечи которых ложится ответственность за безопасное размещение зданий и сооружений в сложных инженерно-геологических и природно-климатических условиях Дальнего Востока. Изложенная методология была принята автором за основу при разработке учебного пособия «Анализ опасности и риска природно-техногенных процессов для строительства» [3] для учебного курса «Устойчивое развитие города» для специалистов и бакалавров ТОГУ по направлению «Архитектура», «Городское строительство и хозяйство».

Литература:
1. *Подгорная Т.И.* Прогноз и оценка природных рисков для строительства на региональном уровне// Новые идеи нового века 2010: материалы 10-й межд. научной конференции ИАС ТОГУ. – Хабаровск: Изд-во ТОГУ, 2010. – Т. 2. – С. 228-235.
2. *Подгорная Т.И.* Специфика оценки геологической опасности и риска для размещения промышленных комплексов и транспортных систем на Дальнем Востоке// Сергеевские чт. Роль инженерной геологии и изысканий на предпроектных этапах строительного освоения территорий. Вып. 14. Материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии (22 марта 2012) – М.:РУДН, 2012.– С. 308-314
3.Анализ опасности и риска природно-техногенных процессов для строительства: Учебное пособие/ Т.И. Подгорная.–Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. Гос.ун-та, 2013. 103с.
4. СП 115.13330.2016 (СНиП 22-01-95) Геофизика опасных природных воздействий. М.: 2016
5. СП 116.13330.2012 (СНиП 22-02-2003) Инженерная защита территорий, зданий, сооружений от опасных геологических процессов. М. Госстрой России, 2012.

## ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗОНИРОВАНИЕ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ КАК ИНСТРУМЕНТ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ НЕДРОПОЛЬЗОВАТЕЛЯМИ И КОРЕННЫМИ МАЛОЧИСЛЕННЫМИ НАРОДАМИ КРАЙНЕГО СЕВЕРА НА ПРИМЕРЕ ПРИРОДНОГО ПАРКА «НУМТО»

Прошина В.В., Подковырова М.А., Курашко И.А.
ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», г.Тюмень, Россия

## FUNCTIONAL ZONING OF SPECIALLY PROTECTED NATURAL TERRITORIES AS AN INSTRUMENT OF INTERACTION BETWEEN SUBSOIL USERS AND INDIGENOUS SMALL-NUMBERED PEOPLES OF THE FAR NORTH ON THE EXAMPLE OF THE NATURE PARK «NUMTO»

Proshina V.V., Podkovyrova M.A., Kurashko I.A.
Tyumen Industrial University, Tyumen, Russia

**Abstract.** The article presents an analysis of the functional zoning of the natural park as a special mode of land use in the extraction of mineral resources (subsoil users) and the conduct of the traditional economic activities of indigenous peoples of the far north (khanty and nenets).

**Keyword:** mining, legal regime of land use, specially protected natural areas, Far North, unique territories.

С каждым годом роль нефтегазовой отрасли в становлении и стабилизации экономики страны растёт прогрессирующими темпами. Большую часть дохода государству приносит статья экспорта углеводородного сырья. При этом большая часть минеральных ресурсов сосредоточена в районах Крайнего Севера, где наряду с экстремально суровыми климатическими условиями, на протяжении многих столетий складывалось традиционное природопользование коренных малочисленных народов.

Многоцелевое и крупномасштабное освоение Северных территорий часто сопровождается нанесением значительного ущерба природным ресурсам, в особенности земельным, в результате чего происходит деградация и уничтожение оленьих пастбищ, охотничьих и промысловых угодий, которые являются основными объектами хозяйственной деятельности коренных народов. И, зачастую, недропользователям приходится разрабатывать и добывать полезные ископаемые на территориях, имеющих особо ценное, природное, культурное и эстетическое значение, находящихся под государственной охраной, речь идёт об особо охраняемых природных территориях (ООПТ) [2].

Для предотвращения неблагоприятных антропогенных и техногенных воздействий на окружающую среду ООПТ разработан инструмент защиты данной территории – функциональное зонирование, которое устанавливает дифференцированный режим использования земель в границах ООПТ. Функциональные зоны и режим особой охраны территории определяются Положением о конкретном ООПТ в индивидуальном порядке [1].

Для того, чтобы определить место и значимость функциональных зон в отношениях, возникающих между представителями нефтегазовой отрасли и местных проживающих народов, проведён анализ функционального зонирования и правового режима особой охраны Природного парка «Нумто».

Природный парк «Нумто» образован в 1997 году, но так сложилось, что лицензионные участки под промышленное освоение были переданы ПАО «Сургутнефтегаз» до организации парка, то они почти полностью пересекают территорию ООПТ. В результате этого образовалась конфликтная ситуация между двумя сторонами – местными коренными жителями и представителями добывающей компании (рис.1).

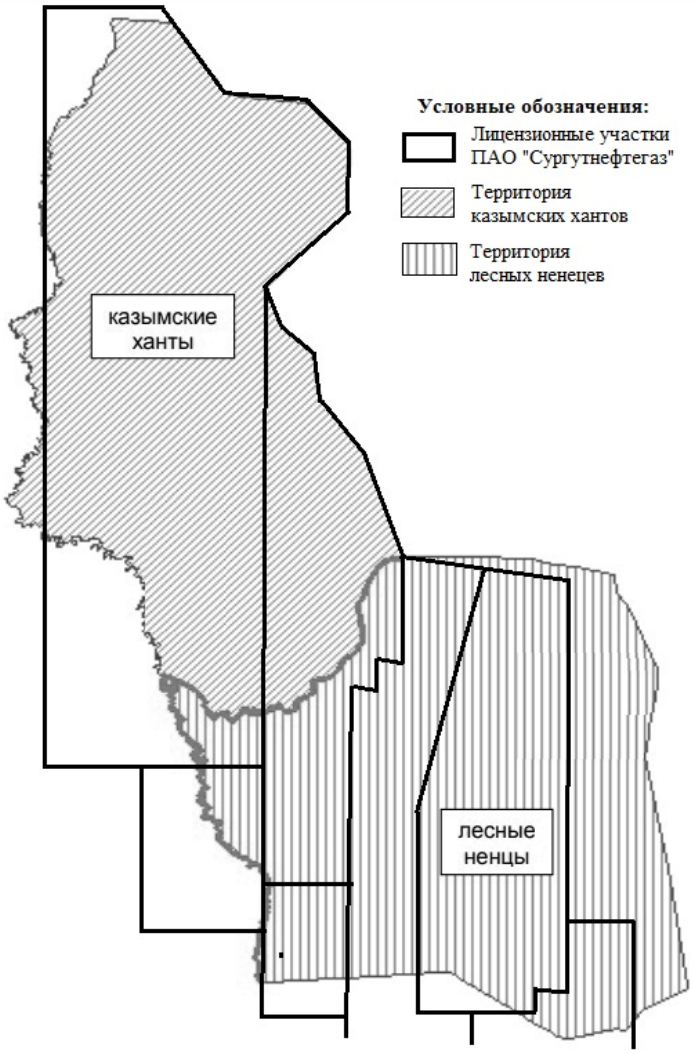



Рис. 1. Лицензионные участки ПАО «Сургутнефтегаз» и территории коренных малочисленных народов (ханты и ненцы) в границах природного парка «Нумто»

И та, и другая сторона на равных условиях могут заниматься своей деятельностью. Однако, история местных народов – хантов и ненцев берёт свои истоки с первой половины второго тысячелетия нашей эры, когда зародились основные черты материальной и духовной культуры. Казалось бы, хозяевами данной территории должны быть местные жители, ведь и государство нацелено на сохранение исконной среды обитания и традиционного образа жизни малочисленных народов, но также оно имеет интерес в повышении экономического статуса страны и утверждении своих позиций на мировом рынке [3].

Ввиду малоизученности территории и изменения существующего законодательства по охране и использованию ООПТ, на протяжении 20 лет существования Природного парка «Нумто» функциональное зонирование претерпевало ряд изменений – менялись Положение о парке, площадь, количество и названия зон, виды разрешенной деятельности и правовой режим использования территории. Но, главным инициатором нововведений

была компания ПАО «Сургутнефтегаз», которая в надежде на изменение правового статуса функциональных зон, требовала проведения нового зонирования. Целью недропользователя являлось выделение в зоне заказного режима зоны хозяйственной деятельности, правовой режим которой позволяет вести разведку и добычу полезных ископаемых (рис.2).

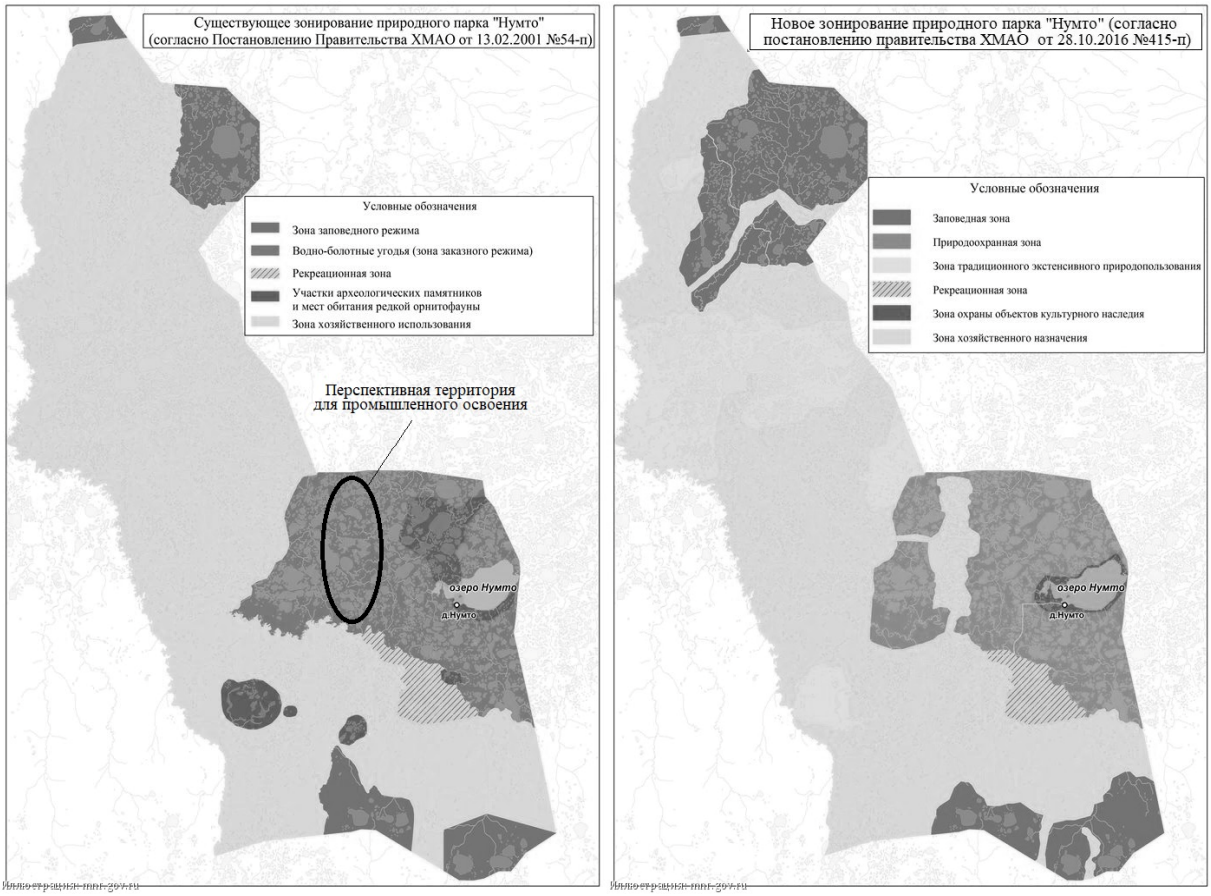



Рис. 2. Изменение функционального зонирования природного парка «Нумто»

Дело в том, что традиционное природопользование разрешено почти во всех зонах, кроме заповедной. В зоне хозяйственного назначения и зоне традиционного экстенсивного природопользования деятельность предназначена исключительно для ведения хозяйства коренными малочисленными народами. В природоохранной, рекреационной зонах и зоне охраны объектов культурного наследия – частично с ограничениями.

Что касается поиска, разведки и эксплуатации месторождений углеводородов, то промышленное освоение разрешено только в зоне хозяйственного назначения [4].

Новое зонирование позволяет учесть интересы всех сторон, и является регулятором взаимоотношений между разными видами хозяйственной деятельности – традиционного природопользования у коренных малочисленных народов и добычи полезных ископаемых у недропользователей. Существующее положение позволяет добывающей компании на легальных

правах размещать свои объекты в пределах выделенной им зоны, но при этом не запрещает вести устоявшийся быт и сохранять многовековые обычаи местным жителям. Государство закрепляет правовой статус использования таких земель через выделение внутри особо охраняемых природных территорий дифференцированных зон с конкретными видами разрешенной деятельности.

Литература:

1. Об особо охраняемых природных территориях [Электронный ресурс]: федеральный закон от 14.03.1995 г., N 33-ФЗ // СПС «Консультант плюс».

2. Олимпиева, И. Природа социального партнерства между нефтедобывающими компаниями и коренным населением северных районов (на примере конфликта вокруг парка «Нумто») [Текст] / И. Олимпиева: материалы XXIII Междунар. симпозиум «Пути России», «Север-Юг». – Москва, 2016. – С. 51 – 61.

3. О положении о природном парке «Нумто»: постановление Правительства ХМАО-Югры от от 28.10.2016 №415-п.

4. Ткачев, Б.П. Зонирование природного парка «Нумто» [Текст] / Б.П. Ткачев // Современное состояние и перспектива развития сети особо охраняемых природных территорий в промышленно развитых регионах: материалы Межрегион. Конф., посвящ. 20-летию природного парка «Нумто»: сб. науч. статей. - Екатеринбург: рекламно-производственная компания «Ассорти», Нижневартовск: Издательство Нижневарт. гос. ун-та, 2017. - С. 170-173.

## ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЗРАБОТКИ ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ АЙНСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Прянишников Е.Г., Ольховатенко В.Е.
Томский государственный архитектурно–строительный университет, г. Томск

## GEOLOGICAL CONDITIONS OF DEVELOPMENT BY THE OPEN METHOD OF THE AINSKOE GOLD FIELD

Pryanishnikov E.G., Olkhovatenko V.E.
Tomsk State University of Architecture and Building, Tomsk

При разработке открытым способом месторождений полезных ископаемых возникает целый комплекс проблем, обусловленных нарушением геодинамического равновесия в окружающей среде, загрязнением атмосферы, поверхностных и подземных вод. Под воздействием открытого способа разработки происходят необратимые изменения ландшафта, обусловленные появлением глубоких выемок и высоких насыпей. Изменения напряженно-диформированного состояния пород в бортах карьеров приводит к нарушению геодинамического равновесия в эксплуатации золоторудных месторождений и возникновению чрезвычайных ситуаций.

С целью решения проблемы устойчивости бортов карьеров и обеспечения геоэкологической безопасности на территории Айнского золоторудного месторождения были проведены геоэкологические исследования, включающие оценку влияния всех природных факторов на разработку месторождения открытым способом. Особое внимание при этом уделялось изучению состава и физико-механических свойств горных пород, позволившие обосновать расчетные характеристики и выполнять расчеты устойчивости бортов карьеров.

Айнское золоторудное месторождение расположено в южной части о. Уруп, который является составной частью Большой Курильской гряды. В геологическом строении месторождения принимают участие следующие стратиграфо-генетические комплексы пород:

- современные четвертичные отложения ($Q_{III}$);
- вулканогенно-осадочные и осадочные отложения рыбаковской свиты ($N_3rb$);
- субвулканические образования рыбаковского вулканического андезитового комплекса ($eN_3rb$);
- гидротермально измененные породы.

*Четвертичные отложения* представлены глинистыми породами и щебенистым грунтом, имеют небольшую мощность и существенного влияния на устойчивость бортов карьеров оказывать не будут. *Отложения рыбаковской свиты* представлены туффитами, имеющими горизонтальные или наклонные (7-10%) залегания. *Субвулканические образования рыбаковского андезитового комплекса* содержат в своем составе андезиты, базальты, диориты, дациты. *Гидротермально измененные породы* представлены кварцитами, кварцевыми метасоматитами, аргиллизитами, тектонической брекчией. В тектоническом строении кайнозойских образований важная роль принадлежит дизъюнктивным дислокациям, в то время как пликативные дислокации проявлены слабо. Вулканогенно - осадочные и вулканические породы рыбаковской свиты имеют пологое монокпинальное залегание с северно-восточным простиранием, что является благоприятным фактором для разработки месторождения открытым способом. С целью прогнозной оценки устойчивости бортов карьеров для всех выделенных в разрезе инженерно-геологических типов пород проведены детальные исследования физико-механических свойств, построены паспорта прочности, установлены нормативные и расчетные значения прочностных характеристик.

Всего в разрезе Айнского золоторудного месторождения выделено 13 инженерно-геологических типов пород, характеристика физико-механических свойств которых приведена в таблице 1. Как видно из приведенных данных наиболее прочными являются вторичные кварциты, для которых предел прочности на одноосное сжатие изменяется от 14,7 до 24,10 МПа, при среднем значении 19,40 МПа. По своим прочностным ха-

рактеристикам близки к кварцитам андезиты, среднее значение предела прочности на одноосное сжатие которых 18,68 МПа, угла внутреннего трения 35$^{o}$ и удельного сцепления 4,85 МПа.

Таблица 1. Физико - механические свойства горных пород Айнского золоторудного месторождения

| | **Типы пород** | **Физико-механические свойства** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **ρ, г/см$^3$** | **$\sigma_{сж}$, МПа** | **$\sigma_{р}$, МПа** | **φ, град** | **С, МПа** |
| 1 | Туффиты псефитовые | 2,00-2,50<br>2,21 | 1,38-26,80<br>8,23 | 0,23-4,50<br>1,39 | 22-35<br>30 | 0,37-8,00<br>2,28 |
| 2 | Туффиты псаммитовые | 2,05-2,27<br>2,17 | 1,80-36,0<br>11,38 | 0,30-600,62<br>1,89 | 27-42<br>33 | 0,50-2,25<br>1,58 |
| 3 | Туффиты алевро-псаммитовые | 2,37-2,68<br>2,52 | 1,79-36,4<br>19,09 | 0,29-0,07<br>3,18 | 34-36<br>35 | 0,42-8,70<br>4,56 |
| 4 | Туффиты аргиллизированные | 2,30-2,36<br>2,34 | 3,96-16,88<br>11,33 | 0,66-2,81<br>1,88 | 30-38<br>32 | 0,75-5,00<br>3,18 |
| 5 | Аргиллизиты по туффитам | 2,07-2,59<br>2,24 | 1,48-21,0<br>6,31 | 0,24-5,32<br>1,32 | 25-45<br>33 | 0,60-580<br>1,72 |
| 6 | Аргиллизиты по псефитовым туффитам | 2,18-2,42<br>2,32 | 0,72-6,19<br>3,25 | 0,12-1,26<br>0,59 | 29-36<br>32 | 0,18-1,75<br>0,86 |
| 7 | Аргиллизиты по псаммитовым туффитам | 2,36 | 0,72-5,33<br>3,02 | 0,12-0,75<br>0,43 | 32-34<br>33 | 0,18-1,50<br>0,84 |
| 8 | Продвинутые аргиллизиты | 1,94-2,53<br>2,25 | 2,60-21,50<br>8,76 | 0,43-3,50<br>1,47 | 30-43<br>35 | 0,60-4,30<br>2,00 |
| 9 | Андезиты | 2,39-2,70<br>2,26 | 8,13-27,81<br>18,68 | 2,32-8,61<br>4,19 | 34-40<br>35 | 2,00-7,00<br>4,85 |
| 10 | Дациты | 2,31-2,40<br>2,36 | 2,10-6,72<br>3,99 | 0,35-1,12<br>0,79 | 27-33<br>31 | 0,62-1,75<br>1,04 |
| 11 | Кварцевые метасоматиты | 2,18-2,32<br>2,24 | 2,56-22,37<br>12,69 | 0,43-3,71<br>2,20 | 38-40<br>39 | 0,55-6,00<br>10,93 |
| 12 | Тектоническая брекчия | 2,47-2,63<br>2,55 | 2,30-6,60<br>4,45 | 0,60-1,10<br>0,85 | 39 | 0,50-1,50<br>1,0 |
| 13 | Вторичные кварциты | 2,12-2,25<br>2,18 | 14,7-24,10<br>19,40 | 2,40-4,00<br>3,20 | 35 | 4,00-7,00<br>5,50 |

Среди выделенных разновидностей туффитов (таблица 1), наибольшими прочностными характеристиками обладают алевропсаммитовые разности, для которых предел прочности на одноосное сжатие в среднем составляет 19,09 МПа, угол внутреннего трения 35°, а удельное сцепление 4,56 МПа. Самой низкой прочностью обладают аргиллизиты по псефитовым туффитам, предел прочности которых не превышает 6,19 МПа, а среднее значение составляет 3.25 МПа.

Так же низкие значения прочносгных свойств получены для псаммитовых туффитов. Средняя прочность на одноосное сжатие которых составляет 3,02 МПа. Все расчетные методы оценки устойчивости откосов основаны на применении теории предельного равновесия и освещается в работах А.М. Демина [1], В.Е. Ольховатенко [2], Г.Л. Фисенко [3] и других. Основным количественным показателем, использованным при локальной оценке и прогнозе устойчивости склонов, является коэффициент устойчивости, представляющий собой отношение сумм удерживающих и сдвигающих сил, действующих на поверхности предполагаемого смещения оползневого тела. С учётом особенностей инженерно-геологического строения месторождения в качестве расчетного использовался метод логарифмической спирали. Данный метод основан на теории предельного равновесия, а для построения поверхности скольжения рассчитываются радиусы с наименьшим коэффициентом устойчивости. Расчетные параметры сопротивления грунтов сдвигу для каждого расчётного сечения принимались как средневзвешенные значения массива, рассчитанные по характерным для каждого борта колонкам инженерно-геологической скважины.

Таблица 2.

| Р.Л. | Скважина | Борта карьера | Средневзвешенные расчетные характеристики | | | Коэффициент устойчивости | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $\nu$, кН/м$^3$ | $\varphi$, град. | С, кПа | Без учета сейсмичности | С учетом сейсмичности |
| 82 | 281 | правый | 23,8 | 29,7 | 20,6 | 1,59 | 1,23 |
| | 282 | левый | 23,2 | 31,8 | 25,5 | 1,62 | 1,25 |
| 90 | 215 | правый | 22,1 | 29,7 | 19,6 | 1,92 | 1,41 |
| | 225 | левый | 28,6 | 28,6 | 18,3 | 1,60 | 1,21 |

Обработка полученных результатов исследований методом математической статистики позволила установить нормативные и расчетные характеристики пород с использованием которых выполнены расчеты устойчивости бортов карьера (таблица 2). Как видно из приведенных данных коэффициент устойчивости без учета сейсмичности для правого борта (линия 82, скв. 281), составляет 1,59, для левого борта -1,62. По разведочной линии 90 имеем коэффициент устойчивости 1.92 (правый борт) и 1,60 (левый борт). С учетом сейсмичности коэффициент устойчивости снижается до 1,21 для левого борта по линии 90 и 1,23 для правого борта по линии 82.

Выше оказался коэффициент устойчивости для правого борта по линии 90, его величина составляет 1,41. Полученные расчетами коэффициенты устойчивости оказались выше нормативных значений.

Отсюда можно сделать вывод, что устойчивость бортов карьеров и геоэкологическая безопасность на весь период отработки золоторудного месторождения будут обеспечены.

Литература:
[1] Демин А.М. Оползни на карьерах: Анализ и прогноз. - М.:ГЕОС, 2009. - 79 с. 2. Ольховатенко В.Е. Инженерная геология угольных месторождений Кузнецкого бассейна.-Томск.: Изд-во Том.гос.архит.-строит. ун-та, 2014. - 150 с. 3. Фисенко Г.Л. Устойчивость бортов карьеров и отвалов.- Изд. 2-е перераб. и доп. - М.: Недра, 1965. -376 с.
[2] Ольховатенко В.Е. Инженерная геология угольных месторождений Кузнецкого бассейна.- Томск: Изд-во Том. гос. архит. – строит. ун-та, 2014.- 150 с.
[3] Фисенко Г.Л. Устойчивость бортов карьеров и отвалов.- Изд. 2-е перераб. и доп. – М.: Недра, 1965. - 376 с.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИИ КАК СОВРЕМЕННЫЕ ПРИРОДООХРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РОССИЙСКОЙ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ ПРИ ОСВОЕНИИ АРКТИКИ

Ракитин Т.Д., Хорошавин А.В.
Санкт-Петербургский государственный университет (СПБГУ)

## ECOLOGICAL INNOVATIONS ARE LIKEWISE THE MODERN ENVIRONMENT-ORIENTED TECHOPLOGIES IN RUSSIAN PETROLEUM REALM FOR DURING RECLAMATION OF ARCTIC

Rakitin T.D., Khoroshavin A.V.
Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia

**Annotation.** In theme is reviewed Russian petroleum companies realize a policy of installation the modern technologies or Best Available Technology (BAT) named for safety and maintenance of environmental ecosystems Arctic. In report is will be suggested examples of innovations integrated and applied by Russian companies which reducing manmade environmental load.

**Key words:** ecological safety of Arctic, ecological innovations, Russian petroleum companies, BAT, renewable power sources.

В арктическом регионе суровые природно-климатические условия, значительно осложняют для российских нефтегазовых компаний процессы нефтедобычи, разведки полезных ископаемых и транспортировки нефти, а также газа. Ряд углеводородных месторождений расположены в шельфовых зонах в бассейнах морей Северного Ледовитого океана. Согласно доктрине «Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и

обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года» [3], Арктика и её зоны Северного Ледовитого океана, с прилежащими островами, считаются «полем» для финансово-хозяйственного развития, имеющее стратегическое значение для РФ.

В связи с началом разработки месторождений выросла интенсивность антропогенного воздействия на окружающую среду (ОС), а также на малочисленные народы севера (МНС), исконно живущие и расселившиеся по северным территориям и находящиеся в зависимости от биоресурсов морей Северного Ледовитого океана [9].

Значимая роль повышения воздействия на ОС в Арктике связана с деятельностью российской нефтегазовой отрасли, которая находится в выгодных условиях, так как РФ занимает площадь Арктики около 40% [2]. В свою очередь, обостряется вопрос об экологической безопасности (ЭБ), считающимся одним из пунктов риска национальный доктрины РФ, где говорится о низкой устойчивости экологическим систем, которые поддерживают равновесие на Земле [3].

На текущий момент, освоением шельфовых зон Арктики занимаются такие компании как «Газпромнефть», «Лукойл», «Роснефть» рис. 1 [2].

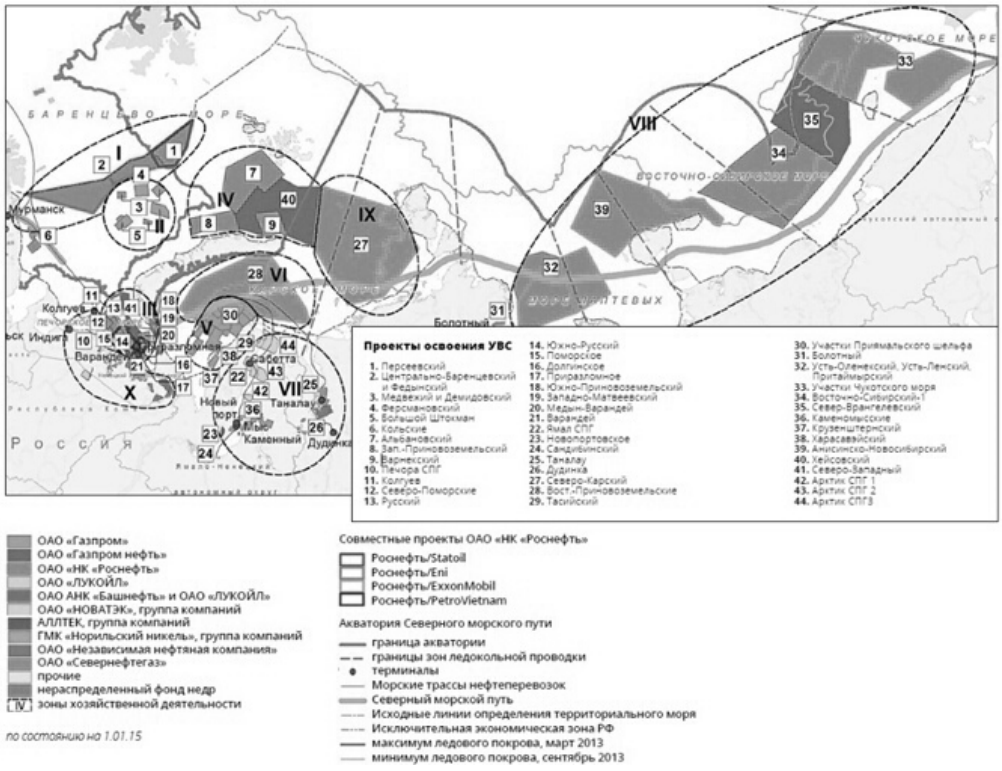



Рис. 1. Лицензированные участки по добыче углеводородов [2]

Как видно из рис. 1, области дебета скважин по добыче углеводородов и Северный Морской Путь (СМП) распространены вдоль приарктических территорий, а также в бассейнах морей Северного Ледовитого океана. Такие нефтегазовые гиганты как «Газпромнефть», «Лукойл» и «Роснефть»

занимают ведущие позиции по разработке, извлечению и трансферу природных ресурсов [4].

Поэтому, в рамках доклада, рассмотрена деятельность ведущих нефтегазовые компании РФ такие как «Газпромнефть», «Лукойл» и «Роснефть» в области экологических инноваций.

Так, например, в «Газпромнефть – Ямал» в 2017 году была введена в эксплуатацию первая в России ветро-солнечная электростанция «Юрта» мощностью 47,5 кВт. Данный гибридный комплекс можно отнести к классификации ЭИ как возобновляемый источник энергии (ВИЭ) и к типам как гелио- и эоловая энергетика. Технический комплекс позволяет снижать энергонагрузку на ОС за счёт аккумуляции солнечной энергии, а также без проектирования и строительства линейных электропередач. «ЮРТА» спроектирована для работ при низких и экстремально-низких диапазонах температур до – 60 $^0$С., кроме того, вертикальная форма ветроустановки позволяет вырабатывать электричество вне зависимости от направления ветра [1].

В научно-техническом комплексе компании «Лукойл» была разработана и внедрена энергосберегающая технология такая как вентильные двигатели рис. 2 [8].

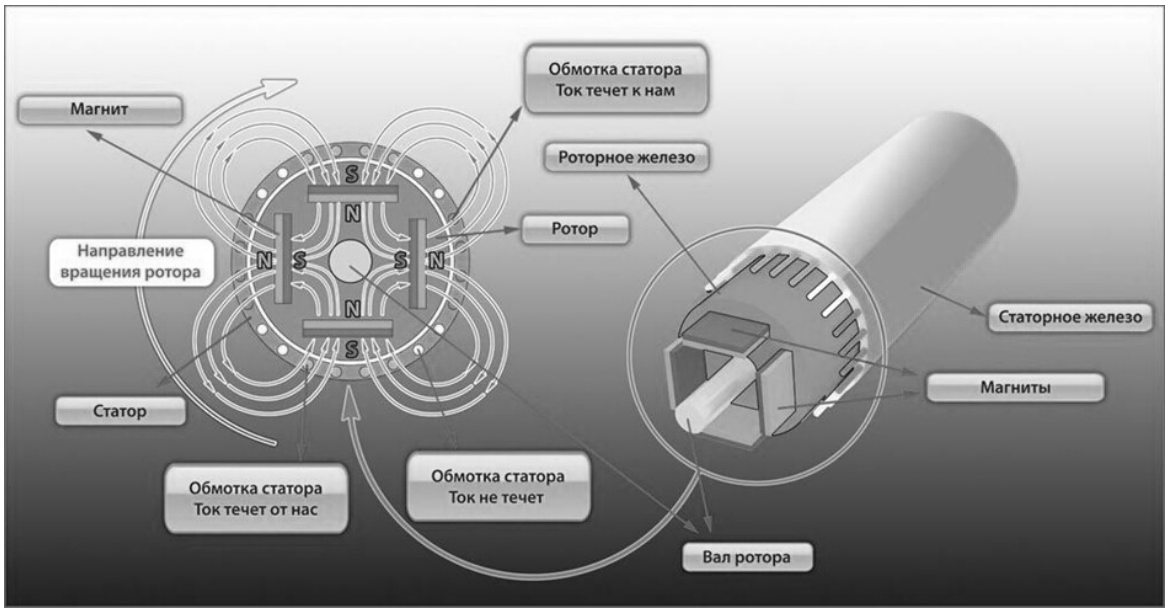



Рис. 2. Чертёж в разрезе вентильного двигателя [8]

Технология разрабатывалась 20 лет и была утверждена в 2017 году. Вентильные двигатели заменили асинхронные двигатели, повысив КПД работы при погружении для добычи нефти на 24% параллельно снизив энергопотребление более чем на 10%. Оборудование планируется поставлять не только в организации ЛУКОЙЛа, но также и на внутренний и международный рынки [5].

Согласно отчетности по устойчивому развитию за 2017 год «Роснефть» [6], компания уделяет особое внимание ООС. В случае аварийных ситуаций, а именно разливов нефти в Арктике при добыче или транспортировке, научным подразделением «Роснефть» разработали и применяемы психрофильные микроорганизмы, которые локализуют, разлив нефти при пониженных температурах таблица [7].

Таблица. Результаты испытаний биопрепарата

| **Отбор проб и скрининг активных микроорганизмов** | **Лабораторные испытания** | **Натурные испытания и разработка формы микробного** |
|---|---|---|
| В портовой зоне северных городов (Мурманск, Кандалакша, Владивосток, Петропавловск- Камчатский) отобрано более 250 образцов воды, грунта, органического материала. С помощью новой методики, разработанной МГУ, выделено более 30 штаммов, активно утилизирующих углеводороды при температурах от +10°С до -1°С | Смоделированы условия северных морей (высокая соленость, низкие температуры воды, недостаток питательных веществ). Проведена оценка активности микроорганизмов в отношении нефти при различных значениях внешних факторов. Утилизация углеводородов чистыми культурами и ассоциациями микроорганизмов составила до 86%. | Проведены натурные испытания на Беломорской биостанции МГУ, позволившие отобрать эффективные штаммы в реальных арктических условиях. В результате разработан прототип микробного биопрепарата. Планируется создание уникальной технологической формы биопрепарата, которая позволит доставлять микроорганизмы в область загрязнения. |

Как видно из таблицы, проведённые эмпирические исследования и смоделированные испытания в лабораторных условиях показали возможность борьбы биодеструкторов при температурах от -10С до +10 0С, а также утилизация углеводородов чистыми аквокультурами и ассоциациями микроорганизмов, что составила 86% [8].

Таким образом, при освоении Арктики нефтегазовыми российскими компаниями используются экологические инновации, например, энергоэффективные технологии, которыми являются ВИЭ гибридная ветросолнечная энергостанция «ЮРТА» от компании «Газпром нефть»; вентильные двигатели «Лукойл», минимизирующие потребление энергии на 10% и одновременно повышающие КПД агрегата на 24% и «Роснефть», внедрившие биопрепараты на основе психрофильных микроорганизмов, локализирующие разливы нефти при авариях на буровых платформах или при транспортировании нефти танкерами.

Литература:

1. «Газпром нефть». Отчётность в области устойчивого развития [Электронный ресурс]. – URL: https://www.gazprom-neft.ru/annual-reports/2017/GPN_CSR2017_RUS_200718.pdf, свободный (Дата обращения: 20.03.19);
2. Григорьев М. Мониторинг развития инвестиционных проектов по освоению углеводородов арктического шельфа с целью оценки рынка услуг поставщиков

Северо-Запада // 7-я Международная конференция «Освоение Арктики: шаг за шагом». Мурм. – 2014;
3. Законы, кодексы и нормативно-правовые акты Российской Федерации. Стратегия развития Арктики [Электронный ресурс]. – URL: http://legalacts.ru/doc/strategija-razvitija-arkticheskoi-zony-rossiiskoi-federatsii-i/, свободный (Дата обращения: 19.03.2019);
4. Конышев В.Н. и Сергунин А.А. Освоение природных ресурсов Арктики: пути сотрудничества России с Китаем в интересах будущего // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. СПБ.: 2012. №39 (180). 1 – 8 с.
5. «Лукойл». Отчёт о деятельности в области устойчивого развития группы «Лукойл» за 2017 год [Электронный ресурс]. – URL: http://www.lukoil.ru/FileSystem/9/228275.pdf, свободный (Дата обращения: 20.03.19);
6. «Роснефть». Отчёт в области устойчивого развития [Электронный ресурс]. – https://www.rosneft.ru/upload/site1/document_file/RN_SR2018_rus_web_1.pdf, свободный (Дата обращения: 19.03.2019);
7. Роснефть. Экологические инновации: практический опыт ОАО «НК РОСНЕФТЬ» [Электронный ресурс]. – URL: https://www.rosneft.ru/upload/site1/attach/0/88/93/presentation_eco.pdf, свободный. – (Дата обращения: 19.03.2019);
8. РИТЭК-ИТЦ. Инновационные энергосберегающие технологии для нефтяной отрасли / Rusnanotech. III-й международный форум по нанотехнологиям. – М. – 2010. С. 31;
9. Силакова В.В. Реализация мероприятий по усилению экологической безопасности в нефтегазовом комплексе на основе научно-технического сотрудничества // Анализ видов экономической деятельности. Экономический анализ: теория и практика, – 2012. №1 (256). С. 17 – 23;

# ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ

Ровенская О.П., Масалова А.А.
Армавирский механико-технологический институт (филиал)
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир

# ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF WASTE PROCESSING

Rovenskaya O. P., Masalova A. A.
Armavir Institute of Mechanics and Technology (branch)
of FSBI HE «Kuban State Technological University»

**Abstract:** this article deals with the problem of waste and garbage disposal, in order to ensure the reuse of raw materials, energy and materials, as well as the main technological methods of their processing.

**Key words:** emission, utilization, garbage, waste, atmosphere, toxins, secondary raw materials.

Переработка отходов – это деятельность, заключающаяся в обращении с отходами с целью обеспечения повторного использования полученного сырья, энергии и материалов [1, 2].

С каждым годом люди потребляют все больше продуктов, следовательно, число отходов растет соразмерно. Сегодня из-за этого проблема их утилизации стоит наиболее остро. Решением может стать переработка отходов. К сожалению, до сей поры люди вывозили мусор на отдельную территорию, где он просто залеживался. Однако сейчас ситуация постепенно улучшается.

В России 94% отходов направленно на утилизацию (захоронение) и лишь 6% - на переработку. Тем временем в Европейских странах 40% утилизируется, 40% вторично используют, а 20% перерабатывают в энергию. Очевидно, что переработке в Европе уделяют больше внимания. Почему? Дело в ограниченности ресурсов. Для столь малых стран, как на западе, сохранение ресурсов – важный стратегический ход [3,4].

Однако! Какой бы прекрасной вещью не казалась переработка, в ней существуют и негативные черты.

Одной из таких черт является распространение неперабатываемых веществ. Например, в целой сотне зданий в Тайване, построенных с использованием переработанной стали, были найдены частицы свинцовой краски, из-за которых жильцы постоянно подвергались гамма-облучению.

Еще одной проблемой являются вредные выбросы в атмосферу. Иногда перерабатывающие предприятия делают больше токсичных выбросов, чем какие-либо другие. Одним из самых загрязняющих процессов является переработка макулатуры. Бумага режется до однородной смеси, а затем из нее химическим путем удаляется типографская краска и бумажное волокно. Куда это все потом девается? Сжигается или отправляется прямиком на свалку, где будет отравлять почву. А некоторые виды пластика невозможно переработать, поэтому его сжигают, все это естественно летит никуда иначе как в атмосферу [5-7].

Так же некоторые процессы попросту нерентабельны. Например, на переработку 1 тонны полиэтиленовых пакетов тратится около $4000, а продается та же самая тонна за $32. Тут, по-нашему, все очевидно.

Если же переработка выгодна, то она оставляет после себя «хвосты» в виде вредных выбросов. В любом случае часть отходов отправляют или на свалку или в топку. И топка по ряду параметров иногда предпочтительнее.

Но, несмотря на это, переработка отходов не всегда вредит природе, и она имеет место быть. Во-первых, переработка мусора делает окружающую среду чище, а во-вторых, отсрочит время восстановления многих природных ресурсов, которые легко заменяются вторичным сырьем. Переработка макулатуры, например, позволит сохранить леса от вырубки, а ведь деревья – это легкие нашей планеты.

После такого длинного представления процесса переработки можно рассказать и о её методах. В настоящее время разрабатываются различные технологии переработки отходов в полезное вторсырье. Среди всех технологий переработки мусора можно выделить самые популярные:

Термические:

Сжигание на полигонах – данный способ утилизации сокращает объемы заполненных площадей с одной стороны, но наносит колоссальный вред экологии – с другой.

Низкотемпературный пиролиз – отсутствие выброса вредных веществ в атмосферу и образование большого количества тепла, которое можно использовать для получения электрической и тепловой энергии.

Плазменная переработка - не подразумевает жестких требований к исходному сырью, соответственно утилизировать можно даже неотсортированное сырье. Образуется вторичная продукция, применяемая для изготовления строительных материалов и керамической плитки.

Утилизация (захоронение):

Отходы вывозятся на специально сконструированный полигон, где засыпаются слоем земли. Там мусор разлагается, выделяя при этом газметан. Переработка происходит рационально. С этой точки зрения такой способ является экономически выгодным.

Компостирование:

Такой способ актуален лишь для органических отходов. К ним относится бумага, растительность и пищевые отходы. Этот метод позволяет получить ценные удобрения, которые используются в сельском хозяйстве. В промышленности использование компоста неприемлемо, однако, для применения в частных владениях отлично подходит.

Сейчас человечество активно движется навстречу будущему. Делается многое для сохранения нашей планеты. К примеру, пару лет назад поступило предложение частично заменить пластик органическими или переработанными материалами (делать корпуса для техники из дерева, отказ от полиэтиленовых пакетов в пользу бумажных и т.д.).

Как говорилось ранее, уровень переработки мусора в Европе находится на очень высоком уровне. Заводы по утилизации также выглядят не в пример нашим, российским. И, наверное, самым известным и эталонным среди них по праву является переработке мусора в Вене. Этот завод перевернул все представления о мусоросжигательных заводах. Мало того, что он разместился в самом центре столицы Австрии, так его необычайный архитектурный стиль привлекает всё большее количество туристов [8, 24 – 26].

Из всего выше изложенного можно сделать вывод, что переработка отходов весьма неоднозначная отрасль. Она несет, как положительные черты, так и внушительные отрицательные, однако, это направление еще только развивается и огромная часть экологов «за» то, чтобы оно существовало и развивалось.

Литература:

[1]. Барабанщиков Д. А., Сердюкова А. Ф. Утилизация промышленных отходов // Молодой ученый. - 2017. - №25. - С. 101-104.

[2]. 57. Грищенко В.Е., Горовенко Л.А. Использование отходов производства в строительстве// РАЗВИТИЕ ПРИРОДООХРАННОЙ СИСТЕМЫ И ЭКОЛОГИИ ГОРОДА Материалы региональной научно-практической молодежной интернет-конференции. - Армавир: РИО АГПУ, 2017. - С. 134-136.

[3]. Указ Президента Российской Федерации от 05.01.2016 г. № 7 [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://kremlin.ru/acts/bank/40400

[4]. Коврига Е.В., Сумская О.А. Экологическая культура - важнейшее условие выживания человечества // Актуальные проблемы современного социокультурного пространства: Материалы Международной научно-практической конференции. – Краснодар, 2017. – С. 455-460.

[5]. Марченко В.Д., Коврига Е.В. Экологические проблемы утилизации и переработки отходов в Краснодарском крае // Развитие природоохранной системы и экологии города: Материалы региональной научно-практической молодежной интернет-конференции. – Армавир, 2017. – С 30-31.

[6]. Кузьмина Н.А., Коврига Е.В. Проблемы утилизации твёрдых бытовых отходов // Развитие природоохранной системы и экологии города: Материалы региональной научно-практической молодежной интернет-конференции. – Армавир, 2017. – С. 41-44.

[7]. Марченко В.Д., Коврига Е.В. О проблемах строительства мусороперерабатывающего завода на Кубани // Экологические аспекты развития современной цивилизации: Материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, преподавателей. КубГТУ, АМТИ, Кафедра ГД. – Армавир, 2017. – С. 114-116.

[8]. LIFE Focus / LIFE and waste recycling: Innovative waste management options in Europe//Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. — P. 24–26.

# pH-Eh УСЛОВИЯ ДОРОЖНЫХ ОСТАТКОВ ПРОТИВОГОЛОЛЁДНЫХ РЕАГЕНТОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МОНИТОРИНГА В 2016-2019 ГОДЫ В ЮЗАО г. МОСКВЫ

Романова И.В., Королёв В.А.
МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва

# MONITORING OF PH-EH CONDITIONS OF ROAD SALTS PRODUCTS IN SOUTH-EAST DISTRICT OF MOSCOW

Romanova I., Korolev V.
Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

**Annotation.** Widespread use of salts as deicing agents on roads has been perceived as a significant source of environmental and economic damage. The usage of NaCl as a basic component in road salts leads to formation of oxidation environment on the pavement and in the roadside soils. We conducted a long-term monitoring program across several locations in Moscow, Russia to evaluate the impact of roadway salt application on basic geochemical parameters, such as pH and Eh. Our data suggest that the influence on deicing agents remained relatively high during the whole period of salts application.

**Key words:** deicing, road salt, pH-Eh conditions

Используемые в большинстве городов противогололедные реагенты (ПГР) схожи по своему химическому составу, а значит, и по характеру воздействия на компоненты окружающей среды и городской инфраструктуры. В общем случае, продукты гидролиза ПГР, попадая при снеготаянии в почвы, способны изменять их физико-химические свойства, негативно влиять на плодородие почв, фито- и микробоценозы и подземную инфраструктуру города [1]. Для оценки последствий применения ПГР необходимо проведение комплексных исследований.

Для этого нами были выбраны 7 площадок, прилегающих к автодорогам различной загруженности в Юго-Западном административном округе (ЮЗАО) г. Москва, на которых проводился мониторинг в течение 2016-2019 гг. 5 из этих дорог располагались на крупных транспортных артериях города: проспект Вернадского, улица Лобачевского, Ленинский проспект, Профсоюзная улица, Севастопольский проспект, одна – на МКАД, поскольку и интенсивность, и скорость движения на ней значительно превышает таковые на других автодорог, и еще одна – на внутриквартальной территории с небольшими скоростями движения и количеством автотранспорта (ул. Академика Бакулева). При выборе площадок опробования мы опирались на предположение о том, что параметры плотности и скорости транспортного потока влияют на частоту и объемы обработки дорожного полотна противогололёдными реагентами.

В ходе мониторинга определялись величины pH, Eh, солесодержания, концентрации твердой фазы и др. параметры дорожных остатков ПГР. В результате анализа результатов определения водородного показателя можно сформулировать вывод о том, что все пробы имеют слабощелочную реакцию. Как видно из рис. 1, среднесезонные значения pH проб дорожных остатков ПГР находятся в области слабощелочной реакции среды, и не превышают значения 7,9.

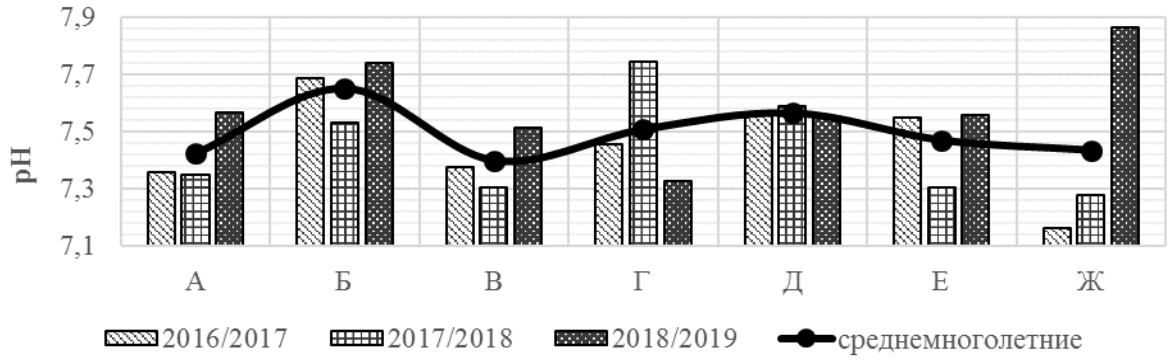



Рис.1. Среднесезонные и среднемноголетние значения pH проб дорожных остатков ПГР за период наблюдений 2016-2019: **А** – пр-т Вернадского, **Б** – Ленинский пр-т, **В** – ул. Лобачевского, **Г** – Севастопольский пр-т, **Д** – Профсоюзная ул., **Е** – ул. Академика Бакулева, **Ж** – МКАД

В основном, отклонения среднесезонных значений pH от среднемноголетних не превышает 0,2 – за исключением только аномально высокого значения, полученного на МКАД в сезоне 2018/2019 (превышение относительно среднемноголетнего уровня составляет 0,43). Какой-либо общей закономерности в изменении реакции среды выделить не удается: значения среднесезонных показателей не имеют тенденции к возрастанию или убыванию (за исключением дорожных остатков с МКАД, pH которых смещается в щелочную сторону).

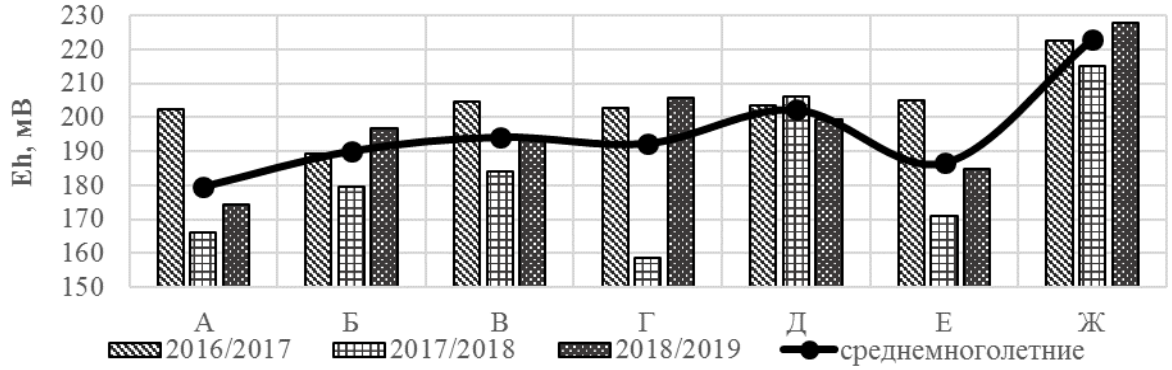



Рис.2. Среднесезонные и среднемноголетние значения окислительно-восстановительного потенциала проб дорожных остатков ПГР за период наблюдений 2016-2019: **А** – пр-т Вернадского, **Б** – Ленинский пр-т, **В** – ул. Лобачевского, **Г** – Севастопольский пр-т, **Д** – Профсоюзная ул., **Е** – ул. Академика Бакулева, **Ж** – МКАД

Другим показателем, оцениваемым в работе, является *окислительно-восстановительный потенциал.* Его среднесезонные значения лежат в интервале 158-228 мВ, что характеризует обстановку, создаваемую остатками ПГР как окислительную. Для такой обстановки характерно наличие свободного кислорода и ряда других элементов в высшей своей валентности ($Fe^{3+}$, $As^{5-}$, $Cu^{2+}$, $Pb^{2+}$ и др.). При этом, значения Eh выше 200 мВ считаются характерными для среды, в которой происходит активное растворение металлов и возрастает скорость коррозии [2].

Никаких временных закономерностей в изменении окислительно-восстановительного потенциала от сезона к сезону выявить не удается: на большинстве пробных площадок значение Eh от 2017 года к 2018 – падает, а от 2018 к 2019 – снова возрастает; однако для точек отбора, расположенных на ул. Профсоюзной тенденции прямо противоположные. Вероятно, этим фактом можно пренебречь, поскольку значения среднесезонных значений Eh варьируются в небольшом диапазоне (200-206 мВ), однако, для правомерности таких выводов необходимо проведение более детального временного анализа проб в течение сезонов пробоотбора. Например, если рассмотреть более детально результаты определения Eh внутри одного сезона обработки дорог ПГР (рис. 3), можно отметить резкое снижение значения потенциала во второй половине января и во второй половине февра-

ля 2019 г, что объясняется обильными атмосферными осадками в период пробоотбора. Анализируя данные, так же стоит отметить, что высокие значения в ноябре 2018 г. можно объяснить наложением результатов превентивной обработки дорожного полотна ПГР до наступления заморозков и внесением реагентов непосредственно после первого снегопада. В целом, как видно, тенденций к увеличению значения потенциала, т.е. увеличению содержания различных элементов в дорожных остатках, нет, и в целом оно остается на относительно стабильном высоком уровне.

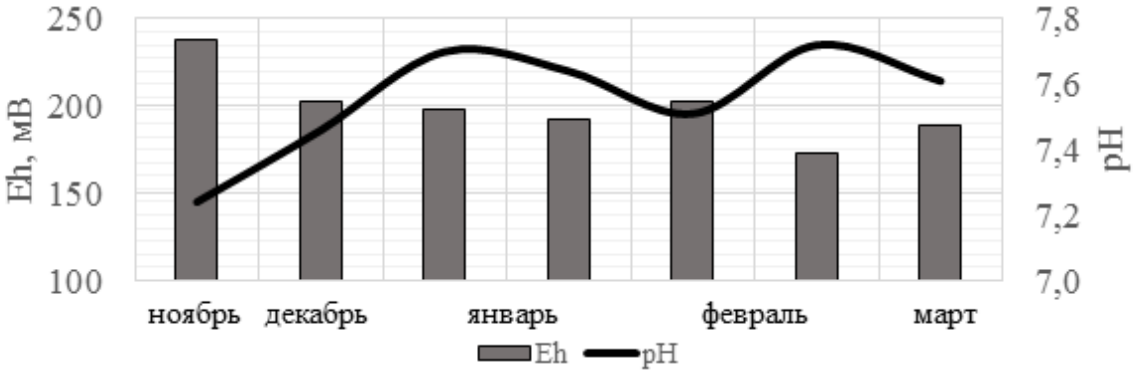



Рис.3. Изменение окислительно-восстановительного потенциала и pH в пробах дорожных остатков ПГР с ул. Профсоюзной (Д) в 2018-2019 г.

Пространственная изменчивость окислительно-восстановительного потенциала в пробах дорожных остатков напрямую зависит от транспортной загруженности дороги. Значения Eh будут тем выше, чем более интенсивное движение наблюдается на рассматриваемой автодороге и, соответственно, чем чаще и объемнее проводится обработка дорожного полотна противогололедными реагентами. Подтверждает этот тезис наблюдаемые более высокие значения Eh в дорожных остатках, отобранных на МКАД – наиболее загруженной из рассматриваемых автодорог.

Сравнивая изменения среднесезонных и среднемноголетних значений pH и Eh среды, создаваемой дорожными остатками ПГР, можно отметить что четкой зависимости между ним нет. Однако, путем сравнения графиков на рисунке 3, на котором представлены колебания значений Eh и pH дорожных остатков ПГР на Профсоюзной улице за сезон 2018-2019, можно отметить, что изменение одного показателя обратно пропорционально изменению другого. Так пробам, отвечающим наименьшим значениям окислительно-восстановительного потенциала (например, 173 мВ в конце февраля 2019г) соответствуют наибольшие значения pH проб (7,72). При этом, значения обоих показателей остаются в диапазоне, характеризующем среду как слабощелочную и окислительную, для которой характерно осаждение ряда тяжелых металлов и других химических элементов. Тем не менее, для среднесезонных значений такой зависимости установить не удается в силу того, что сложный химизм протекающих в дорожных остатках реак-

ций гидролиза самих ПГР и осаждения химических элементов не только из системы атмосферные осадки-ПГР, но и из внешних источников (таких как продукты износа дорожного полотна, шин автомобильных колес и др.), сильно разнообразит ионный состав рассматриваемой среды. Этот вопрос является одним из объектов изучения в наших дальнейших исследованиях.

Таким образом, среднемноголетние показатели проб дорожных остатков позволяют констатировать тот факт, что продукты гидролиза ПГР создают окислительную среду со слабощелочной реакцией. Такую среду можно также охарактеризовать как агрессивную в отношении металлических подземных конструкций и асфальтового покрытия, для которой, вместе с тем, характерно осаждение ряда тяжелых металлов и других химических элементов в высшей валентности. Значения показателей pH и Eh внутри сезона изменяются обратно пропорционально друг другу, однако, на колебаниях среднесезонных значений относительно среднемноголетних этот факт влияния практически не оказывает.

Литература:
1. *Королёв В. А., Горняков А. К.* Оценка влияния противогололедных реагентов на городские территории при инженерно-экологических изысканиях //Инженерные изыскания. — 2018. — Т. 12, № 1-2. — С. 66–78.
2. *Федорченко В. И*. Коррозия металлов. Оренбург: ГОУ ОГУ, 2009 .— 127 с.

# АЛЬГОЛИЗАЦИЯ ВОД КАК БИОТЕХНОЛОГИЯ РЕАБИЛИТАЦИИ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ БАССЕЙНА ВЕРХНЕГО ДОНА

Русова Н.И.[1], Когаров В.В.[2], Хотак М.Ю.[2]
1-Военно-морской политехнический институт ВУНЦ ВМФ
«Военно-морская академия», Санкт-Петербург,
2-Воронежский государственный университет, Воронеж

# ALGOLIZATION OF WATERS AS BIOTECHNOLOGY OF REHABILITATION OF AQUATIC ECOSYSTEMS OF THE BASIN OF THE UPPER DON

Rusova N.I.[1], Kogarov V.V.[2], Khotak M.U.[2]
1-Naval Polytechnic Institute VUNTs of the Navy «Naval Academy», St. Petersburg,
2-Voronezh State University, Voronezh

**Abstract.** Pollution of surface waters with a decrease in their ecological and biological quality is typical for reservoirs of specially protected natural areas, and for artificial water bodies. Algolization of waters was conducted in Matyrskiy water reservoir during the growing seasons 2009-2012. The phytoplankton was evident in its efficiency, with control observations and in the 2014-2018 years. In the Voronezh reservoir Algolization was not carried out, traced the processes of «bloom» of water by cyanobacteria is extremely polluted habitats. Currently, the «bloom» of waters has become unmanageable.

**Key words:** algolization, reservoir, phytoplankton, Chlorella, the «bloom» of waters, phytoplankton, cyanobacteria.

Актуальность исследований эколого-биологического состояния поверхностных водных объектов центральной России, в связи с их повсеместным загрязнением, трудно переоценить. В условиях глобальных климатических изменений прослеживается направленное ухудшение их качества [4].

Данный процесс выявлен при изучении водоемов, расположенных в пределах особо охраняемых природных территорий, на примере проточно-русловых озер государственного природного заповедника «Воронинский» [3]. По материалам биомониторинга, который проводился в 2007–2014 годах, установлено значительное влияние аномально высоких летних температур воздуха на качество вод. Это сопровождалось перестройками таксономического и экологического состава сообществ фитопланктона, но, главное, распространением в их составе видов цианобактерий загрязненных местообитаний. Работами 2018 года установлены дальнейшие изменения состава сообществ фитопланктона, как следствия дальнейшего ухудшения эколого-биологического качества вод [4].

Процесс загрязнения вод искусственных водных объектов прослежен в бассейне реки Воронеж. Это Матырское водохранилище, которое располагается в долине р. Матыра, левом притоке р. Воронеж, и Воронежское водохранилище, которое располагается внутри крупного областного центра. Оба водохранилища построены на плоском рельефе, зоны мелководий здесь занимают до 30% общей площади водоема, иногда более. Это хорошо прогреваемые летом, заросшие тростником, камышом, рогозом, рдестами, роголистником и элодеей мелководные зоны, из которых распространяются цианобактерии, вызывая «цветение» вод [1, 2].

Начиная со второй половины июля месяца, при температуре вод от 23-25$^{o}$C и более, в водоемах активно распространяются цианобактерии. В условиях повышенного загрязнения водной среды массовое развитие получают цианобактерии загрязненных местообитаний, вызывает «цветение» вод. При этом, в условиях повышенных температур воздуха, как, например, в 2010–2012 годах, сезон активной вегетации цианобактерий продолжался более длительное время, включая сентябрь месяц.

В начале 2000-х годов проводились работы по реабилитации Матырского водохранилища, об экологическом неблагополучии которого свидетельствовало, в частности, «цветение» вод цианобактериями. Эти работы были связаны с дноуглубительными мероприятиями, с очисткой акватории от макрофитов.

Альголизация сопровождалась изучением эколого-биологического качества вод на основе метода биоиндикации по сообществам фитопланктона, представленного диатомовыми, зелеными, эвгленовыми, пирофитовыми микроводорослями и цианобактериями.

В Матырском водохранилище с целью обеспечения удовлетворительного качества поверхностных вод в регионе, имеющем высокую антропогенную нагрузку в 209, 2010 и 2011 годах был использован метод биотехнологии, направленный на коррекцию альгоценоза. Данный метод заключается в искусственной альголизации неаборигенного штамма *Chlorella kessleri* ВКПМ А1-11 – микроскопической зеленой водоросли рода хлорелла [5]. Метод предполагает изменение структуры фитопланктонного сообщества в пользу развития зеленых водорослей за счет альголизации хлореллы в природные и сточные воды. Как показали исследования, проведенные в Институте клеточного и внутриклеточного симбиоза Оренбургского научного центра Уральского отделения Российской академии наук, хлорелла борется с цианобактериями за счет прямой конкуренции [6]. Проведение альголизации способствует доминированию зеленых водорослей в фитопланктонном сообществе и интенсификации процессов самоочищения.

В период альголизации вод Матырского водохранилища в течение вегетационных сезонов 2010–2011 годов изучался фитопланктон водохранилища. Контрольное опробование, уже в условиях отсутствия альголизации, было проведено в августе 2012 года и затем повторялось в 2014–2018 годах. В условиях альголизации вод в 2010 и в 2011 годах в общем составе сообществ фитопланктона Матырского водохранилища наблюдалось видовое разнообразие и высокие оценки обилия диатомовых водорослей, которые доминируют в сообществах. Подчиненное значение имели цианобактерии, а также другие микроводоросли. При анализе результатов альголизации вод, особое внимание было уделено выявлению и оценке изменений в составе фитопланктона по годам. В 2011 году, по сравнению с 2010 годом, произошло общее уменьшение таксономического разнообразия в составе сообществ фитопланктона, при этом по-прежнему доминировали диатомовые водоросли. Из состава сообществ, практически исчезли цианобактерии, резко уменьшилось распространение других водорослей, причем как на родовом, так и видовом уровнях [4].

В 2011 году условий для «цветения» вод цианобактериями не сложилось, из фитопланктона полностью исчезали виды цианобактерий, которые вызывают «цветение» загрязненных вод. Следует отметить, что в водоемах региона в это время наблюдалось повсеместное распространение «цветения» вод. Зеленые водоросли рода хлорелла в сообществах микроводорослей в небольших количествах выявляется практически повсеместно. Согласно проведенным исследованиям, «цветения» вод цианобактериями в 2011 и 2012 годах зафиксировано не было.

В настоящее время в водоеме сохраняются условия, возможно неустойчивой, но стабильности и относительного экологического благополучия как результат альголизации, которая проводилась в водоеме ранее. Свидетельством тому является класс качества водной среды и состояние

кризисности водной экосистемы на уровне обратимых изменений. Вероятно, альголизацию водоема следует проводить и далее.

Воронежское водохранилище отличается высоким техногенным загрязнением, позволяют сделать прогноз трансформации качества водной среды в условиях современных глобальных климатических изменений. Сложившаяся в пределах приплотинного участка водохранилища в 2013–2015 годы неблагополучная экологическая обстановка спровоцирована экстремально высокими летними температурами воздуха 2010–2012 годов [4]. Пример развития экосистемы Воронежского водохранилища доказывает, что повторение подобных аномальных температурных условий представляет прямую экологическую угрозу для загрязненных водоемов. В настоящее время в водохранилище запущен в действие неуправляемый процесс «цветения» вод. Цианобактерии, обусловившие интенсивное летнее – осеннее «цветение» в связи с массовым развитием представителей цианобактерий, которые являются признанными в мире источниками цианотоксинов. Острота экологической проблемы подчеркивается гидравлической связью водохранилища с неоген-четвертичным водоносным комплексом, который используется для водоснабжения населения крупного областного центра. Данная проблема требует разностороннего комплексного исследования.

Пример экосистемы Матырского водохранилища показывает, что альголизация является достаточно действенным способом защиты водоема от «цветения» вод цианобактериями как последствия антропогенного загрязнения, и она может быть рекомендована для других искусственных водных объектов.

Литература:


1. Анциферова Г.А., Кульнев В.В. Биотехнологии в управлении качеством искусственных водных объектов на примере Матырского водохранилища // Матер. Международн. Научно-практической конф. «Комплексные проблемы техносферной безопасности». Воронеж, 12 ноября 2015 г. Воронеж, 2015. – С. 93-106.
2. Анциферова Г.А. Сценарии развития Воронежского водохранилища в связи с экологической ситуацией в Нижнем приплотинном участке / Г.А. Анциферова, Е.В. Беспалова // Современная экология: образование, наука, практика: Материалы международной научно-практической конференции – Воронеж: изд-во «Научная книга», 2017. – Том 1. – С. 391-394.
3. Анциферова Г.А. Долгосрочные последствия влияния аномально высоких летних температур воздуха 2010–2012 годов на водные экосистемы лесостепной зоны / Г.А. Анциферова, Н.И. Русова // Вестник ВГУ, Серия: География. Геоэкология, № 2, Воронеж, 2017. – С. 5-12.
4. Анциферова Г.А. Искусственные водные объекты бассейна реки Воронеж и альгобиотехнология в управлении качеством вод / Г.А. Анциферова, В.В. Кульнев, С.Л. Шевырев, Е.В. Беспалова, Н.И. Русова, А.Е. Скосарь // Экология и промышленность России. – 2018. – Т. 22. – № 8. – С. 50-54.
5. Богданов, Н.И. Биологическая реабилитация водоемов. – Пенза, 2008. – 137 с.
6. Попов, А. Н. Об изучении механизма взаимодействия штамма *Chlorella kessleri ВКПМ А1-11* с сообществами синезеленых водорослей поверхностных водоемов в

окрестностях Екатеринбурга// А. Н. Попов, Е. А. Бутакова, Т. Е. Павлюк/ Материалы Всероссийской конференции «Приоритетные направления экологической реабилитации Воронежского водохранилища», Изд-во «Научная книга», Воронеж, 2012. – С. 28-32.

# ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ВЛИЯНИЯ МЕГАПОЛИСА НА МАЛЫЕ РЕКИ

Савушкина Е.Ю., Крахина Е.А., Сазонова В.В.
Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе (МГРИ), Москва

# IMPACT ASSESSMENT OF THE MEGAPOLIS ON SMALL RIVERS

Savushkina E., Krahina E., Sazonova V.
Russian state geological prospecting university n.a. Sergo Ordzhonikidze (MGRI), Moscow

**Abstract:** the article includes a comparative description of the ecological state of the two rivers of the Moscow region, one of which flows through the territory of the megapolis (river Gorodnya), and the second – outside (river Lopasnya). The degree of technogenic transformation of river valleys and water quality in rivers is estimated.

**Keywords:** small rivers, ecology of Moscow, water quality, geochemical studies, technogenic transformation rivers.

К основным экологическим проблемам г. Москвы, влияющим на состояние рек относятся: высокая плотность застройки и автодорожной сети, повышенное содержание взвешенных веществ в водных объектах, увеличение температуры воздуха, появление новых конвекционных потоков, накопление пыли, дыма и пара, изменение влажности, рост годового количества осадков. Качество воды в малых реках – притоках Москвы-реки, в том числе заключенных в коллекторы, хуже, чем в открытых водотоках, вследствие меньших расходов воды, нарушенной целостности водной экосистемы, снижения самоочищающей способности рек [2].

Для оценки влияния мегаполиса на состояние поверхностных водотоков в ходе исследования проведено сравнение экологического состояния реки в пределах города и реки за его пределами.

Река Городня – правый приток Москвы-реки, протекает в восточном направлении по территории Юго-Западного и Южного административных округов столицы. Длина составляет 15,7 км, площадь водосборного бассейна – 95 км². Исток реки расположен рядом с селитебной зоной и станцией метро Новоясеневская в пределах природно-исторического парка «Битцевский лес», затем река уходит под землю, протекая по коллектору к ж/д станции Покровская (Курское направление). Далее выходит из трубы и протекает в открытом русле по северному участку района Чертаново Южное. На территории музея-заповедника «Царицыно» и в районе Борисово

река запружена (Царицынские и Борисовские пруды). Устье реки расположено в районе Братеево [5].

Река Лопасня – левый приток Оки. Длина – 108 км, площадь водосборного бассейна – 1090 км². Расположена на территории Новой Москвы и Московской области на юго-востоке от столицы. Река протекает с запада на юго-восток и берет свое начало в 300 метрах от села Богоявление в Троицком административном округе Москвы. Река протекает через крупный город – Чехов, населённые пункты Ступинского района, затем по территории Данковского сельского поселения Серпуховского района и впадает в Оку в четырех километрах от села Турово [4].

Одним из критериев сравнения рек была выбрана степень техногенной трансформации русла, связанная с нивелированием территории и расширением городской застройки. Этот фактор приводит к значительным изменениям водного баланса и качества воды. На территории Москвы образована коллекторно-речная сеть, которая включает в себя больше половины всех существующих рек и ручьев, протекающих по территории города. Так, примерно 90 малых рек находятся под землей: 40 полностью убраны в коллекторы, остальные 50 – частично [3].

Вторым критерием сравнения является изменение химического состава поверхностных водотоков, связанное с атмосферными выпадениями, промышленными стоками, вымыванием веществ из почвы и смывами с территорий, покрытых асфальтом, в том числе крупных автомагистралей. Также вторичным источником загрязнения поверхностных водотоков могут стать донные отложения, которые обладают хорошей накопительной способностью, а при определенной концентрации загрязняющих веществ начинается процесс преимущественного выхода загрязняющих веществ из донных осадков в воду.

Полевое и лабораторное исследование рек проводилось в период с 6 по 14 октября 2018 г. Было протестировано 10 проб воды: по 5 на каждой реке, взятых на различных расстояниях от истока до устья. Степень трансформации русел рек оценивалась картографическим методом с помощью литературных и интернет-источников (табл. 1).

Таблица 1. Степень техногенной трансформации русел рек

| Река | Общая длина реки | | Подземные коллекторы | | Открытое русло | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Км | % | Км | % | Спрямлено | | Запружено | | Естественное русло | |
| | | | | | Км | % | Км | % | Км | % |
| Городня | 15,7 | 100 | 2,7 | 17 | 5 | 32 | 4,5 | 29 | 3,4 | 22 |
| Лопасня | 108 | 100 | - | - | - | - | 4,6 | 4,3 | 103,4 | 95,7 |

Естественное русло реки Городня составляет 22%, остальная (большая) часть реки снивелирована городским строительством (запружена или убрана в коллекторы). Река, протекающая за пределами мегаполиса, но вблизи небольших городских территорий, практически на всем своем протяжении имеет русло, не преобразованное хозяйственной деятельностью человека (95,7%), лишь у истока река Лопасня немного запружена (4,3%). По степени техногенной трансформации река Лопасня относится к 1 классу (сохранившаяся полностью), а река Городня – к 3 классу (сильно трансформированная) [3].

По данным лабораторных химических исследований были рассчитаны средние величины концентраций самых распространенных химических веществ и pH для каждой реки. Результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2. Сравнение средних величин исследованных показателей для рек Городня и Лопасня

| № | Показатель | р. Городня | р. Лопасня | ПДК [1] |
|---|---|---|---|---|
| 1 | pH, единицы pH | **9,4** | **10,7** | 6,5-8,5 |
| 2 | Нитраты, мг\л | **50** | 25 | 45 |
| 3 | Медь, мг\л | **30** | **5** | 1 |
| 4 | Железо общее, мг/л | 0 | 0 | 0,3 |
| 5 | Сульфид, мг\л | **10** | 0 | 3 |
| 6 | Нитрит, мг/л | 3 | 1 | 3,3 |

Сравнение показало, что город оказывает заметную антропогенную нагрузку на малые реки. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что в воде реки Городня выше содержание нитратов, меди, сульфидов и нитритов по сравнению с рекой Лопасней, протекающей в сельской местности. Воды реки в мегаполисе испытывают сильную антропогенную нагрузку за счет влияния прилегающих к водотоку промышленных территорий, крупных автомобильных и железных дорог. При сравнении рассчитанных средних показателей с ПДК установлено, что в реке Городня норматив превышен по четырем показателям из шести, а в реке Лопасня – только по двум.

Качество воды в реках формируется в процессе питания за счет поверхностного и грунтового стока и сбросов сточных вод с промышленных предприятий. Также на химический состав оказывает влияние перенос загрязняющих веществ с атмосферными осадками. Заключение реки в коллекторы приводит к необратимым последствиям: нарушению естественного самоочищения реки, трансформации речной долины, также появляется риск подтопления прилегающих территорий из-за низкой водопроницаемости труб [3].

Малые реки питают р. Москва, их загрязнение влияет на экологическое состояние крупных поверхностных водотоков, служащих источником

водозабора для целей питьевого водоснабжения. Соответственно, отсутствие контроля качества воды в малых реках может приводить к различным неблагоприятным ситуациям, в том числе лишним материальным тратам на предотвращение экологических катастроф, на промывку и очистку коллекторов от заиления.

Ухудшение качества воды малых рек, связанное с химическим изменением состава воды и трансформацией естественного русла, приводит к масштабному ограничению использования прилежащих территорий в рекреационных и градостроительных целях, уменьшению биоразнообразия водных и околоводных экосистем.

Литература:

[1] ГН 2.1.5.1315-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования: Профессиональные справочные системы «Техэксперт» [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/901798042. – Дата обращения: 05.11.2018.

[2] Доклад о состоянии окружающей среды в городе Москве в 2016 году: Официальный сайт Мэра Москвы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.mos.ru/upload/documents/files/2074/bez_nazvaniya_9_.pdf. – Дата обращения: 16.03.2019.

[3] О Концепции по восстановлению малых рек и русловых водоемов города Москвы и первоочередных мероприятиях по реализации Концепции на период 2003-2005 годов (с изменениями на 3 октября 2006 года): Профессиональные справочные системы «Техэксперт» [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/3645934. – Дата обращения: 13.03.2019.

[4] Река Лопасня: реки и озёра России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.waterguide.ru/reka-lopasnya.html. – Дата обращения: 20.10.2018.

[5] Состояние водных объектов: Правительство Москвы Департамент Природопользования и Охраны окружающей среды города Москвы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.dpioos.ru/eco/ru/water. – Дата обращения: 06.03.2019.

## МИКРООРГАНИЗМЫ, ВЫРАБОТАВШИЕ УСТОЙЧИВОСТЬ К БЕЛОМУ ФОСФОРУ

Сапармырадов К.А.[1], Миндубаев А.З.[2], Волошина А.Д.[2], Бабынин Э.В.[1], Минзанова С.Т.[2], Миронова Л.Г.[2], Бадеева Е.К.[2]

1-ГАОУ ВО Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань.
2-Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова КазНЦ РАН, Казань

## MICROORGANISMS, DEVELOPED RESISTANCE TO WHITE PHOSPHORUS

Saparmyradov K.A., Mindubaev A.Z., Voloshina A.D., Babynin E.V., Minzanova S.T., Mironova L.G., Badeeva E.K.

**Abstract.** Us for the first time different taxonomic groups of microorganisms are inoculated on culture medium containing white phosphorus as the single source of phosphorus. The increase of cultures resistance resulting from directed selection is demonstrated. Carried out search for the white phosphorus metabolites. The highest concentration corresponds to 5000 times excess of MPC of white phosphorus in wastewater.
**Key words:** biodegradation; white phosphorus; *Aspergillus niger; Streptomyces* sp. A8

Целью проведенного нами исследования являлась переработка при помощи микроорганизмов белого фосфора – одного из самых опасных веществ, применяемых в крупнотоннажном химическом производстве. В литературных источниках не найдено сведений о доказанных примерах биологической деградации белого фосфора. Предыдущие работы нашего коллектива [1] позволили пролить свет на практически неизученный вопрос токсичности белого фосфора для прокариот. Биодеградация становится одним из наиболее популярных методов обезвреживания промышленных стоков [2].

Посевы производились в модифицированную среду Придхем-Готлиба. Классическая среда Придхем-Готлиба не содержит источники углерода: в качестве таковых выступают нефтепродукты. Наша модификация включает глюкозу, но не содержит источники фосфора (в качестве такового выступает белый фосфор). Посев *Aspergillus niger*, споры которого были внесены вместе с белым фосфором, производили в среду, содержащую белый фосфор в концентрации 0.01 и 0.05% по массе. В контрольные среды К (+) вносился фосфат. В контрольные среды К (–) источники фосфора не вносились. Произвели посев выросших *A. niger* в контрольные среды К (+) и К (–). Второй пересев *A. niger* произведен в среды аналогичного состава, третий - в среды с увеличенной концентрацией белого фосфора: 0.05, 0.1 и 0.2% по массе. Аналогично был произведен посев *Streptomyces* sp. A8. Четвертый пересев проводился в среды с концентрацией белого фосфора 0.1, 0.5 и 1 % по массе.

На пятые сутки пересеяли культуру *A. niger*, выросшую при 0.05% белого фосфора, в контрольные среды К (+) и К (–). Через шесть суток после посева наблюдалась следующая картина. В среде К (+) с фосфатом выросло значительное число сравнительно мелких колоний: это означает, что большинство спор проросло, что естественно в благоприятных условиях. В среде К (–) без источников фосфора колонии выросли немногочисленные, занимающие сравнительно большую площадь, но очень слабые (практически прозрачные, с неразвитым мицелием и отдельными конидиеносцами, выглядящими, как россыпь черных точек, а не сплошное черное поле). По всей видимости, сказалась нехватка фосфора: агар, используемый для приготовления среды, содержит примесь фосфата, но недостаточную для полноценного роста грибов. Любопытно, что в среде с 0.05% белого фосфора колоний выросло меньше, чем в К(+), однако они производят впечатление совершенно нормальных, не испытывающих дефицит питательных ве-

ществ. Отсюда следует вывод, что в среде с белым фосфором выживают не все споры гриба, но выжившие обладают способностью использовать в качестве источника фосфора либо сам белый фосфор, либо продукты его химических превращений.

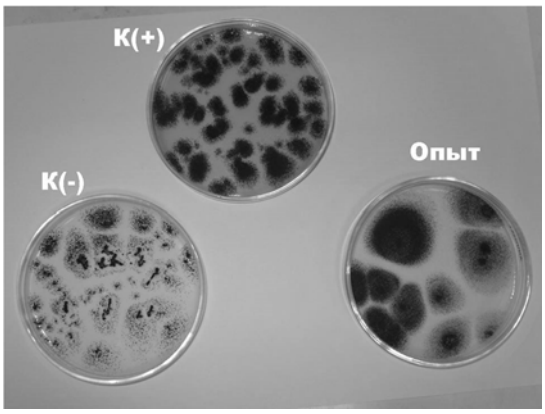



Рис. 1. Первый пересев устойчивых грибов *A. niger*. К(+) – среда с фосфатом: наблюдался рост 49 спорообразующих колоний *A. niger*. К(-) – среда без источника фосфора: на ней наблюдался рост 33 ослабленных колоний. Опыт – среда с 0.05% белого фосфора: наблюдался рост 11 крупных спорообразующих колоний *A. niger*. Чашки сфотографированы через шесть суток после пересева.

Очередной (третий) пересев на 84 день после первого посева, был произведен в среды с более высокой концентрацией белого фосфора, с целью адаптации гриба к ней. Были выбраны концентрации 0.05, 0.1 и 0.2% $P_4$. Последняя, самая высокая, концентрация ранее нами никогда не использовалась. Согласно [3], она соответствует тысячекратному превышению ПДК белого фосфора в сточных водах! Тем не менее, даже при столь высоком содержании белого фосфора в среде наблюдался интенсивный рост колоний гриба. На четвертый день после посева при всех трех концентрациях белого фосфора наблюдалось начало спороношения, но при 0.1 и 0.2% $P_4$ грибы отставали в развитии по сравнению с 0.05%. Возможно, использованные концентрации исследуемого токсиканта отрицательно сказываются на фертильности грибов, хотя полностью не подавляют ее. Тем не менее, результаты посева позволяют заключить, что черный аспергилл легко переносит присутствие белого фосфора в среде даже в концентрации 0.2%.

Четвертый пересев аспергилла (и второй стрептомицетов) был произведен через 112 суток после первого посева. Концентрацию белого фосфора в среде снова увеличили до 0.5 и 1% по массе. При внесении столь большого количества $P_4$ густой черный осадок в средах выпадает моментально. Среды издают сильный специфический запах белого фосфора даже спустя несколько суток после посева. Через сутки рост посеянных микроорганизмов еще не наблюдался. Через четверо суток в среде с содержанием белого фосфора 0.5% наблюдался рост мелких колоний аспергилла, имеющих еще белый цвет (то есть рост сильно замедлен). В средах с 1%

белого фосфора через четверо суток после посева рост не наблюдался. По-видимому, выпавший черный осадок фосфидов перевел в нерастворимую форму микроэлементы, присутствующие в среде и необходимые для роста микроорганизмов. Следует отметить, что по [3], концентрация белого фосфора 0.5% соответствует 2500 ПДК! Грибы развиваются очень медленно. По-видимому, данные концентрации белого фосфора близки к предельным, при которых еще возможен рост грибов. Рост стрептомицетов при 0.5% не наблюдается и спустя 19 суток после посева. На восьмые сутки на поверхности колоний аспергилла наблюдается россыпь спор, т.е. гриб сохранил способность к размножению! Третий пересев *Streptomyces* sp. впервые продемонстрировал рост устойчивости микроорганизмов к белому фосфору в процессе селекции. На 22 сутки после посева наблюдался рост стрептомицета в среде, содержащей 0.5% белого фосфора! В предыдущих посевах *S.* sp. рос при концентрациях не более 0.2. Разумеется, рост начался после длительной задержки. Даже на 20 сутки после посева признаки роста были неочевидными. На 22 сутки стрептомицет представлял собой субстратный мицелий.

На 27 сутки после шестого посева *A. niger* наблюдается начало роста гриба в среде с 1% белого фосфора. В предыдущих посевах максимальная концентрация белого фосфора, при которой рос аспергилл, составляла 0.5%. То есть, *A. niger*, как и стрептомицет, после нескольких пересевов выработал значительно большую устойчивость по сравнению с изначальной. Напомним о том, что концентрация белого фосфора 1% это превышение ПДК в сточных водах в 5000 раз!

Итак, наилучшую приспособляемость к белому фосфору проявил именно стрептомицет. Через пять последовательных посевов его устойчивость возросла пятикратно. Гриб растет и адаптируется медленнее, однако его устойчивость изначально была выше, чем у актиномицетов [4].

В опытном спектре $^{31}$P ЯМР, снятом с водной фазы, проявились сигналы в области 0.3, 3.7 и 6.2 ppm, соответствующие фосфиту и гипофосфиту. Таким образом, он соответствует соединениям, которые, предположительно, являются метаболитами белого фосфора, т.е., является подтверждением предполагаемого нами метаболического пути [5]. Ниже мы приводим предполагаемую схему метаболизма белого фосфора (рис. 2).

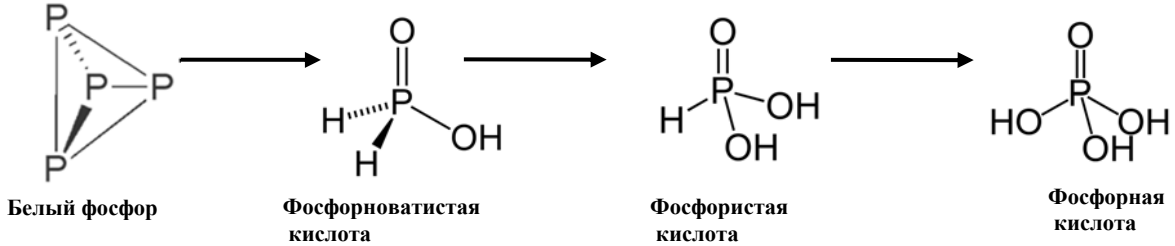



Рис. 2. Предполагаемый метаболический путь белого фосфора

Поскольку в литературе отсутствуют сведения о микроорганизмах, устойчивых к $P_4$, представленная работа имеет бесспорную новизну.

Литература:

1. Миндубаев А.З., Волошина А.Д., Бабынин Э.В., Бадеева Е.К., Хаяров Х.Р., Минзанова С.Т., Яхваров Д.Г. Микробиологическая деградация белого фосфора // Экология и промышленность России. - 2018. - Т. 22. - № 1. - С. 33-37.
2. Миндубаев А.З. Кто съел полиэтилен? // Наука и жизнь. - 2018. - № 4. - С. 32-38.
3. Barber J.C. Processes for the disposal and recovery of phossy water // Патент US5549878, заявлен: 24 мая 1995, выдан: 27 августа 1996.
4. Миндубаев А.З., Волошина А.Д., Горбачук Е.В., Кулик Н.В., Алимова Ф.К., Минзанова С.Т., Миронова Л.Г., Сапармырадов К.А., Хаяров Х.Р., Яхваров Д.Г. Включение белого фосфора в природный круговорот веществ. Культивирование устойчивой микрофлоры // Бутлеровские сообщения. - 2015. - Т. 41. - №3. - С. 54-81.
5. Миндубаев А.З., Волошина А.Д., Бабынин Э.В., Валидов Ш.З., Сапармырадов К.А., Хаяров Х.Р., Бадеева Е.К., Барсукова Т.А., Минзанова С.Т., Миронова Л.Г., Акосах Й.А., Яхваров Д.Г. Обезвреживание белого фосфора посредством микробиологического разложения // Бутлеровские сообщения. - 2017. - Т. 52, - № 12. - С. 87-118.

# УРОВНИ БАЗАЛЬНОГО ДЫХАНИЯ ПОЧВ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ЭКОСИСТЕМ И ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ ЯНАО

Сапарова Ш.А., Чиграй С.Н., Абакумов Е.В.
Санкт-Петербургский Государственный Университет, Санкт-Петербург

# SOIL'S BASAL RESPIRATION LEVELS OF URBAN ECOSYSTEMS AND FALLOW LANDS IN YNAR

Saparova Sh. A., Chigray S.N., Abakumov E.V.
Saint Petersburg State University, Saint Petersburg

**Annotation:** The analysis of carbon dioxide emissions of urban ecosystems and abandoned fallow arable lands of the Yamal-Nenets Autonomous region is carried out. Measurement of basal respiration levels by closed chambers was used to determine the biological activity of soils of different functional zones. It was found that in the upper horizons (0-16 cm) soils of Novy Urengoy's industrial zones basal respiration has the highest value - 0.032 mg CO2 /100g per day, which is associated with high activity of soil microorganisms and the presence of readily available organic substances. The lowest value of this indicator was found in the upper soil horizons (1.5 – 20 cm) of the Salekhard's park zones – 0.006 mg CO2 /100g per day, this is caused by high recreational load on soils.

**Key words:** soils, Yamal-Nenets Autonomous Region, basal respiration, urban ecosystem

## Введение

В настоящее время изучению почв Арктической зоне Российской Федерации уделяется большое внимание, что обусловлено высоким ресурсодобывающим и промышленным значением этих территорий. Темпы освое-

ния территорий Северных регионов с каждым годом непрестанно возрастают, в данном контексте изучение почв урбанизированных экосистем становится крайне актуальным. Еще В. В. Докучаев, отмечал сложность взаимоотношений между живыми и косными системами и обозначил факторы, влияющие на педогенез (климат, рельеф, горные породы, организмы и время) [3]. Его идеи нашли свое применение и стали особенно актуальными в рамках «Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности» [5]. Одним из приоритетных направлений развития Арктической зоны наряду с комплексным социально-экономическим развитием региона, развитием науки и технологий, созданием современной информационно-телекоммуникационной инфраструктуры, обеспечением экологической безопасности, международным сотрудничеством в Арктике, обеспечением военной безопасности, является обеспечение экологической безопасности, поэтому важной частью экологической политики региона является мониторинг урбанизированных экосистем.

Несмотря на высокий ресурсодобывающий и промышленный интерес Российской Федерации к Арктической зоне, эта территория остаётся недостаточно изученной. Целью данной работы является изучение биологической активности почв урбанизированных и заброшенных залежных земель ЯНАО с помощью измерения скорости базального дыхания методом закрытых камер [2].

**Материалы и методы**

Были исследованы почвы урбанизированных и залежных земель окрестностей ЯНАО. Исследование проводили на пробах почв городов Ямала-Ненецкого автономного округа. Пробы были отобраны в окрестностях города, в промышленной зоне, так же в парковых зонах городов Новый Уренгой, Газ - Сале и Салехард (рис. 1).

Пробы почв были отобраны в урбанизированных экосистемах Арктической зоны Российской Федерации. Исследование проводилось для оценки количественной характеристики биологической активности экосистем урбанизированной зоны, которая подвергается антропогенному воздействию. Для достижения поставленной цели мы использовали метод закрытых камер для вычисления базального дыхания почвы.

Анализ определения эмиссии углекислого газа почвенной пробы был проведён в лабораторных условиях методом закрытых камер. Этот метод является наиболее известным в изучении газообмена почв и атмосферы. Разработка камерных методов связывается с именами Люндегарда и Хамфильда [Lündegardh, 1927; Humfield, 1930], а в нашей стране – Макарова, Штатнова, Шаркова, Карпачевского, Ларионовой и других исследователей [Макаров, 1952, 1955, 1977, 1988; Мина и др., 1963; Вадюнина, Корчагина, 1986; Дыхание почвы, 1993; Методы исследований…, 2005].




Рис. 1. Месторасположение забора почв

Обозначения мест забора: 1. г. Новый Уренгой; 2. Газ-Сале - село Тазовского района; 3. Лабытнанги - город окружного значения; 4.Салехард - город, административный центр; 5. Харсайм - посёлок в Приуральском районе; 6. Аксарка - село в Приуральском районе.

Метод основан на фиксации углекислого газа, выделяющегося в закрытых камерах при постановке лабораторного инкубационного эксперимента. Суть метода закрытых камер заключается в измерении эмиссии или углекислого газа в ограниченном емкостью камеры-изолятора объеме в течение фиксированного срока инкубации и последующем расчете по результатам измеренной величины экстракции газа.

Первым этапом анализа является инкубирование проб на 10 дней. Для этого берутся 2 сосуда небольшого объёма, в одном-10 грамм исследуемой почвы а в другом 10 мл раствора NaOH 0,1 N. Вместе эти сосуды помещаются в герметичное место на 10 дней. Для титрования использовали индикаторы фенолфталеин и бром-крезол.

Последним этапом анализа базального дыхания почвы является его расчёт из полученных в результате лабораторных исследований данных [1].

**Результаты**

В результате анализа нами были получены следующие значения (табл.1).

Эмиссия парниковых газов почвой в основном связана с деятельностью почвенных микроорганизмов. По результатам исследования выявлено, что базального дыхания варьирует в пределах 0,006– 0,032 мг $CO_2$ на 100 г/сутки.

Таблица 1. Уровни базального дыхания почв

| Горизонт, глубина, см | | Тип почвы | Базальное дыхание, мг $CO_2$ на 100 г. почвы / сутки |
|---|---|---|---|
| Фоновая | | | |
| Уренгой | 0-6 | Подзол иллювиально-железистый | 0.029 |
| | 6-11 | | 0.018 |
| | 11-32 | | 0.011 |
| | 32-52 | | 0.018 |
| | 52-65 | | 0.023 |
| Газ - Сале | 0-30 | Подбур глееватый | 0.015 |
| | 30-60 | | 0.014 |
| Аксарка | 0-6 | Глееватый | 0,019 |
| | 6-60 | | 0,017 |
| | 60-130 | | 0,015 |
| Селитебная | | | |
| Уренгой | 0-20 | Урбанозем | 0.024 |
| | 20-30 | | 0.025 |
| | 30-45 | | 0.021 |
| | 45-70 | | 0.017 |
| Газ - Сале | 0-16 | Урбанозем глееватый | 0.011 |
| | 16-35 | | 0.013 |
| | 35-60 | | 0.022 |
| Салехард | 0-10 | Урбанозем | 0,008 |
| | 27-41 | | 0,017 |
| | 44-54 | | 0,013 |
| | 54-76 | | 0,015 |
| | 76-120 | | 0,016 |
| Лабытнанги | 0-7,4 | | 0,008 |
| | 7,5-24 | | 0,017 |
| | 24-54 | | 0,013 |
| | 54-78 | | 0,015 |
| | 78 | | 0,016 |
| Парковая зона | | | |
| Уренгой | 0-9 | Дерново-подзолистый | 0.021 |
| | 9-37 | | 0.020 |
| | 37-94 | | 0.020 |
| | 94-120 | | 0.022 |
| Газ - Сале | 0-10 | Урбанозем | 0.014 |
| | 10-24 | | 0.011 |
| | 24-40 | | 0.008 |
| Харсайм | - | | 0,016 |
| | 2-12 | | 0,029 |
| | 12-27 | | 0,017 |
| | 27-34 | | 0,016 |
| | 35-43 погреб | | 0,015 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 45 ММП | | 0,015 |
| Салехард | 0-1,5 | | 0,014 |
| | 1,5-20 | | 0,006 |
| | 7 (20)-23 | | 0,013 |
| | 23-33 | | 0,019 |
| Промышленная зона | | | |
| Уренгой | 0-16 | Урбанозем | 0.032 |
| | 16-38 | | 0.030 |
| | 38-53 | | 0.027 |
| Газ - Сале | 0-7 | Технозем | 0.014 |
| | 7-22 | | 0.014 |
| | 22-36 | | 0.007 |
| | 36-65 | | 0.011 |
| Ак-сарка | 0-2 | Технозем | 0,020 |
| | 2-15 | | 0,015 |
| Харсайм | 0-2 | Урбоподзол | 0,012 |
| | 2-22 | | 0,022 |
| | 22-30 | | 0,014 |
| | 30-34 ММП | | 0,017 |

Самая большая активность базального дыхания выявлено в промышленной зоне Уренгоя - 0,032 мг $CO_2$ на 100 г/сутки, самое малое количество базального дыхания было отмечено в паковых зонах Салехарда – 0,006 мг $CO_2$ на100г/сутки.

Высокое значение базального дыхания в почвах промышленной зоны объясняется наличием в этих почвах благоприятных условий для микроорганизмов. Кроме того высокие значения базального дыхания и благоприятное и стабильное состояние для микроорганизмов отмечены в фоновых почвах. В парковых зонах населённых пунктов были отмечены самые низкие значения активности микроорганизмов, что можно объяснить нестабильностью функционирования микробных сообществ в почвах данного горизонта. Доказано что циклы замерзания-оттаивания оказывают значительное влияние на эмиссию почвы [4]. Известно, что с каждым циклом замерзания-оттаивания поток углекислого газа уменьшался в 2-3 раза, что обусловлено разложением микробной биомассы в последующих циклах.

Авторы выражают искреннюю благодарность научному сотруднику Научного Центра по изучению Арктики А.С. Печкину за помощь в организации отбора проб. Работа выполнена при финансовой поддержке гранта СПбГУ ««Урбанизированные экосистемы Арктического пояса Российской Федерации: динамика, состояние и устойчивое развитие» (ID PURE 39377455)»

Литература:

1. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв //Издательство: Агропромиздат, 1986 г.

2. Дмитракова Я. А., Абакумов Е. В., Микробная биомасса и базальное дыхание карьерно-отвальных комплексов с различными субстратами // «Живые и биокосные системы». – 2016. – № 16
3. Докучаев В. В. Русский чернозем // Избр. соч. М.: Гос. изд-во с.-х. лит., 1948. Т. 1. 480 с.
4. Курганова И.Н., Типе Р. Влияние процессов замерзания-оттаивания на дыхательную активность почв. Почвоведение. 2003. № 9. С. 1095-1105.
5. "Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года" (утв. Президентом РФ) 18.09.2008г.

# ЦИФРОВАЯ МОДЕЛЬ РЕЛЬЕФА КИРХГОФСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ ДЛЯ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Себровский К.Э.[1], Гришнякова А.И.[1], Лебедев С.В.[1], Череватов Н.В.[2]
1–СПбГУ, Санкт-Петербург, 2–ФБУЗ «ЦГиЭ в СПб», Санкт-Петербург

# THE DIGITAL ELEVATION MODEL OF THE KIRCHHOF ALTITUDE FOR RADIOECOLOGICAL RESEARCH

Sebrovskiy K.E, .[1], Grishnyakova A.I.[1] Lededev S. V.[1], Cherevatov N.V.[2]
1-SPbSU, Saint-Petersburg, 2-FBUZ «CGiE in SPb», Saint-Petersburg

**Abstract.** A digital elevation model of the Kirhhof altitude (Leningrad region) has been developed. A raster model of the terrain, slope steepness map was built. Based on a 3D-model of the relief, a map of the gamma-field distribution over the soils of the southwestern part of Kirchhoff mountain has been constructed. Radiation anomalies are divided by their association with different relief elements; the ways of the possible demolition of radioactive soils on the slopes to the base of the mountain are determined.

**Keywords:** raster model of the relief, Kirchhoff altitude, soil radioactivity

Создание крупномасштабных цифровых моделей исследуемых в геоэкологии территорий является довольно трудоемким процессом. Поэтому важно заранее определить цель разработки цифровой модели местности (ЦММ) и представить себе те преференции, которые можно будет получить на основе использования ЦММ при анализе данных геоэкологических исследований. В настоящей работе рассмотрены результаты создания ЦММ Кирхгофской возвышенности в средах Easy Trace и ArcGIS и возможность ее применения при анализе результатов маршрутной гамма-съемки.

В качестве основы для создания ЦММ была использована схема расположения объектов культурного наследия муниципального образования Виллозское сельское поселение, муниципальное образование Ломоносовский муниципальный район Ленинградской области [1]. Масштаб исходной карты 1:10 000. На данной топооснове высота сечения рельефа для ос-

новных изолиний составляет 2 м (разность высот смежных горизонталей), для дополнительных – 1 м.

Векторизацию растра карты проводили с программой Easy Trace. Результатом векторизации явились изогипсы с Z-координатой высоты над уровнем моря, а также 3D-точки высот. Исходные данные (изогипсы, точки высот) были экспортированы в ГИС ArcGIS 10.

После экспорта векторные объекты были спроектированы в зональную проекцию Гаусса-Крюгера с центральным меридианом 30° (*Pulkovo 1942 3 Degree GK CM 30E*).

Для создания ЦММ в качестве картографической основы также использовали растровое изображение местности, полученной из Яндекс.Карты, слой – Спутник. В качестве границы полигона цифровой модели применяли прямоугольник размером 5 х 3,5 км.

Для построения растровой модели рельефа пользовались инструментом модуля ArcGIS Spatial Analyst *Topo to Raster*. Этот инструмент позволяет корректно интерполировать растровую поверхность по точечным и линейным данным. В нашем случае это точки высот и изогипсы, соответственно. При этом можно задавать размер ячейки выходного растра. В соответствии с высотой сечения рельефа топоосновы нами был задан размер ячейки растра 1х1 м.

На рис. 1, 2 представлены результаты создания растровой модели рельефа горы Кирхгоф и карта крутизны склонов.

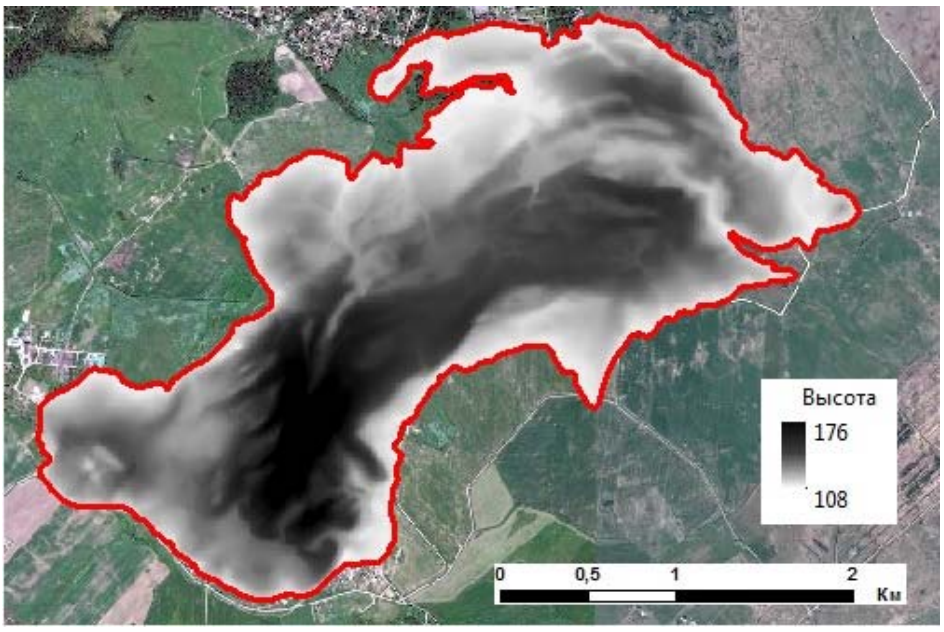



Рис. 1. Растровая модель рельефа г. Кирхгоф

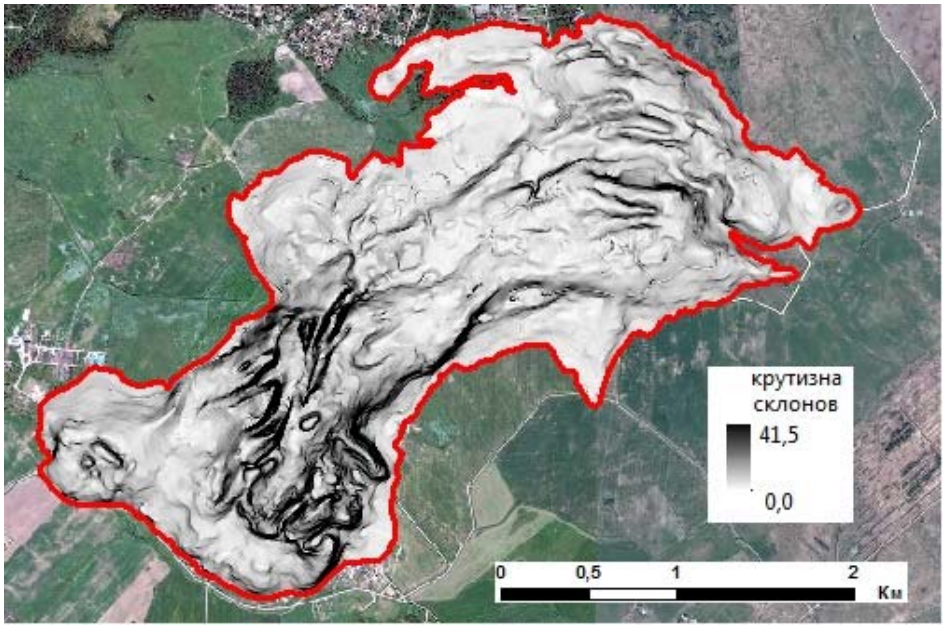



Рис. 2. Карта крутизны склонов г. Кирхгоф.

Подошва горы по нашим данным компьютерного моделирования рельефа может быть определена горизонталью с абсолютной отметкой 108 м. Контур полученного полигона имеет сложную форму, характерную для любого холмистого массива в сильно пересеченной местности. В целом фигура контура горы имеет размеры 4 на 1,2÷2 км и вытянута в направлении с юго-запада на северо-восток.

Максимальная абсолютная отметка около 176 м находится вблизи юго-западной оконечности горы. Возвышенность характеризуется резким контрастным рельефом, имеющим свежий облик. Вершина горы уплощенная. Но ближайшие к вершине склоны изрезаны лощинами с углами наклона бортов от 20 до 41,5° (2% площади горной местности). Выше горизонтали 108 м (подошва горы) пологие склоны с углом наклона до 5° составляют 68 % горной местности, а более крутые склоны с углом наклона от 5 до 20° составляют 30 % от общей площади горы.

Таким образом, контрастный рельеф, изрезанный лощинами с крутыми склонами до 20–41°, и сложное геологическое строение, характерное для гляциотектонических дислокаций, обуславливают возможность непосредственного контакта высокорадиоактивных пород – диктионемовых сланцев – с почвой на относительно больших пространствах. Здесь ореолы рассеивания природных радионуклидов могут образовываться естественным путем за счет механического или химического обогащения почв радиоактивными элементами, содержащимися в битуминозных аргиллитах [2]. Цифровая 3D-модель рельефа может способствовать уточнению путей миграции радиоактивных элементов.

В 2018 г. на участке площадью 52 га нами была проведена маршрутная гамма-съемка. Границы участка совпадают с контуром проектируемого

санно-бобслейного комплекса в составе «Туутаревской зоны горнолыжного спорта». Участок захватывает вершину холма и часть его северного, западного и южного склонов. Измеряли мощность экспозиционной дозы в мкР/час с использованием радиометра СРП-97 [3].

В пределах исследуемого участка значения МЭД варьируются от 11 до 105 мкР/час. Можно отметить следующую закономерность в распределении гамма-поля: более высокие значения МЭД (52 – 105 мкР/час) зафиксированы на вершине холма и на его северном и западном склонах; относительно низкие (11 – 31 мкР/ч) наблюдаются на южной части вершины и южных склонах горы.

В приложении ArcScene была создана 3D-модель рельефа Киргофской возвышенности. В качестве базового слоя (плавающий слой) использовали созданную ранее растровую модель рельефа с наложенным на нее слоем с распределением гамма-поля над почвами г. Кирхгоф и слоем топоосновы из сервиса Яндекс.Карты (оба – слои драпировки).

Ранее, на 2D-карте, было отмечено наличие трех радиационных аномалий, различающихся по площади [3]. Анализируя 3D-модель гамма-поля (рис. 3), можно разделить аномалии по их принадлежности к разным элементам рельефа: одна радиационная аномалия приурочена к лощине, секущей рельеф от вершины горы до подножия (на рисунке дальняя), другая расположена на относительно ровном склоне (на рисунке слева), а третья приурочена к седловине между двумя локальными вершинами. Так или иначе, из модели видно, что почвы с аномально высоким уровнем естественной радиоактивности в случае механического разрушения или химического преобразования могут легко перемещаться вниз по склону под действием силы тяжести, загрязняя при этом близлежащую территорию.

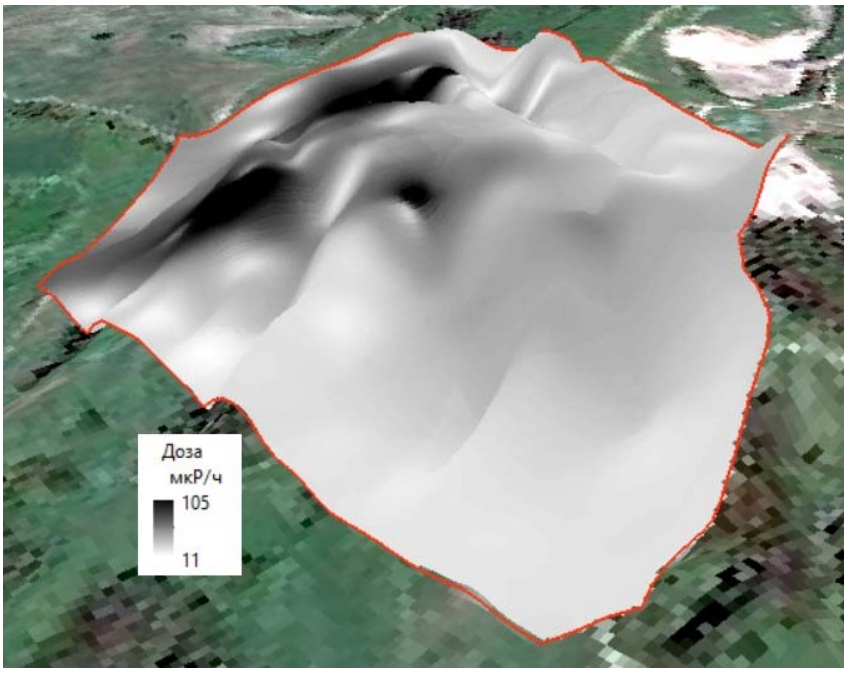



Рис. 3. 3D-модель гамма-поля над почвами горы Кирхгоф

Таким образом, разработана цифровая модель местности Киргофской возвышенности (Ленинградская обл.). Построена растровая модель рельефа, карта крутизны склонов. На основе 3D-модели рельефа построена карта распределения гамма-поля над почвами юго-западной части горы Кирхгоф. Радиационные аномалии разделены по их приуроченности к разным элементам рельефа; определены пути возможного сноса радиоактивных почв по склонам к подошве горы.

Литература:

[1] Схема расположения объектов культурного наследия. Официальный сайт Муниципального образования Виллозское городское поселение Ломоносовского муниципального района Ленинградской области. [Электронный ресурс] http://www.villozi-adm.ru/about/60

[2] Лебедев С.В., Рубаник А.В., Климова Л.А. Дудергофские высоты, высокорадиоактивные геологические тела и экологический риск. Геология, геоэкология, эволюционная география: Коллективная монография. Том XVII / Под ред. Е.М. Нестерова, В.А. Снытко. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2018. с. 153–161.

[3] Гришнякова А.И., Лебедев С.В., Подлипский И.И. Радиационное поле над почвами горы Кирхгоф. Геология, геоэкология, эволюционная география: Коллективная монография. Том XVII/ Под ред. Е.М. Нестерова, В.А. Снытко. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2018. с. 149–152.

## ВЕРМИРЕАКТОР – УСТРОЙСТВО С АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМОЙ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ И ПОДАЧИ ОТХОДОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ

Седрисев К.А., Мачулина Н.Ю.
Ухтинский государственный технический университет, Ухта, Россия

В каждом более-менее крупном населенном пункте проводятся мероприятия по озеленению территории. Программа озеленения включает в себя посадку деревьев, кустарников и цветов, а также уход за ними. Все эти растения принимают на себя часть загрязняющих веществ, попадающих в атмосферу в результате выбросов от промышленных предприятий и автомобильного транспорта.

Растения для полноценного развития получают необходимые питательные вещества по большей части из почвы. Почвы в пределах городской среды не всегда обеспечивают должное количество питания, так как, во-первых, могут быть загрязнены (особенно грунтовые воды, впитываемые корнями), во-вторых, могут просто не подходить тому или иному виду растения по причине его «чужеродности» для данной местности [1]. Кроме того, в условиях бедных питательными веществами северных почв растения не имеют возможности обеспечивать себе определенный уровень минерального питания. Поэтому организации, осуществляющие озеленение, используют удобрения – и почти всегда это минеральные удобрения. Ми-

неральные удобрения – это неорганические соединения, содержащие питательные вещества. Самые популярные удобрения данного типа – фосфорные, азотные, калийные. Они небезопасны – вред окружающей среде наносится уже на стадии производства. На стадии применения таких удобрений нужно соблюдать чётко выверенные дозы, иначе можно нанести непоправимый вред растению, а также закислить почву (что, в свою очередь, повлияет на другие близлежащие растения), вызвать загрязнение водоемов. Минеральные удобрения усваиваются растениями не более чем наполовину; остальная часть либо необратимо связывается почвой, либо вымывается из нее. К тому же удобрения не дешевы – в масштабах города это ощутимо сказывается на муниципальном бюджете. Отсюда вытекает проблема – необходимость обеспечения муниципалитетов альтернативными удобрениями более низкой стоимости и более высокой эффективности.

Альтернативной, экологичной и более эффективной заменой минеральным удобрениям могут стать *биогумус* и *биожидкость* – это продукты жизнедеятельности дождевых червей. В отличие от минеральных удобрений, это стопроцентная органика и усваивается растениями также на 100%. Такое удобрение, в отличие от минерального, не нуждается в особых условиях хранения, абсолютно безопасно как для человека, так и для окружающей среды [2].

Предлагается решить обозначенную проблему разработкой устройства под названием «вермиреактор» («верми» – от слова «worm», что в переводе означает «червь»). Устройство при участии червей будет выполнять переработку органических отходов в вермикомпост (биогумус и биожидкость). Все размеры на схеме (рис.) для удобства указаны в сантиметрах.

Как показала практика, во всех государственных учреждениях (в т. ч. в тех, что ответственны за озеленение городской среды) развита бюрократия, а отсюда – постоянно накапливаются отходы в виде бумаги. В столовых (например, при муниципальных администрациях) накапливаются пищевые отходы. Сюда же можно отнести и опад с деревьев, накрывающий осенью улицы. Вместо того, чтобы свозить все эти отходы на мусорные полигоны, их можно отправить на переработку и тем самым решить две проблемы:

1) получение дешевого, эффективного и экологичного удобрения для растений городской среды и

2) утилизация части отходов.

Бумага, остатки пищи и т. п. накапливаются также в частных предприятиях и организациях – их владельцы могут заключить договор на передачу отходов с муниципальными учреждениями, осуществляющими озеленение территории. Перечисленные отходы относятся к пятому классу опасности, а отсюда – получение каких-либо лицензий на взаимодействие с ними не требуется. Таким образом, в пределах города имеется достаточно много путей получения сырья для производства биогумуса, а значит,

улучшения экологического состояния городской среды. Как следствие, разработка имеет ощутимый потенциал.

Вермиреактор представляет собой прямоугольный параллелепипед из жестких листов поливинилхлорида, имеет следующие размеры: 140 см – высота, 160 см – ширина, 60 см – глубина.

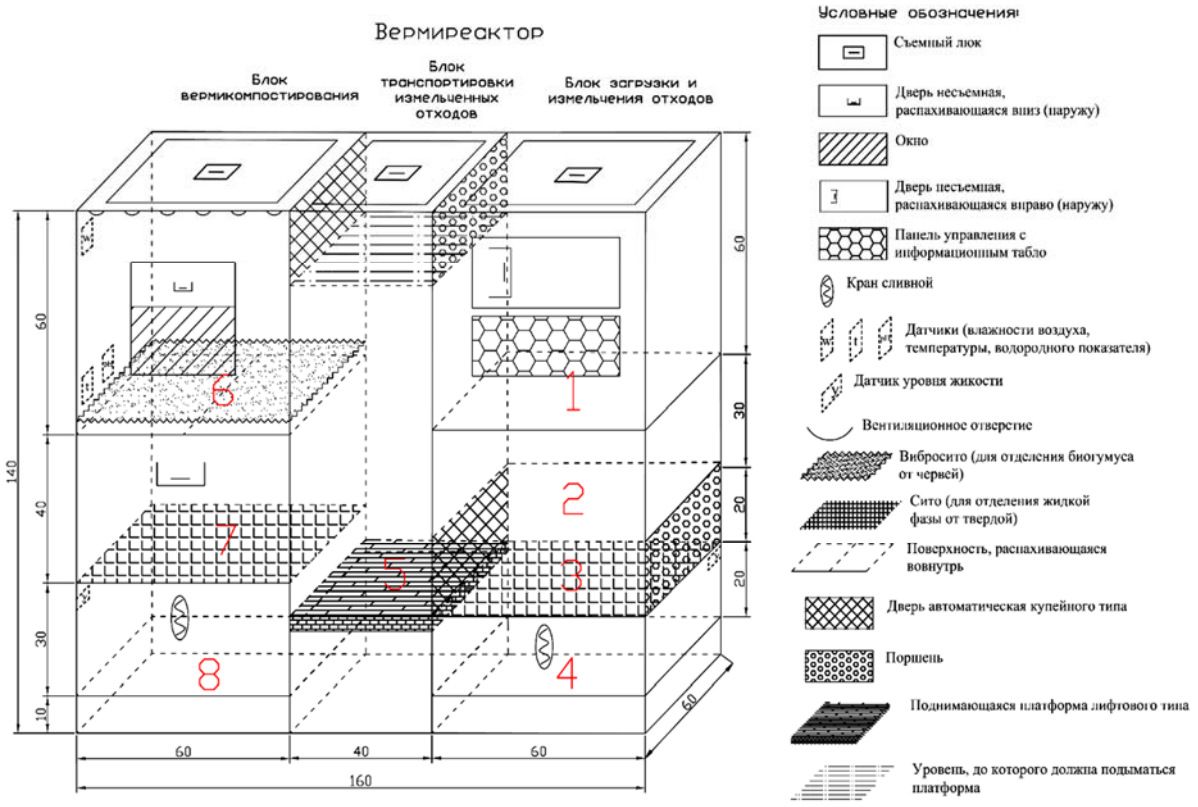



Рисунок. Схема вермиреактора

На передней части вермиреактора расположена компьютеризированная панель управления, с помощью которой происходит управление всеми процессами, а также информирование о текущей ситуации внутри. Вермиреактор состоит из трёх блоков, включающих в себя восемь отделений. Для оперативного доступа к блокам и обслуживанию вермиреактора предусмотрены три съемных люка в верхней части устройства. Каждый блок и отделение выполняют определенные функции, вместе составляя весь технологический процесс.

*Блок загрузки и измельчения отходов*

- Первое отделение служит местом, куда загружаются органические отходы. Загрузка происходит либо через люк, либо через специальную дверь, расположенную на передней части вермиреактора.
- Второе отделение состоит из одного элемента – измельчителя (шредера). Отходы поступают сюда из первого отделения, а затем перемалываются шредером. Измельчение требуется для упрощения поедания отходов червями.

- В третье отделение поступают перемолотые (измельченные) шредером отходы. Здесь они накапливаются перед тем, как попасть в следующий блок.
- Жидкость, выделяемая при измельчении (например, от фруктов) просачивается через сито в четвертое отделение. Здесь расположен датчик уровня жидкости – он с помощью провода подключен к панели управления. Таким образом происходит информирование о необходимости слива накопившейся жидкости. Слив происходит посредством крана, расположенного на передней части вермиреактора.

*Блок транспортировки измельченных отходов*

- Блок представлен одним (пятым) отделением.
- По окончании накопления измельченных отходов (сырья) в третьем отделении, с помощью панели управления активизируется дверь купейного типа (служащая перегородкой между блоками). Данная дверь поднимается вверх, после этого сырье выталкивается поршнем в пятое отделение, затем поршень и дверь возвращаются в исходное положение.
- Сырье попадает на специальную платформу лифтового типа, которая также с помощью панели управления приводится в движение и поднимается вверх до определенного уровня, где расположены еще одна дверь купейного типа и поршень. На этот раз сырье выталкивается в блок вермикомпостирования.

*Блок вермикомпостирования*

- Шестое отделение – главная часть вермиреактора. Здесь находятся черви, перерабатывающие сырье в биогумус и биожидкость. Черви поглощают сырье, затем перерабатывают его внутри своего тела и после выдают готовый продукт в виде биогумуса и биожидкости. В данном отделении установлены датчики, подключенные к панели управления и в режиме реального времени определяющие показатели микроклимата: влажность воздуха, температуру и pH-баланс. Они установлены для того, чтобы в случае превышения (либо понижения) показателей относительно нормы оперативно принять меры по восстановлению благоприятных условий деятельности червей.
- В нижней части данного отделения установлено вибросито. Оно активируется посредством панели управления. С помощью него биогумус и биожидкость сравнительно быстро просеиваются (отделяются от массы червей) и попадают в седьмое отделение. Однако перед этим нужно открыть доступ к седьмому отделению, т. е. с помощью панели управления нужно распахнуть «пол» шестого отделения (или «потолок» седьмого). Дополнительно в верхней части шестого отделения предусмотрены отверстия для вентилирования.
- Седьмое отделение служит для накопления биогумуса. Биожидкость просеивается через сито (аналогичное тому, что между третьим и четвер-

тым отделениями) в последнее – восьмое отделение. Доступ к седьмому отделению осуществляется с помощью специальной двери, открывающейся по принципу двери духовки домашней печи.

- Конструкция восьмого отделения схожа с четвертым. Здесь тоже есть кран и датчик уровня жидкости.

Использование данного вермиреактора позволит исключить траты государственных организаций, осуществляющих озеленение (а также частных компаний и физических лиц) на покупку удобрений и сведет к минимуму негативное влияние на почвы и на растения.

Научная новизна работы заключается в автоматизации процесса загрузки отходов, их автоматическом измельчении. Конструкция вермиреактора подразумевает постоянный сбор информации о температуре, pH, влажности и кислородном режиме. Оптимизация внешних условий и автоматизация процессов помогут достигнуть максимальной эффективности использования разрабатываемого устройства.

Литературв:

1. Вермикомпостирование бытовых отходов с использованием дождевых червей: Навозный червь (E. fetida) и Калифорнийский червь (E. Andrei) для получения биогумуса [Электронный ресурс] // КиберЛенинка – научная электронная библиотека открытого доступа. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/vermikompostirovanie-bytovyh-othodov-s-ispolzovaniem-dozhdevyh-chervey-navoznyy-cherv-e-fetida-i-kaliforniyskiy-cherv-e-andrei-dlya

2. ЭКОБИОТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ [Электронный ресурс] // КиберЛенинка – научная электронная библиотека открытого доступа. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/ekobiotehnologii-pererabotki-organicheskih-othodov

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПОЛУЧЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНОГО БИОТОПЛИВА

Семихвостова О.В., Заболотских В.В.
СамГТУ, Самара

## PROSPECTS FOR THE PRODUCTION AND USE OF ALTERNATIVE BIOFUELS

Semikhvostova O.V., Zabolotskikh V.V.
Samara State Technical University, Samara

**Annotation.** The authors of the article to solve the problem of pollution by motor vehicle emissions of the environment analyzed the alternative fuels and technologies for their production. As a promising replacement for existing hydrocarbon fuels is considered biofuels derived from renewable plant materials. As a result of a comparative analysis, the main sources and methods for obtaining different types of biofuels were identified and the most accessible technological scheme for its production was proposed.

**Keywords:** biofuel, types of alternative fuels, biofuel technology

Проблема использования альтернативных источников энергии из возобновляемого сырья становится все более актуальной для современного общества, как в связи с энергетическим кризисом, так и состоянием окружающей среды в крупных промышленных городах.

В городах на сегодняшний день происходит быстрый рост автомобильного парка, двигатели которого работают на традиционных видах топлива, выхлопы которых отрицательно влияют на экологическую ситуацию и на здоровье людей. Так в России автотранспорт за год выбрасывает в атмосферу большой объем канцерогенных веществ: 27 тыс. т бензола, 17.5 тыс. т формальдегида, 1.5 т бенз(а)пирена и 5 тыс. т свинца. Количество вредных выбрасываемых веществ превышает 20 млн т в год. Автотранспорт лидирует среди всех видов негативного влияния с точки зрения наносимого ущерба окружающей среде: загрязнение воздуха 95%, воздействие на климат 68%, шум – 49,5 %.

При сжигании ископаемое топливо производит большое количество углекислого газа, который считается парниковым газом и причиной удержания солнечного тепла на планете. Сжигание угля и нефти повышает температуру и вызывает глобальное потепление.

Совместное присутствие диоксида азота, углеводородов и кислорода приводит к появлению очень агрессивных и вредных органических соединений – пероксиацетилнитратов, образующих фотохимический смог. Под его воздействием у людей воспаляются глаза, слизистые оболочки, отмечаются симптомы удушья, обостряются легочные и нервные заболевания, бронхиальная астма.

Для решения проблемы необходим поиск новых источников энергии и пора задуматься о переходе на более экологическое топливо.

Был проведён анализ существующих альтернативных видов биотоплива и технологий их получения [1, 2, 3].

**Биоэтанол** существует 2 основных способа получения биоэтанола - микробиологический (спиртовое брожение) и синтетический (гидратация этилена). Следствием брожения является раствор, содержащий не более 15% биоэтанола, поскольку в более концентрированных растворах дрожжи обычно гибнут. Полученный таким образом биоэтанол нуждается в очистке и концентрировании, обычнопутем дистилляции. В промышленных масштабах этиловый спирт получают из сырья, содержащего целлюлозу (древесина, солома), которую предварительно гидролизуют. Смесь, образовавшаяся при этом, подвергают спиртовому брожению.

Одной из важнейших характеристик биоэтанола является топливный баланс (соотношение энергии выделяемой топливом к энергетическим затратам на его производство).

**Биометанол -** метиловый спирт, произведенный в результате переработки биологического сырья (шелухи зерен и семечек, сухих листьев, навоза, помета), а также из органического мусора и конверсией метана из биогаза.

В числе относительно новых способов использования метанола, а соответственно и биометанола, выделяют:

- применение в качестве добавки к автомобильным бензинам;
- применение в топливных элементах;
- для метилирования растительных масел в процессе производства биодизеля.

Основными достоинствами биометанола являются: низкий объем выбросов углекислого газа;возможность организовать переработку (рециклинг) отходов животноводства и сельского хозяйства.

Главные недостатки биометанола: низкий энергетический КПД — максимум 68%;бесцветное пламя, что может привести к аварийным ситуациям;срок окупаемости проекта — до 20 лет.

**Биобутанол -** широко используется в промышленности. Энергия бутанола близка к энергии бензина. Бутанол может использоваться в топливных элементах, как сырьё для производства водорода. Кроме того, бутанол используют в качестве растворителя при производстве некоторых видов лакокрасочных материалов.

Преимущества биобутанола перед биоэтанолом: бутанол содержит на 25% больше энергии, чем биоэтанол; бутанол безопаснее в использовании, поскольку в шесть раз меньше испаряется, чем биоэтанол и в 13,5 раз менее летуч, чем бензин. Это делает бутанол более безопасным при использовании в качестве оксигената и не требует особых изменений пропорций смеси при использовании зимой и летом.

Бутанол - гораздо менее агрессивное вещество, чем биоэтанол, поэтому может транспортироваться по существующим топливным трубопроводам, тогда как биоэтанол должен транспортироваться железнодорожным или водным транспорто.Бутанол может полностью заменять бензин, тогда как биоэтанол может использоваться только как добавка к бензину с максимальным содержанием в смеси не более 85% и только после существенных переделок двигателя. Производство бутанола помогает решить проблемы, связанные с инфраструктурой снабжения водородом. При горении бутанол не производит окислов серы или азота, что дает существенную дополнительную выгоду с точки зрения экологии.

**Биодизель** - топливо на основе жиров животного, растительного и микробного происхождения, а также продуктов их этерификации. Перспективны технологии производства биодизеля из водорослей.

Биодизель обладает рядом *существенных преимуществ*: попадание биодизеля в воду не причиняет вреда животному и растительному миру; в почве и воде биодизель практически полностью распадается за 25-30 дней;

при сгорании биодизеля выделяется точно такой же объем углекислого газа, который был потреблен растениями, являющимися сырьем для его производства, за весь период жизни; в отличие от классического дизельного топлива биодизель почти не содержит серы; полученный в ходе производства биодизеля жмых можно использовать в качестве корма для скота, что позволяет наиболее полно использовать сырьевую биомассу; биодизель обладает исключительными смазочными характеристиками; высокое цетановое число - для биодизеля (метиловый эфир) не менее 51, для минерального дизельного топлива - 42 - 45.

При работе двигателя на биодизеле одновременно производится смазка его подвижных частей, в результате которой, как показывают испытания, достигается увеличение срока службы самого двигателя и топливного насоса в среднем на 60%, нет необходимости модернизировать двигатель. Точка воспламенения для биодизеля превышает 150°С, что делает биогорючее сравнительно безопасным веществом.

Побочный товар производства - глицерин, имеющий широкое применение в промышленности. При добавлении фосфорной кислоты к глицерину можно получить фосфорные удобрения.

Недостатки биодизеля: в холодное время года необходимо подогревать топливо, идущее из топливного бака в топливный насос, или применять смеси 20 % биодизеля и 80 % солярки марки В20, долго не хранится (около 3 месяцев).

Микроскопические водоросли являются источником биотоплива, которое можно использовать вместо привычной солярки (дизеля минерального). Водоросли относятся к числу наиболее быстро растущих растений во всем мире, и на 50% состоят из масел, которые используются для производства биодизельного топлива. Как известно, одни из видов могут быть идеальны для работы реактивного двигателя, в то время как другие - для дизельного.

Технология производства биодизеля сводится к следующему. Растительное масло (рапсовое, подсолнечное, соевое и др.) переэтерифицируется метанолом, реже – или этанолом, или изопропиловым спиртом при температуре 60 °С и нормальном давлении. На 1 т масла требуется 100 кг метанола с добавлением гидоксида калия или натрия. Реакция выглядит так:

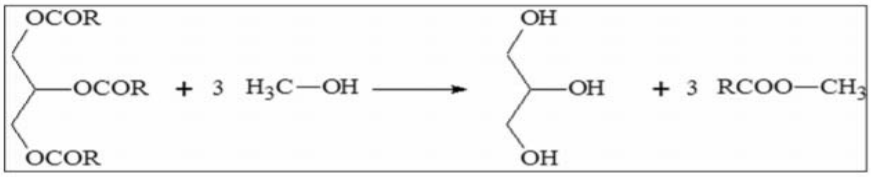



Рисунок. Схема получения биодизеля

Главные блоки: приготовление масла, очистка масла, приготовление катализатора, переэтерификация, очистка и стабилизация, отгонка метано-

ла, складирование готового продукта. Стоимость биодизеля в настоящее время не превышает стоимости «нефтяного» дизельного топлива и имеет тенденцию к снижению по отношению к последнему. Качество биодизеля регламентируется нормативными документами. В Европе это EN14214 (разработан для биодизеля на основе рапсового масла), в США – ASTM D-6751 (разработан для биодизеля на основе соевого масла). В Российской Федерации собственные стандарты для биодизеля отсутствуют. Утвержден ГОСТ на использование 5% биодобавки в моторное топливо.

Таким образом, перспективно развивать культивирование энергокультур (микроводорослей, многолетних трав). Ресурсы биомассы являются более распространенными и возобновляемыми по сравнению источниками ископаемого топлива. Развитие производства биомассы может дать значительный положительный экологический и социально-экономический эффект.

Литература:
1. Белянин В.Н., Сидько Ф.Я., Тренкеншу А.П. Энергетика фотосинтезирующей культуры микроводорослей. Новосибирск: Наука, 1980. 134 с.
2. Варфоломеев С.Д., Калюжный С.В. Биотехнология: Кинетические основы микробиологических процессов. М.: Высш. шк., 1990. 296 с.
3. Жаворонков В.А. Разработка фотобиореакторов для интенсивного культивирования микроорганизмов. М.,1987.С.5-6.

## ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ПРЕБЫВАНИЕ И ЭКОЛОГИЮ *HIRUNDO RUSTICA* И *DELICHON URBICUM*

Сиргалина Д.Р., Аринина А.В.
Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань

## THE EFFECT OF ANTHROPOGENIC LOADS ON THE STAY AND ECOLOGY OF *HIRUNDO RUSTICA* AND *DELICHON URBICUM*

Sirgalina D.R., Arinina A.V.
Kazan (Volga) Federal University, Kazan

**Annotation.** We studied the residence and distribution of forage and topical competitors *Hirundo rustica*, *Delichon urbicum* and *Apus apus* in the sympatry zone. Compared fodder spectra, areas of fodder areas and foraging levels.

**Keywords:** ecology, *Hirundo rustica, Delichon urbicum.*

Статус деревенской *Hirundo rustica* и городской *Delichon urbicum* ласточек в России в настоящее время определяется как широко распространенные обыкновенные гнездящиеся виды. Необходимость в детальном популяционном исследовании ласточек вызвана снижением их численности во многих городах Европы и России. Отмечено неуклонное снижение численности деревенской ласточки в Башкирии, на Урале [2, 3], процент

встречаемости этого вида на учётных маршрутах весной составляет 8,8 %, в репродуктивный период – 10 % и во время осенних миграций – 10,9 % [2]. Численность городской ласточки в Башкирии и Свердловской области также снижается и в последние годы встречается не во всех поселениях [2, 5]. Причины неблагополучия ласточек многочисленны: ремонт фасадов зданий с остеклением балконов, ликвидация старых сельских домов, исчезновение традиционных сельских зон, увеличение транспортного потока. Интенсивное ведение сельского хозяйства уничтожило большую часть полей, служащих ласточкам для охоты. Амбары и сеновалы становятся закрытыми, в результате чего остается меньше места для постройки гнезд [10]. Существует связь между численностью деревенской ласточки и сокращением поголовья скота [6]. Также массовое использование пестицидов в сельском хозяйстве воздействует на птиц как прямо, так и косвенно. Например, ДДТ, давно запрещенный во многих станах, поражает ласточек в местах их зимовки в Африке. Разрушают гнезда и коммунальные службы, так как считают их неприятными и уродливыми, когда они прикреплены к зданиям и другим искусственным сооружениям. Большие колонии в городских районах также могут создавать риск для здоровья людей. Например, сальмонелла может передаваться через помет ласточек и представляет угрозу для животных, которые живут рядом с колониями ласточек [11].

С целью изучения взаимодействия городской, деревенской ласточек и черного стрижа в городском, сельском и естественном ландшафтах в зоне симпатрии мы рассмотрели распределение видов, сравнили радиусы кормовых участков, высоту кормодобывающего яруса.

**Материал и методы.**

Наблюдения за распределением колоний вели линейным маршрутным учетом без ограничения ширины полосы [8] и точечным учетом в г. Казани, г. Орске и в Зеленчукском районе Карачаево-Черкессии в летний период 2017-2018 гг. Данные статистически обработали в программе Статистика-10. Выборки сравнивали непараметрическим тестом Краскелла-Уоллиса, апостериорный анализ тестом Ньюмана-Кейлса. Отличия считали значимыми при уровне меньше 0,05. Пищевые спектры сравнили по индексу Жаккара. Для изучения активности кормления птенцов регистрировали количество влетов.

**Результаты.**

О численности деревенской *Hirundo rustica* и городской *Delichon urbicum* ласточек в городе Казани в прошлом известно не много. В 1788 г. Д.Н. Зиновьев [4] относил их к «диким видам». Через 100 лет А.А. Першаков определяет статус обоих видов и черного стрижа *Arus Apus* как наиболее обыкновенных [7]. В г. Казани вдоль улицы Сибирский тракт около 20 лет назад существовала колония городской ласточки. Гнезда находились

под балконами южной экспозиции вторых и третьих этажей жилых домов. Из-за реконструкции фасадов, остекленения балконов и резкого увеличения потока транспорта колония прекратила свое существование. Подобных колоний было несколько. Крупная колония *Delichon urbicum* много лет гнездилась под опорами моста Ленинской дамбы, но в 2013 году мост был реконструирован, и ласточки исчезли на несколько лет. В 2017 году единичные пары были замечены над р. Казанка в районе нового моста. Гнездование деревенской ласточки отмечалось в ряде поселков на окраинах Казани: Кадышево, Савиново, Юдино, в частном секторе Кировского и Московского районов. В 2018 году ни одной особи в г. Казани не было отмечено.

В г. Орске Оренбургской области городская и деревенская ласточки не обитают. В 2017 г. деревенская ласточка гнездилась в гаражах в поселке Геологов, близ Орска. В 2018 ни одной пары в этом месте не осталось.

Согласно В.К. Рахилину, на Кавказе ласточки обитали в первой половине 17 века и во второй половине 18 века [9]. В настоящее время в Карачаево-Черкессии деревенская ласточка гнездится во всех населенных пунктах от г. Невиномысска до п. Нижний Архыз и на отдаленных от жилья фермах. Отдельные пары деревенских ласточек гнездятся в заброшенных храмах в археологическом памятнике X-XII веков Архызского древнего аланского городища (6 гнезд в Среднем храме, из которых 3 жилых и 38 гнезд в Северном храме, из которых 30 жилых). Нежилые гнезда расположены достаточно низко, ни одно жилое так низко не спущено. Также 2 пары ласточек обитают в заброшенном двухэтажном здании. Оба гнезда устроены под потолком в разных комнатах верхнего этажа. Гнездо деревенской ласточки отмечено и на окраине поселка Нижний Архыз, на отдельно стоящей трансформаторной будке. Отмечен интересный случай совместного гнездования единичной пары деревенской ласточки в колонии городской ласточки: гнездо устроено в нише потолка балкона на 8 этаже 9-этажного жилого дома.

Городская ласточка отмечена только в населенных пунктах с высотной застройкой (Зеленчук, Нижний Архыз). Гнезда размещены на оконных откосах, балконах многих жилых домов и административных зданий. В естественных биотопах городская ласточка для гнездования использует антропогенные конструкции (мосты, металлические опоры). Так, высоте 2070 м над уровнем моря на металлических опорах у Большого телескопа азимутального в 2017 г. была обнаружена колония *Delichon urbicum* из 22 гнезд. 19 гнезд было на балке южной экспозиции и 12 - на северной. В 2018 г. численность колонии выросла до 31 гнезда. И в этой колонии было 1 гнездо деревенской ласточки. Таким образом, деревенская ласточка предпочитает жилые и заброшенные одноэтажные дома, но может гнездиться и в высотных домах. Городская ласточка и стриж предпочитают высотные дома.

Сравнивая пищевые предпочтения (по литературным источникам) ласточек и стрижа выяснили, что конкуренция за пищу выше между городской и деревенской ласточкой – их пищевой спектр совпадает на 81% (по Жаккару).

Кормовая территория, на которой ласточки охотятся, представляет собой открытые, лишенные деревьев участки. Радиус кормовой территории деревенской ласточки довольно небольшой: по нашим наблюдениям, ласточки не отлетают от гнезд дальше 160 м. Радиус кормовой территории городской ласточки составляет около 350 м.

При сравнении кормовой активности также наблюдали межвидовые отличия. У деревенской ласточки активность кормления птенцов была значимо выше: частота кормления городской ласточки составляет 0,17 раз в минуту (n=210), деревенской ласточки - 0,22 раза в минуту (n=30). Пара деревенской ласточки, дно гнезда которого отвалилось, и птенцы чудом держались на внутренних стенках гнезда, кормила птенцов значимо чаще (p=0,00).

При совместном обитании ласточек на одной территории, наблюдаем разделение кормодобывающего воздушного пространства на ярусы. Нижний ярус занимает деревенская ласточка, она «косит» луг, снимая беспозвоночных с верхушек трав. Охотничье пространство городской ласточки располагается выше. Если в зоне симпатрии находится и стриж, то он охотится выше всех. Вертикальное разделение пространства снижает уровень пищевой конкуренции экологически близких видов воздухореев и позволяет им обитать на одной территории.

Таким образом, проведенные наблюдения позволяют сформулировать выводы том, что совместное обитание ласточек не приводит к сокращению численности этих близкородственных видов. Численность ласточек снижается под влиянием антропогенных факторов вследствие потери гнездопригодных мест, обеднения кормовой базы, сокращения охотничьих участков. Необходима охрана и улучшение условий мест обитания ласточек. Важное значение имеет охрана мест размножения данных видов, озеленение мест обитания, что может привлечь больше насекомых, которыми питаются ласточки. Развешивание искусственных гнездовий также способствует увеличению численности ласточек.

Литература:

1. Барановский А.В. Экологические ловушки для птиц в антропогенной среде (на примере г. Рязани) // Гнездящиеся птицы г. Рязань. - 2016. – С.273-284.

2. Валуев В.А. Динамика деревенской ласточки Hirundo rustica в Предуралье Башкирии // Редкие и исчезающие виды животных и растений Республики Башкортостан. - 2015. - №9. - С.6-11.

3. Захаров В.Д. Птицы Южного Урала (видовой состав, распространение, численность. – Екатеринбург; Миасс: ИГЗ УрО РАН. – 2006. – 228с.

4. Зиновьев Д.Н. Топографическое описание города Казани и его уезда. - Москва: Унив. тип. у Н. Новикова, 1788. - 70 с.

5. Иванов С.А. Орнитологические наблюдения и находки в Свердловской области в 2010-2018 годах // Фауна Урала и Сибири. №2. - 2018. С.87-89.
6. Клауснитцер Б. Экология городской фауны. – Мир, - 1990. – 246 с.
7. Першаков А.А. Список птиц Казанского края // Тр.студ. науч. кружка “Любители природы”. Казань, 1929. Вып. 3. С. 3-68.
8. Равкин Ю.С. К методике учета птиц лесных ландшафтов // Природа очагов клещевого энцефалита на Алтае. - Новосибирск, 1967. - С. 66-75.
9. Рахилин В.К. Орнитогеография Росси. - Ин-т истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова Рос. акад. наук. - М.: Полиграфия, 1997. - 252 с.
10. Moore P. 2001. Dairy declines hard to swallow. Nature, 411: P. 904-905.
11. Brown C., Brown B. 1999. Barn swallow (Hirundo rustica). Pp. 1-32 in A Poole, F Gill, eds. The Birds of North America, Vol. 452. Philadelphia, PA: The Birds of N. America.

# ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ МОНИТОРИНГЕ МЕЛКОВОДНЫХ УЧАСТКОВ ВОЛГОГРАДСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Скориков Д.С., Бобырев С.В., Тихомирова Е.И.
Саратовский государственный технический университет им. Ю.А. Гагарина, Саратов

# APPLICATION OF GIS TECHNOLOGIES IN MONITORING THE SHALLOW WATERS OF THE VOLGOGRAD RESERVOIR

D. Skorikov, S. Bobirev, E. Tichomirova
Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov

**Annotation:** The article describes methods of making models. The authors describe an example of the introduction of IT to research the reservoir ecosystem. Mathematical model gives not only a description but also the forecasting scenarios for the development of events.
**Key words:** Ecology, geoinformatics, ecosystem

В настоящее время остро стоит как проблема оптимизации использования естественных ресурсов, так и проблема разработки методов снижения антропогенного воздействия на окружающую среду. В связи с этим, распространение знаний о закономерностях развития экосистем и формах проявления экологических процессов является одним из путей решения данной проблемы.

Все более актуальной становится задача управления экосистемой. Эта задача может решаться посредством представления реального объекта в виде информационной модели. В этой модели должны быть представлены взаимодействия между собой объектов неживой природы (абиотические) и живых организмов (биотические). Модель должна быть адекватна задаче управления, то есть отражать экосистемы с точностью решения задачи управления [1].

Первым этапом при работе с компьютерными моделями является экологический мониторинг. Система экологического мониторинга любого

природного объекта, в том числе и водного, должна накапливать, систематизировать и анализировать информацию о состоянии окружающей среды [2]; о допустимости изменений и нагрузок на среду в целом; о существующих резервах биосферы. Таким образом, в систему экологического мониторинга входят наблюдения за состоянием элементов биосферы и наблюдения за источниками и факторами антропогенного воздействия.

Большое внимание в создании модели отводится геокодированию — привязке к карте объектов, расположение которых в пространстве задается сведениями из таблиц баз данных. Эта информация представляется координатами объектов — прямоугольными или географическими, например, точки исследованиях на водных объектах, координаты которых получены приемниками глобальной системы позиционирования Глонасс или GPS;

Функции геокодирования позволяют «привязывать» базы данных, которые ведет большинство ведомств, обслуживающих урбанизированные территории и население, на них проживающее, к картам территорий.

С использованием современных устройств гидролокации и средств GPS навигации, представляется возможным создать геоинформационную модель, позволяющую наглядно представить особенности рельефа, как берега, так и дна (рис 1).

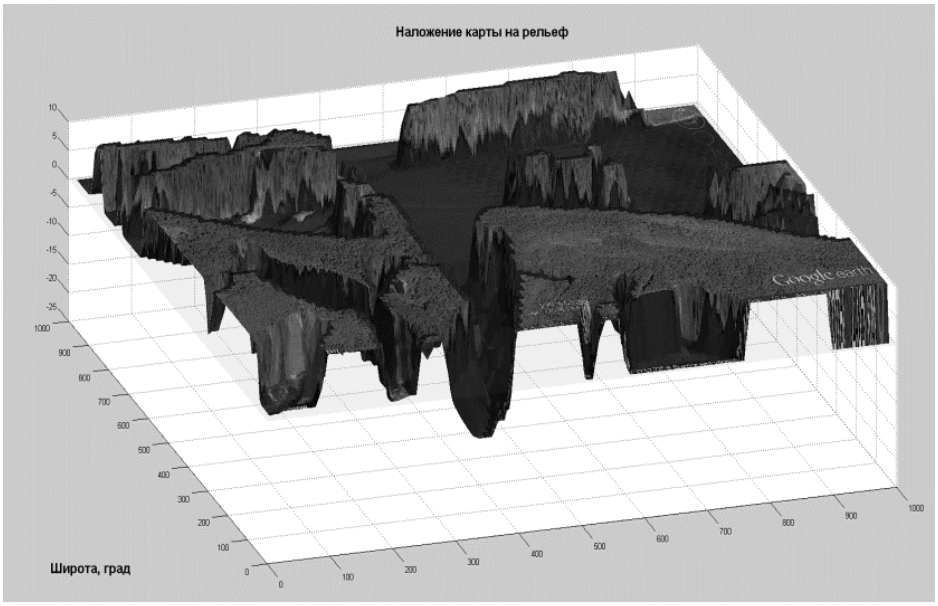



Рис. 1. Геоинформационная модель устьевого участка реки Малый Караман

При выполнении проекта был реализован программно-аппаратный комплекс, являющийся компонентом информационной системы мониторинга участков Волгоградского водохранилища. Это программное обеспечение является клиентской частью, и его задача осуществлять сбор и передачу данных на сервер. Это программное обеспечение поможет записывать хранить и передавать данные, полученные с использованием современных IT-технологий, в режиме реального времени, что дает реальную возмож-

ность экологам в различных мониторинговых исследованиях хранить и представлять данные в удобном виде.

Для представления данных о глубине участка водоема используется аппаратно-программный комплекс с функцией записи данных о рельефе. Комплекс работает на базе программируемого контроллера Arduino Uno. Опытный образец представлен на рис. 2. Визуалиализация данных осуществляется посредством среды разработки MATLAB. Пример отображения данных глубин представлен на рис. 3.




Рис.2. Использование аппаратного комплекса при экологическом мониторинге водного объекта

На основе данной информации можно производить последующее прогнозирование поведения окружающей среды в определенных условиях и принятия соответствующих мер, способствующих предотвращению различных экологических катастроф [3].

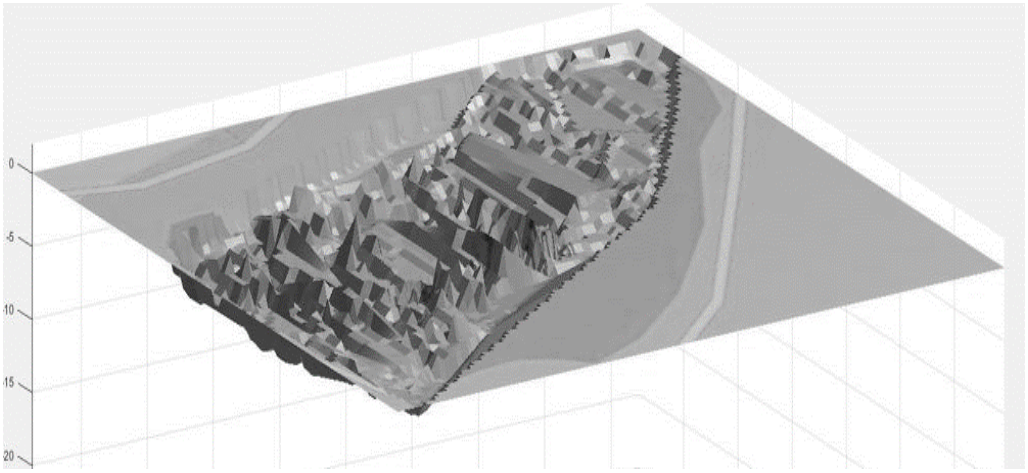



Рис.3. Визуализация данных, полученных с помощью аппаратного комплекса.

На примере мелководий волгоградского водохранилища создана модель, позволяющая подробно изучить естественные процессы, происходящие на территориях, образованных вследствие затопления безводных ранее участков. Исследования показали, что, наряду с антропогенными загрязнениями в точках «диких» лагерей отдыха населения, происходят явно выраженные природные процессы деградации береговой зоны, как со стороны берега, так и со стороны воды.

На рис. 4 представлена визуализация геоинформационной модели мелководного участка левобережья Волгоградского водохранилища.

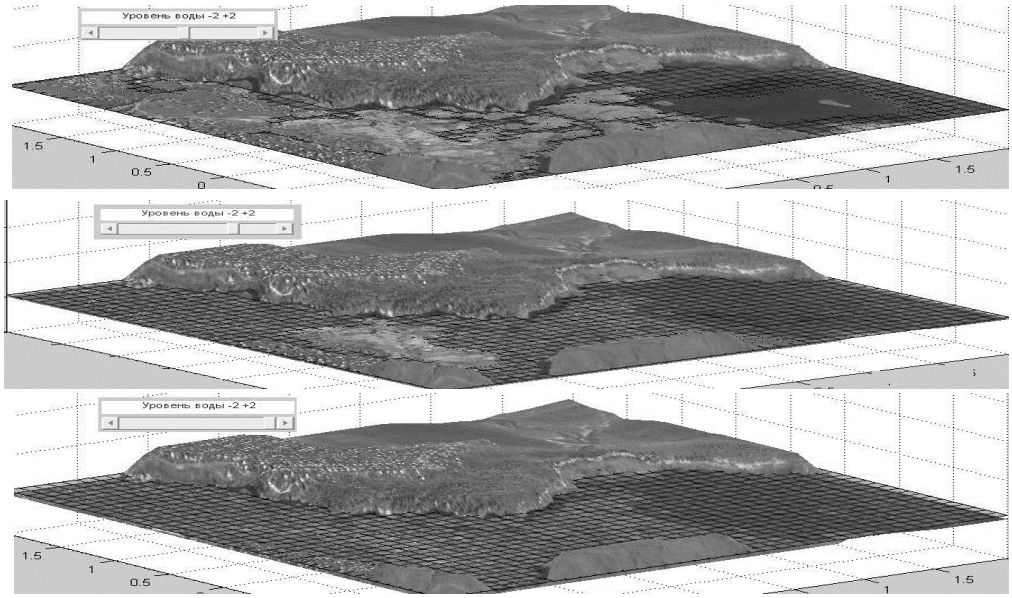



Рис.4. Модель затопления мелководных участков Волгоградского водохранилища

Проанализировав различные подходы к системам управления и переходным процессам, напрашивается вывод, что экосистему можно и нужно представлять посредством математического моделирования. Достигнуть этого можно только при получении большого количества статистических данных. Анализируя их и находя между ними связь можно построить стратегии управления экосистемой как закономерным механизмом.

Таким образом показано использование информационных технологий для описания и изучения отдельных частей экосистемы. Разработана математическая модель, позволяющая анализировать влияние естественного и антропогенного характера на состояние объекта, и прогнозировать сценарий развития событий в экосистеме.

Литература:

1. Моделирование экосистем: оценка экологической безопасности с применением подходов вычислительной геометрии: учебник /С.В. Бобырев, А.В. Косарев, Е.И. Тихомирова, А.Л. Подольский; СГТУ имени Гагарина Ю.А. – Саратов: Орион, 2016. -176.

2. Проблемы точности при моделировании природных объектов / Д.С. Скориков // Здоровая окружающая среда - основа безопасности регионов: Материалы первого международного экологического форума в Рязани. 2017/ Издательство: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева – Рязань, 2017.–С: 151-155

3. Анализ методик измерения в процессе составления математической модели природного объекта / С.В. Бобырев, Д.С. Скориков // Гигиена, экология и риски здоровью в современных условиях: Материалы межрегиональной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. Под редакцией В.Ф. Спирина. 2017 // Общество с ограниченной ответственностью "Амирит" – Саратов, 2017. – С. 28-32

# ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Скрипкина Н.В., Пивень П.В.
АлтГУ, г. Барнаул

# THE PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF WIND POWER IN THE RUSSIAN FEDERATION

Skripkina N.V., Piven' P.V.
AltGU, Barnaul

**Annotation.** This article discusses the prospects for the development of wind power in the Russian Federation. It was analyzed the current state of small wind power in Russia, the main problems of its development and ways to solve them.

**Keywords:** renewable energy, wind energy, wind power, wind farms.

Развитие энергетики, как системы, работающей в масштабах всей страны, требует централизованного планового начала, государственного управления и регулирования, грамотного, продуманного выстраивания энергетической политики, как внешней, так и внутренней.

В производстве энергии по-прежнему доминируют экологически опасные источники энергии: ископаемые виды топлива (уголь, газ и нефть, добыча которых увеличивается из года в год), ГЭС (уничтожающие речные экосистемы), атомные электростанции (которые можно сравнить с атомными бомбами, временно дающими электричество).

Одной из главных причин современной прогрессирующей деградации окружающей природной среды является чрезмерное потребление и расточительность техногенно-потребительской цивилизации, безответственное, хищническое использование ресурсов, в том числе – и топливных. Обеспечение энергетической безопасности Российской Федерации – задача первостепенной важности по нескольким причинам: во-первых, энергетическая отрасль определяет общие параметры экономического развития страны, ведь энергетические ресурсы – это товар первой необходимости для

населения и промышленных предприятий; во-вторых, энергетическая безопасность – это необходимое условие обеспечения национальной безопасности и государственного суверенитета; в-третьих, как внешние угрозы, так и серьёзные внутренние проблемы, не решенные, а также появившиеся в процессе реформирования РФ, в том числе, и энергетической отрасли и системы государственного управления энергетикой, способны положить начало общегосударственному системному кризису.

Развитие ветроэнергетики в России, огромной страны, с малонаселенными северными районами, бесспорно – крайне актуальная задача. Малые ветроэнергетические установки способны повысить автономность малых поселений, улучшить комфортность социальной среды проживающего там населения. А в целом – повысить энергетическую и экологическую безопасность страны. В отличие от ГЭС – нет зависимости от рек, не нужно, как в случае с ТЭС, думать о том, как доставлять топливо, не нужно искать пути решения проблем, связанных с утилизацией отработанного ядерного топлива, как у АЭС.

Малые электрогенераторы, такие, как ветровые, дают возможность минимизировать потери электроэнергии в силу малой протяженности передающих ее линий, благодаря возможности размещения данных объектов вблизи потребителя. В отличие от других электрогенераторов использующих альтернативные источники энергии, ветрогенераторы могут быть использованы практически повсеместно, например, они не зависят от ясности неба, как солнечные батареи. В условиях северного положения России ветрогенераторы являются наиболее перспективным вариантом развития малой энергетики. Скорость ветра будет выше в прибрежных зонах, на возвышенностях и горных сооружениях и ниже во внутриматериковых районах, на низменностях. Тем не менее, несмотря на то, что на равнинах сила ветра слабее, чем на возвышенных участках рельефа, но именно на равнинах наиболее удобно производить допоставку электроэнергии в централизованную сеть и организовывать электроснабжение отдельных объектов вне зависимости от их мощности и скорости ветра. А потому, для малой энергетики, ветрогенераторы могут быть использованы и на низменностях, необходимо лишь будет учесть конкретные природные условия для их наиболее оптимального локального размещения.

Среди всех государств мира, именно РФ имеет один из самых больших потенциалов развития ветроэнергетики. Даже по самым скромным оценкам, использование энергии ветра (лишь в наиболее благоприятных для этого местностях) могло бы дать около 10,7 ГВт в год [2]. Пока же Россия занимает лишь 64 место по суммарной мощности, получаемой от использования энергии ветра (16,8 МВт в год) [1]. Это составляет лишь 0,0168 ГВт в год (можно было бы получать, как минимум, в 636 раз больше).

Стоимость ветрогенераторов, пока они являются «штучным» товаром и, преимущественно, импортируются – относительно высока. Необходимы

государственные программы, обеспечивающие льготные условия для производства ветрогенераторов в РФ и устранение бюрократических препонов по их установке. При анализе конкурентоспособности альтернативных источников энергии нужно учитывать, что механизм ценообразования на энергию, произведенную с использованием традиционных видов топлива (ископаемое сырье) экономически неверен. Долгосрочные риски и ущерб, связанные с использованием традиционных энергоресурсов, не находят отражения в их цене и связанные с ними расходы просто-напросто перекладываются на будущие поколения (так, природный газ, считается относительно экологически «чистым» топливом, но – можно вспомнить о колоссальном ущербе нанесенном окружающей природной среде при добыче сланцевого газа). Именно будущие поколения, заплатят ту разницу в цене, за счет которой сейчас использование ископаемого топлива более выгодно, а отрасль возобновляемой энергетики является дотационной, а себестоимость полученной электроэнергии – завышенной, в пользу нефтяных, угольных и газовых концернов. Развитие ветроэнергетики может стать инновационным путем использования эффективных технологий энергопроизводства на базе возобновляемых источников энергии. Строительство ветровых электростанций может оказать существенное влияние на развитие всех сфер жизни общества. Большинство стран мира уже пришло к выводу (отраженному в реальных правительственных программах), что альтернативная энергетика – путь для долгосрочной энергетической стратегии. Эти страны многократно обогнали Россию, как по развитию и освоению альтернативных энергопреобразователей, так и по разработке организационных и правовых основ альтернативной энергетики в целом.

В России есть населенные пункты, в которые электричество не поставляется из-за удаленности от электростанций, сложного территориального расположения (например, размещения в условиях глубоко расчлененного рельефа), или по причине малочисленности проживающего там населения (бизнесменам важна окупаемость проектов). Для решения этой проблемы можно применять малые ветровые энергетические установки, которые могут систематизировано подавать электричество в населенные пункты, при относительно малых экономических затратах на оборудование, а также – не нанося значительного ущерба окружающей природной среде.

По признанию отечественных и зарубежных экспертов, Россия обладает достаточным потенциалом ветра, чтобы выйти на лидирующие позиции на внутреннем энергетическом рынке по его использованию.

Однако говорить о создании ветровой генерации в таком масштабе пока не приходится, не только в обозримом будущем, но также и в отдаленном. Следует отметить, что главная роль в инвестировании ветроэнергетики – новой отрасли возобновляемой энергетики – должна принадлежать как государству, так и ведущим компаниям топливно-энергетического комплекса России. Современные ветропарки по своим ха-

рактеристикам могут не уступать традиционным электростанции. Более того, выработка электроэнергии на ветровых станциях становится все более и более конкурентоспособной по сравнению с традиционными источниками энергии на ископаемом топливе, по мере его исчерпания.

Литература:
1. Итоги производственной деятельности отраслей ТЭК России 2016 г. // ТЭК России. Журнал центрального диспетчерского управления топливно-энергетического комплекса. – 2016. – № 3.
2. Николаев, В. Г. Национальный Кадастр ветроэнергетических ресурсов России и методические основы их определения / В. Г. Николаев, С. В. Ганага, Ю. И. Кудряшов // М.: АТМОГРАФ, 2008. – 584 с.

## ГЕОХИМИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ ТЕХНОГЕННОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ПРИМЕРЕ СОВРЕМЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ МАЛЫХ ОЗЕР КАРЕЛИИ

Слуковский З.И.
Институт геологии Карельского научного центра РАН, Петрозаводск

## GEOCHEMISTRY MARKERS OF TECHNOGENIC CHANGES OF ENVIRONMENT ON EXAMPLE OF MODERN SMALL LAKES SEDIMENTS IN KARELIA

Slukovskii Z.I.
Institute of Geology of the Karelian Research Centre RAS, Petrozavodsk

**Abstract.** The report presents a short review of the geochemical features of modern bottom sediments of small lakes in the central and southern parts of the Republic of Karelia (North-West Russia).

**Key words:**bottom sediments, small lake, heavy metals, the Republic of Karelia

Осадконакопление, или седиментация, – этой сложный процесс взаимодействия живого вещества и абиотических компонентов, происходящий на границе лито-, гидро- и биосферы. Современные отложения, формирование которых происходит в эпоху индустриального развития общества, несут на себе отпечаток как природного, так и техногенного воздействия на окружающую среду. Особое внимание в эколого-геохимических исследованиях уделяется тяжелым металлам (ТМ), концентрации которых в верхних слоях донных отложений (ДО) могут превышать содержание тех же элементов в материнских породах, четвертичных отложениях и почвах [1, 2]. Анализ аккумуляции загрязнителей и сопутствующих им элементов в колонках ДО позволяет реконструировать исторические события последних 100-150 лет и выявлять экологические риски для живых организмов, обитающих в водной среде.

В данном исследовании малых водоемов Карелии использована единая методика послойного отбора проб донных отложений, анализа концентраций главных элементов и микроэлементов и интерпретации полученных геохимических данных.Оценка химического состава ДО проведена при помощи масс-спектрометра с индуктивно связанной плазмой XSeries-2 ICP-MS и рентгенофлуоресцентного спектрометра ARL ADVANT'X на базе аналитического центра Института геологии КарНЦ РАН. Все изученные отложения относятся к сапропелям – осадкам с повышенным содержанием органического вещества (до 70 % сухой массы).

На урбанизированных территориях и в районах, приближенных к городской среде, в поверхностных слоях пресноводных осадков фиксируется значительное содержание микроэлементов природного и техногенного происхождения, мигрирующих из четвертичных отложений и почвенного покрова в водные объекты под воздействием преимущественно антропогенного фактора. При этом образование экстремально высоких концентраций тех или иных элементов на геохимических барьерах, которыми и выступают донные отложения, может быть связано как с локальными, так и с глобальными событиями и/или факторами. Для ДО озер урбанизированных территорий Карелии определены приоритетные загрязнители, к числу которых относятся Pb, Sb, Cd, V, Zn, Cu, Ni и др. элементы. В частности, в ДО оз. Ламба (г. Петрозаводск) установлены локальные экстремальные превышения над фоном V, Ni и Cr, поступающих в экосистему водоема в результате деятельности теплоцентрали (ТЭЦ) [3].

Установлена взаимосвязь исторически повышенных концентраций Pb, Cd, Tl,Sb и других элементов с процессами атмосферного переноса загрязняющих веществ от промышленных предприятий севера России и Европы и автомобильного транспорта на примере исследования малых озер городских и условно-фоновых районов. Например, на рис. 1 показано, увеличение концентраций 10 химических элементов в отложениях малого озера, расположенного в юго-западной части Республики Карелии. Аналогичное поведение Pb, Zn, Cd и Cu установлено ранее для ДО малых озер южной части Финляндии [4]. Отмечается, что значительное повышение уровня указанных элементов в верхних слоях ДО началось с 1900-х годов главным образом под влиянием дальнего переноса загрязняющих веществ от промышленно развитых районов Европы, России и стран бывшего СССР. Это согласуется с анализом атмосферного переноса поллютантов, главным образом Pb, Cu, Ni и Cd, на территорию Республики Карелии со стороны Ленинградской области и г. Санкт-Петербурга [5]. Общая масса ежегодных поступлений указанных металлов воздушным путем составляет около 1,5 тонн.

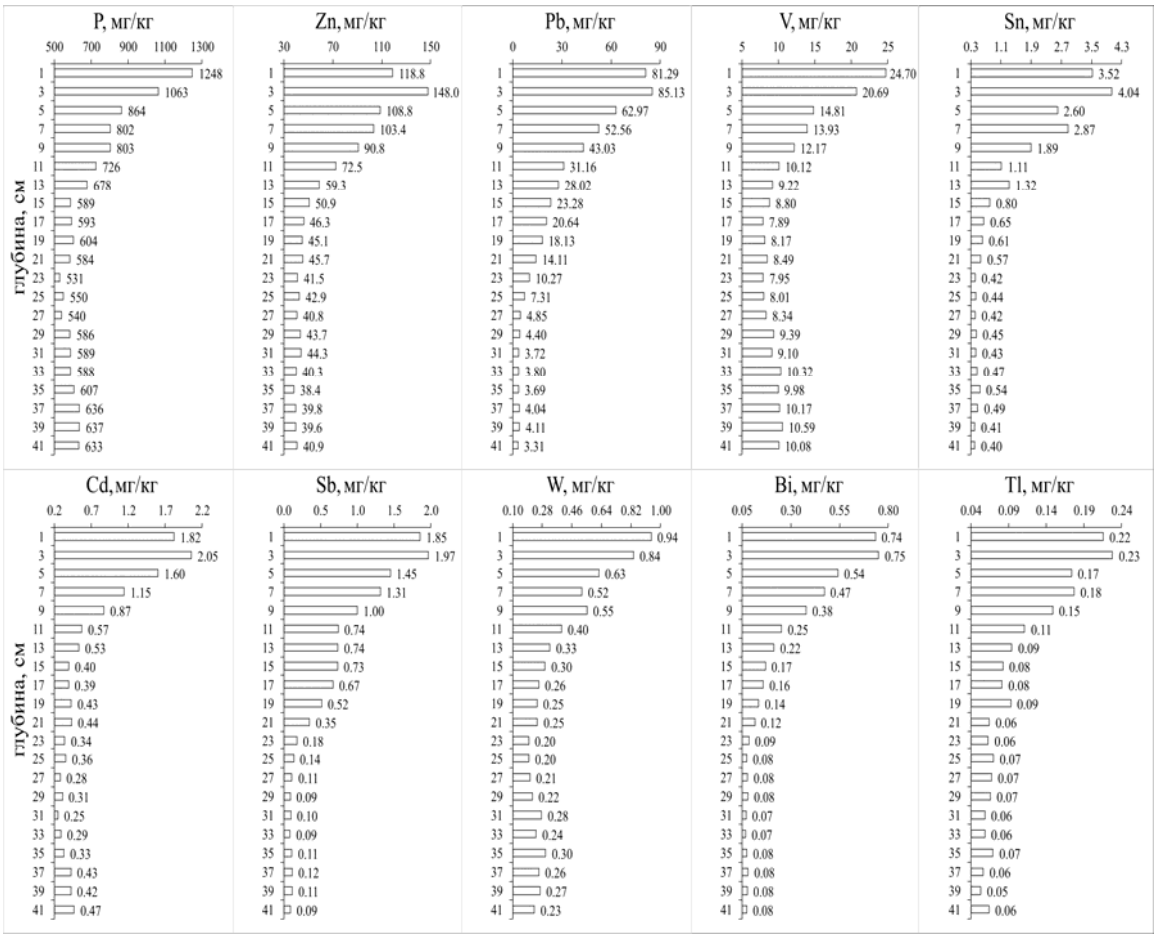



Рис. 1. Вертикальное распределение химических элементов, в том числе тяжелых металлов в колонке современных донных отложений оз. Лиункунлампи, Лахденпохский район Республики Карелии

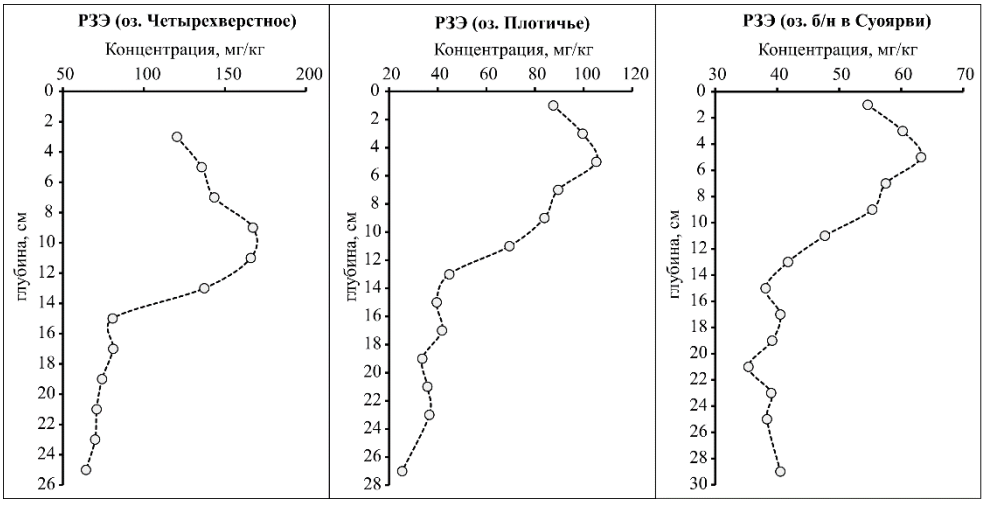



Рис. 2. Вертикальное распределение суммы редкоземельных элементов в современных донных отложениях малых озер урбанизированной среды Республики Карелии

Оценка корреляционных связей между микроэлементами позволила установить, что редкоземельные элементы и щелочные металлы в ДО ур-

банизированной среды могут выступать в качестве индикаторов техногенеза вместе с непосредственными загрязнителями среды. Увеличение суммы концентраций редкоземельных элементов происходит на глубинах от 12 до 16 см, и обусловлено сильным антропогенным воздействием на водосборы изучаемых озер и сами водоемы (рис. 2). Максимальные концентрации редкоземельных элементов отмечены в слоях с наиболее высокими содержаниями ТМ.

Изучение форм нахождения ТМ в ДО, их биогеохимического потенциала и связи с гидробионтами позволяет дать экологическую интерпретацию полученным результатам, что крайне важно ввиду использования озер Карелии в различных сферах человеческой деятельности (водоснабжение, рекреация). Проведенные исследования могут стать основной для разработки мер по обеспечению безопасного использования водоемов Карелии, подверженных антропогенной нагрузке. Это может быть как простое информирование местных жителей об экологическом состоянии водной среды, так и очистка озер от загрязненных слоев донных отложений или обезвреживание загрязняющих веществ, находящихся в толще осадков.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-05-00897 «а», а также в рамках проекта государственного задания № АААА-А18-118020690231-1.*

*Автор выражает благодарность своим коллегам Шелеховой Т.С., Медведеву А.С., Новицкому Д.Г., Сыроежко Е.В. и Медведеву М.А. за помощь в совместных исследованиях озер южной части Карелии.*

Литература:

1. Даувальтер В.А.2000.Оценка токсичности металлов, накопленных в донных отложениях озер. Водные ресурсы.Т. 27, № 4, с. 469-476.
2. Опекунов А.Ю., Митрофанова Е.С., Опекунова М.Г. 2017.Техногенная трансформация состава донных отложений рек и каналов Санкт-Петербурга. Геоэкология. Инженерная Геология, Гидрогеология, Геокриология. № 4, с. 48-61.
3. Слуковский З.И. 2018. Микроэлементый состав донных отложений малых озер как индикатор возникновения экологических рисков в условиях урбанизированной среды Республики Карелии. Водное хозяйство России. № 6. С. 70-82.
4. Verta M., Tolonen K. 1989. History of heavy metal pollution in Finland as recorded by lake sediments.The Science of Total Environment. Vol 87/88. P. 1-18.
5. Vinogradova A.A., Kotova E.I., TopchayaV.Yu. 2017. Atmospheric transport of heavy metals to regions of the North of the European territory of Russia. Geography and Natural Resources. Vol. 38, Issue 1. P. 78-85.

## НЕСАНКЦИОНИРОВАННЫЕ СВАЛКИ КАК ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА СОВРЕМЕННЫХ ГОРОДОВ

Сопова М. Н., Сумина А.В.
Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова, г. Абакан

# UNAUTHORIZED LANDFILLS AS AN ENVIRONMENTAL PROBLEM OF MODERN CITIES

Sopova M. N., Sumina A.V.
Katanov Khakass State University, cities of Abakan

Несмотря на огромные площади, которыми располагает Россия, бесконтрольный рост несанкционированных свалок приводит к ухудшению экологической обстановки, увеличению заболеваемости жителей близлежащих населённых пунктов. Одним из первых шагов в решении данной проблемы является картирование несанкционированных свалок, которое представляет собой графическое изображение территории [1].

Отходы производства и потребления, или можно их называть просто «отходы», - это вещества или предметы, которые образованы в процессе производства, выполнения работ, оказания услуг или в процессе потребления. Наибольшая часть из них — это отходы промышленных предприятий различных отраслей. Однако очень много внимания уделяется именно твердым коммунальным отходам (ТКО), т.к. мы с вами непосредственно сталкиваемся с ними в нашей повседневной жизни, и именно они образуют свалки ТКО, которые становятся все более острой проблемой для большинства городов и населенных пунктов [2].

Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 г. № 204. «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» гласит о необходимости обеспечить эффективное обращение с отходами производства и потребления, включая ликвидацию всех выявленных на 1 января 2018 г. несанкционированных свалок в границах городов [3].

Одна из причин такого внимания состоит в том, что несанкционированные свалки часто располагаются вблизи водных объектов, рекреационных зон, селитебных зон, что представляет опасность для жизнедеятельности людей, которые проживают на данной территории. Кроме того, на территории свалок размещается отходы, которые могли бы вторично использоваться, но становятся непригодными для этого по причине влияния различных факторов (перепады температур, выпадение осадков). Данные отходы разрушаясь, выделяют в окружающую среду различные вредные вещества, то может привести к необратимым процессам.

С целью изучения вопроса размещения несанкционированных свалок, было проведено визуальное исследование окраинных территорий в границах г. Абакана, маршрутным методом с использованием картографического материала. Обнаруженным свалкам была дана качественная и количественная характеристика компонентов. Наблюдение проводились в 2018 — 2019 годах, при этом было обнаружено 3 многоочаговые свалки, расположенные в различных частях г. Абакана (рисунок).




Рисунок. Расположение несанкционированных свалок на территории г. Абакана (1-территория Южной дамбы, 2-территория Китайского рынка, 3-участок 9-го микрорайона, ул. Торосова)

Первый участок исследования расположен в районе Южной дамбы. К особенностям данной территории можно отнести следующие факты. Во-первых, эта территория в летние месяцы часто используются в рекреационных целях. Кроме того на данной территории расположено 2 водозаборной станции.

За исследуемый период эта свалка изменилась как качественно, так и количественно. Краткая характеристика отходов и территории данной свалки представлена в таблице.

Таблица. Краткая характеристика несанкционированных свалок

| Месторасположение (в границах улиц) | ул. Белоярская | ул. Железнодорожная |
|---|---|---|
| Размеры | ~ 100- 200 м$^2$ | ~ 15- 25 м$^2$ |
| Объем | 50 - 210 м$^3$. | 7,5 - 10 м$^3$ |
| Состав | бетон, пластик, трупы животных, фекалии, пищевые отходы, строительный мусор, тряпьё, железо, полиэтилен, макулатура и т.п. | |
| Нарушенность ландшафта | имеется | |
| Время образования свалки (лет) | ~ 1 — 5 | |
| Автор свалки | не выявлен | |
| Возможность ликвидации свалки | Основную часть можно ликвидировать вручную | |

Из таблицы можно видеть, что основная часть отходов представлена упаковками для пищевых продуктов, полиэтиленовыми пакетами, пластмассовыми бутылками, кирпичами и другим строительным мусором. Данные отходы привозятся на указанную территорию жителями частного сектора, расположенного в непосредственной близости, об этом свидетельствует размещение свалки - недалеко от грунтовой дороги.

В заключение хочется выразить надежду, что изменить данную ситуацию поможет введение тарифов за вывоз мусора для жителей частного сектора. Как известно: « Чисто не там где убирают, а там где не мусорят!».

Литература

1. Как бороться с несанкционированными свалками [электронный ресурс] URL:http://envirights.tilda.ws/illegaldumps
2. Несанкционированные свалки как фактор риска загрязненности окружающей среды [электронный ресурс] URL: https://docplayer.ru/28503204-Nesankcionirovannye-svalki-kak-faktor-riska-zagryaznennosti-okruzhayushchey-sredy.html
3. Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» [электронный ресурс] URL: http://kremlin.ru/acts/bank/43027#sel=4:1482:4BC,4:1501:gfV

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕОФИЛЬТРАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА УСТОЙЧИВОСТЬ БОРТОВ КАРЬЕРОВ КОАШВИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ АПАТИТ-НЕФЕЛИНОВЫХ РУД, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЧИСЛЕННЫХ МОДЕЛЕЙ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Судариков С.М., Рычажков А.А.
Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург

# MODELLING OF GEOFILTRATION PROCESSES AFFECTING THE STABILITY OF THE OPEN PIT SIDES OF THE KOASHVA APATITE-NEPHELINE ORE DEPOSIT USING NUMERICAL FINITE ELEMENT MODELS

Sudarikov S.M., Rychazhkov A.A.
Saint Petersburg Mining University, Saint Petersburg

**Annotation.** Methods are considered and results of underground water flow modelling by finite element method are analyzed. The influence of groundwater on the stability of the edge of The Koashva open pit is estimated. The forecast of hydro-geological conditions was make for working out open pit, as well as various methods of accounting of groundwater on the stability of open pit mine.

**Keywords:** water flow modelling, groundwater, open pit edge, the stability slopes of open-pit mine.

Подземные воды являются одним из факторов, влияющих на устойчивость откосов. Разгрузка подземных вод приводит к изменению механических свойств пород, напряженного состояния, а также к образованию фильтрационных деформаций. Геофильтрационные процессы могут вызвать оползневые и другие деформации откосов [1].

Исследование проводилось для восточного борта Коашвинского месторождения апатит-нефелиновых руд, которое характеризуется сложными гидрогеологическими условиями. Сложность гидрогеологических условий определяется приуроченностью месторождения к межгорной долине с большой площадью водосбора, а также сильной обводненностью комплекса четвертичных отложений и как следствие высокими притоками вод в карьер.

В настоящее время, в расчетах устойчивости бортов карьеров подземные воды в основном учитываются как единый водоносный горизонт, что упрощает схемы расчета устойчивости. В реальных условиях месторождения Коашва, в гидрогеологическом строении участвует не один, а несколько водоносных горизонтов. Возникает вопрос о необходимости учета каждого из горизонтов для повышения точности расчетов.

В практике расчетов устойчивости бортов карьеров влияние подземных вод учитывается, в основном расчетом сил гидростатического взвешивания.

В данной работе использовалась программа Slide, в которой реализованы одновременно моделирование подземных вод методом конечных элементов и расчет устойчивости откосов сооружений. При расчете коэффициента запаса устойчивости в Slide результаты достаточно схожи с расчетами по отечественным стандартам [2].

Моделирование подземных вод происходит путем задания граничных условий, напоров подземных вод, интенсивности инфильтрационного питания. Более точное моделирование позволяет оценить положение уровней подземных вод, которые влияют на расчеты устойчивости бортов карьеров.

При численном моделировании, на основе метода конечных элементов, построена модель борта карьера, учитывающая влияние подземных вод. Карьером дренируется три водоносных горизонта, уровни которых учитываются при моделировании. Высота борта составляет 460 метров.

С использованием ПО оценено распределение напоров при техногенном режиме фильтрации. При анализе подземных вод с использованием программы Slide рассчитывается поровое давление в каждой расчетной точке, которое учитывается при расчете коэффициента запаса устойчивости. Таким образом построение модели позволяет уточнить уровни подземных вод, а также учесть их при расчете устойчивости.

Так как в настоящее время, часто при расчете коэффициента запаса устойчивости учет подземных вод производится заданием одного уровня с

разными углами депрессионной кривой, которые показывают влияние инфильтрационного питания подземных вод.

Был произведен расчет коэффициента запаса устойчивости при разных значениях угла депрессионной кривой, результаты расчетов представлены в таблице 1.

Таблица. Результаты расчета коэффициента запаса устойчивости

| | |
|---|---|
| Коэффициент запаса устойчивости при учете трех водоносных горизонтов | 1,32 |
| Коэффициент запаса устойчивости с углом наклона депрессионной кривой, j = 10$^{o}$ | 1,45 |
| Коэффициент запаса устойчивости с углом наклона депрессионной кривой, j = 15$^{o}$ | 1,44 |
| Коэффициент запаса устойчивости с углом наклона депрессионной кривой, j = 20$^{o}$ | 1,42 |

Согласно таблице, можно сделать вывод о том, что при учете трех водоносных горизонтов коэффициент запаса устойчивости ниже, чем при учете подземных вод как единого водоносного горизонта с различными углами депрессионной кривой. Как известно завышенные показатели коэффициента запаса устойчивости могут привести к ошибочным решениям при проектировании бортов карьера. Стоит заметить, что даже при сильном изменении инфильтрационного питания (угол депрессионной кривой увеличен на 10$^{o}$) коэффициент запаса устойчивости снижается незначительно.

Таким образом, моделирование геофильтрационных процессов, на основе метода конечных элементов, позволяет уточнить гидрогеологические условия, а также учесть эти условия при расчете коэффициента запаса устойчивости. Также стоит отметить, что учет подземных вод как единого горизонта может приводить к завышенному коэффициенту запаса устойчивости, из чего можно заключить что прогноз гидрогеологических условий является необходимой частью при расчетах устойчивости откосных сооружений.

Литература:

1. Мироненко В. А. Шестаков В. М. Основы гидрогеомеханики. М., «Недра», 1974. 296 С.
2. А.М. Мочалов, С.А. Ишутин, А.А. Павлович, Р.Ю. Сапачев. Оценка устойчивости бортов карьеров с использованием отечественного и зарубежного программного обеспечения. Записки горного института 2012.
3. Groundwater Module in Slide 2D finite element program for groundwater analysis, Verification Manual, 2017 Rocscience Inc.

# ВИДОВОЕ БОГАТСТВО ОРНИТОФАУНЫ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ЛАНДШАФТОВ РЕСПУБЛИКИ КАРАЧАЕВО-ЧЕРКЕСИЯ

Сурнина Т.А., Аринина А.В.
Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань

# SPECIFIC DIVERSITY ORNITHOFAUNES OF URBANIZED LANDSCAPES REPUBLIC OF KARACHAY-CHERKESSIA

Surnina T.A., Arinina A.V.
Kazan (Volga) Federal University, Kazan

**Annotation.** The unique natural ecosystems of the mountain regions of the Caucasus are subject to anthropogenic pressure (grazing, traffic, mass tourism) and climate change. Identification of species composition of biota and its preservation in dynamic conditions are actual tasks. The bioindicator status of the territory can be a community of birds – orintated. The study of species, quantitative composition of birds and distribution of avifauna depending on the degree of anthropogenic load was the main goal of our study.

**Key words:** mountain territory, avifauna.

Уникальные природные экосистемы горных районов Кавказа подвержены антропогенному прессу (выпас скота, движение автотранспорта, массовый туризм) и климатическим изменениям. Выявление видового состава биоты и ее сохранение в динамических условиях являются актуальными задачами. Биоиндикатором состояния территории может выступать сообщество птиц – оринтоцен. Изучение видового, количественного состава птиц и особенностей распределения орнитофауны в зависимости от степени антропогенной нагрузки было основной целью нашего исследования.

**Материалы и методы.** Наблюдения проводили в период с 19 по 28 июня 2018 года. При учёте использовали метод линейного маршрутного учёта с учетом ширины полосы (Равкин, 1967). Изучение качественного и количественного состава авифауны проводили на территории посёлка Нижний Архыз Зеленчукского района республики Карачаево-Черкесия и в горной местности, прилегающей к посёлку. Нижний Архыз залегает в межгорной котловине (Архызское ущелье) на реке Большой Зеленчук. Вдоль реки располагается археологический памятник X-XII веков, остатки крупного аланского поселения - Аланское городище, которое непосредственно примыкает к посёлку. В горной местности был заложен 1 маршрут, у подножия - 2 маршрута. В горной местности маршрут проходит через большой телескоп азимутальный (БТА), длина маршрута 9,025 км. Наблюдения проводили в утренние часы с 9 до 13 часов. Территория подвержена воздействия выпаса скота, массового туризма, автортанспорта. Маршрут № 2 проложен в черте Нижнего Архыза – небольшого поселка. Длина маршрута 1,122 км. Наблюдения проводили в дневное время, с 14 до 16 часов. Маршрут № 3 – территория древнего Аланского городища, 2,26 км. От шоссе с оживленным движением автотранспорта городище от-

деляет река. Его ежедневно посещают группы туристов и паломники, изредка проезжает легковой транспорт. Плотность по формуле Ю.С. Равкина (1967): P=N1*40 + N2*10 + N3*3 + N4 / L. Видовое богатство рассчитали по индексам Маргалефа и Шеннона-Уивера.

**Результаты исследования и обсуждение.** В **горной местности** маршрут охватил разнообразные биотопы. Северная часть маршрута проходит через Северо-Кавказскую астрономическую станцию (СКАС) КФУ, включает зарастающий мелколиственными деревьями Пуп Келдыша (2045 м), лишенный древесной растительности Грузинский холм (2295 м) и заканчивается наивысшей точкой - горой Пастухова (2733 м над у.м.). По бокам маршрут ограничен отрицательными формами рельефа – долинами рек. Отрезки маршрута испытывают различную антропогенную нагрузку. На протяжении всего маршрута располагаются луга, на которых пасется скот. К БТА несколько раз в неделю автобусы поднимают экскурсантов. По данному маршруту пролегают тропы пеших туристов и отдыхающих. Летняя орнитофауна горной территории представлена 50 видами птиц, относящихся к 15 семействам. Наибольшее количество особей принадлежит семейству ястребиные (*Accipitridae*) - 7 видов (14,6%) и вьюрковые (*Fringillidae*) - 7 видов (14,6%). Видом доминантом является горный конёк *Anthus spinoletta* (Linnaeus, 1758) - 145 особей (23,4%). Наибольшая плотность населения у городской ласточки (воронок) - *Delichon urbica* (Linnaeus, 1758) - 132,9 особи/км$^2$. Общая плотность населения видов - 480,4 особи/км$^2$. Фауногенетический анализ выявил принадлежность орнитофауны к 7 типам: транспалеарктическому, сибирскому, тибетскому, монгольскому, средиземноморскому, европейскому и китайскому. Большинство видов относится к европейскому и транспалеарктическому (39%) типам. Выделено 5 ярусов гнездования: на земле, в кронах деревьев, на кустарниках, в дуплах, антропогенное. Наибольшее количество видов гнездится на земле и кронах деревьев (30,4%). Половина видов (50%) принадлежит к лесоопушечному комплексу. Виды относятся к трем типам питания: питающиеся беспозвоночными (78,3%), позвоночными животными и растительной пищей. Наибольшее количество видов питается на земле (54,3%). Индекс видового богатства Маргалефа - 7,6. Индекс Шеннона: 3,0. Видовое богатство орнитофауны горной территории высокое, что объясняется мозаичностью и разнообразием биотопов. Лишь на данном маршруте встречены виды, относящиеся к скальному экологическому комплексу. По сравнению с другими маршрутами обладает большей встречаемостью дневных хищников.

Аланское городище представляет собой археологический памятник X-XII веков, остатки крупного города. Расположено по правому берегу горной долины (1150 м над у.м.) реки Большой Зеленчук. С северо-запада и юго-востока долина ограничена хребтами. Маршрут, пролегающий через Аланское городище, проходит по грунтовой дороге, по сторонам которой

густые лиственные деревья, среди которых одичавшие культурные растения перемежаются с открытыми пространствами. Это объясняет доминирующее количество видов, относящихся к лесоопушечному экологическому комплексу. На территории находятся как древние сооружения, так и современные небольшие постройки. Преобладание густой кустарниковой и древесной растительности, открытые луга с обилием беспозвоночных и река сформировали богатый видами орнитокомплекс. На территории Аланского городища было встречено 23 вида птиц, относящихся к 9 семействам. Наибольшее количество особей принадлежит семейству славковые (*Sylviidae*) - 8 видов (34,8%). Видом доминантом по численности особей является деревенская ласточка *Hirundo rustica* (Linnaeus, 1758) - 24 особи (18,2%; 424,8 особей /км$^2$), вид субдоминант - зяблик *Fringilla coelebs* (Linnaeus, 1758) - 18 особей (13,6%). Общая плотность населения видов - 597,3 особи/км$^2$. Индекс видового богатства Маргалефа - 4,9. Индекс Шеннона - 2,6. Фауногенетический анализ выявил принадлежность орнитофауны к 3 типам: европейскому (68,2%), транспалеарктическому и китайскому. Наибольшее количество видов относится к лесоопушечному экологическому комплексу (54,5%). В меньшем количестве обитают виды синантропного, полевого, околоводного и лесного комплексов. Наибольшее количество видов гнездиться в кронах деревьев и на кустарниках (36,35%), кроме этого есть дуплогнездники, гнездящиеся на земле и использующие антропогенные укрытия. По типу питания виды относятся к трем трофическим группам: питание беспозвоночными (95,6%), позвоночными и растительной пищей. Наибольшее количество видов питается на земле (45,5%) и кустарниках (31,8%).

Летняя орнитофауна **поселка Нижний Архыз** состоит из 16 видов птиц, относящихся к 9 семействам. Наибольшее количество видов относится к семейству дроздовые (*Turdidae*) - 4 вида (25%) и синицевые (*Paridae*) - 4 вида (25%). Наиболее массовым видом является домовый воробей *Passer domesticus* (29,8% с плотностью 374,3 ос./км$^2$) и городская ласточка *Delichon urbica* (22%). Общая плотность населения видов 1256,68 ос./км$^2$. Индекс видового богатства Маргалефа - 2,4. Индекс Шеннона - 2,2. Орнитофауна относится к 6 фаунистическим типам: европейскому (50%), транспалеарктическому, сибирскому, монгольскому, средиземноморскому и китайскому. 42,9% видов гнездится в постройках человека, есть виды дуплогнездники, гнездящиеся на земле, в кронах деревьев. Превалирующее большинство видов питается беспозвоночными (92,9%), присутствуют виды, питающиеся позвоночными животными и растительной пищей. Большинство видов пищу находит на земле (42,9%). Территория поселка испытывает значительную антропогенную нагрузку, на которой сформирована урбанизированная орнитофауна. В данном биотопе отмечено наименьше количество видов с наибольшей плотностью.

Таким образом, наибольшим видовым богатством обладает горная территория с высокой мозаичностью биотопов. Горная территория испытывает различную по характеру и степени воздействия антропогенную нагрузку, которая в целом ниже, чем у подножия. На данном маршруте было отмечено 50 видов птиц с доминирующим транспалеарктическим типом фауны. Присутствие синантропных видов свидетельствует о трансформации естественных биотопов.

Умеренное антропогенное воздействие в виде немногочисленных экскурсий не оказывает отрицательного воздействия на орнитофауну Аланского городища и является тем случаем, когда деятельность человека увеличила видовое богатство орнитофауны, так как постройки стали нишами для укрытия и гнездования. В Аланском городище преобладают виды опушечного экологического комплекса и синантропные виды, питающиеся беспозвоночными, большинство видов относится к европейскому типу фауны.

Самой высокой плотностью (1256,68 особи/км$^2$), но самым низким видовым богатством (2,2, по Шеннону) обладает территория поселка. Испытывающая значительную антропогенную нагрузку городская территория характеризуется доминированием антропогенных видов. На данном маршруте были отмечены типичные виды антропогенного ландшафта - сизый голубь *Columba livia*, домовый воробей *Passer domesticus*, городская ласточка *Delichon urbica*, являющиеся доминантами. Птицы активно селятся в домах и парках, пропитание находят в поселке и на прилегающих долинах.

С поселком тесно связаны: *Columba livia, Passer domesticus*. Только в горной местности встречены следующие виды: *Coturnix coturnix, Cuculus canorus, Anthus spinoletta, Motacilla cinerea, Pyrrhocorax graculus, Corvus (corone) cornix, Phylloscopus trochilus, Phoenicurus ochruros, Serinus pusillus, Spinus spinus, Carduelis carduelis, Pyrrhula pyrrhula, Emberiza cia*.

Гнездящимися видами описываемого района являются следующие хищные виды, включенные в Красную книгу России: курганник *Buteo rufinus*, малый подорлик *Clanga pomarina*, черный гриф *Aegypius monachus*, белоголовый сип *Gyps fulvus*, бородач *Gypaetus barbatus*, стервятник *Neophron percnopterus*.

Литература:

[1] Равкин Ю.С. К методике учета птиц лесных ландшафтов // Природа очагов клещевого энцефалита на Алтае. - Новосибирск, 1967. - С. 66-75.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ МАЛЫХ РЕК СИЛАМИ ОБЩЕСТВЕННЫХ АКТИВИСТОВ И ОРГАНИЗАЦИЙ

Сучкова М.В., Смирнов Ю.Д.
Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург

# PUBLIC ENVIRONMENTAL MONITORING OF SURFACE WATERS

Suchkova M.V., Smirnov Yu.D.
Saint Petersburg Mining University, Saint Petersburg

**Annotation.** The article provides a comprehensive assessment of the ecological status of waters Murinsky Creek within the city of St. Petersburg. The following methods of assessment the state of water bodies were used: biotesting of water samples, spectrophotometry, atomic emission spectrometry, liquid chromatography and aerial monitoring. The combination of these research methods can be used for the environmental assessment of the degree of pollution of surface water bodies of different categories.

**Key words:** biotesting, ecomonitoring, mapping, water bodies.

Контроль за состоянием зон рекреационных зон города является одной из наиболее актуальных проблем в условиях мегаполиса. Так, лесопарковые зоны водных объектов служат местом отдыха горожан, территорией проведения спортивных и культурных мероприятий. Их состояние – один из ключевых показателей экологического благополучия мегаполиса в целом, поскольку водоемы, водотоки и прилегающие к ним территории играют не только функциональную, но и ландшафтно-эстетическую, а также микроклиматическую роль в формировании комфортной среды для жизни населения.

Однако, большинство водных объектов и прилегающих к ним территорий в черте Санкт-Петербурга в той или иной степени подвержено деградации и прогрессирующему загрязнению. Чрезвычайно важным аспектом развития мониторинговых систем является внедрение практики использования данных, полученных с участием в исследованиях общественных активистов и организаций, чьи права и обязанности регламентируются главой III *Федерального закона «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 N 7-ФЗ*. Практика общественных наблюдений может оказаться полезной при выявлении локальных источников загрязнения водных объектов и послужить сигналом для последующего официального контроля качества воды, который, в свою очередь, обеспечит достоверные количественные результаты.

Деятельность общественных групп и активистов по контролю состояния поверхностных водных объектов и прилегающих территорий с учетом дальнейшего взаимодействия с официальными контролирующими организациями может быть описана следующим алгоритмом, разработанным в ходе исследования в аккредитованной лаборатории Центра Коллективного пользования Санкт-Петербургского горного университета состояния вод Муринского ручья в 2016 году.

Работа посвящена решению актуальной проблемы усовершенствования системы экологического мониторинга, включающей комплексное наблюдение за состоянием потенциальных зон рекреации в городской чер-

те. Научной новизной работы является создание нового программно-исследовательского комплекса совместного мониторинга поверхностных вод и прибрежных рекреационных зон с использованием современного аналитического оборудования.

Муринский ручей – правый приток реки Охта, протекает на территории Калининского района Санкт-Петербурга. Общая длина 9 км, размер водоохранной зоны 50 м; ширина колеблется от 140 до 4 м. В настоящее время ливневые стоки, промышленные и коммунальные сбросы, впадающие в него, не проходят соответствующей очистки, и с течением попадают сначала в Охту, а затем и в Неву, повышая степень загрязнения вод и их токсичность. Исследуемый участок составляет в длину 5 км – от истока (Тихорецкий проспект) до водосброса (улица Руставели). На данном участке выделено 9 контрольных точек. Далее русло ручья пролегает через труднодоступную промышленную зону, поэтому для оценки состояния водоема в данной области (4 км от ул. Руставели до впадения в р. Охту) используются данные исследований, полученные методом аэрофотомониторинга [3] (рис. 1).

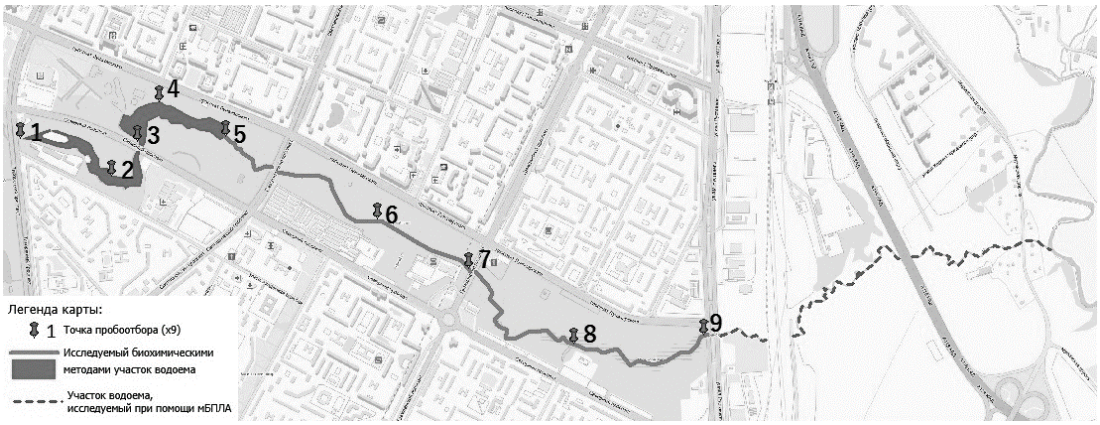



Рис. 1. Карта-схема объекта исследования (масштаб 1:20000)

Отбор проб производился 14.07.2016. Оценка органолептических показателей посредством определения запаха и цветности выполнена на месте взятия проб [5].

Муринский ручей относится ко второй категории водопользования, поскольку находится в черте населенного пункта (водоем культурно-бытового назначения). Таким образом, содержание химических веществ в водоемах данной категории регламентируется [1, 6]. Все пробы проанализированы по ряду гидрохимических показателей (всего 15).

Выполнена комплексная оценка степени загрязненности с использованием методов спектрофотомерии, атомно-эмиссионной спектрометрии, жидкостной хроматографии, флуориметрии, а также с использованием тест-комплектов "Крисмас+", Россия. Для оценки степени загрязнения пробы тем или иным поллютантом рассчитаны кратности превышения

$ПДК_{кб}$ и вычислены значения удельного комбинаторного индекса загрязнения воды УКИЗВ согласно [4].

Биотестирование проб выполнено согласно методике измерений оптической плотности культуры водоросли хлорелла (Chlorella vulgaris Beijer) [2]. Для проведения биотестирования использована проба воды из контрольной точки №1.

По результатам аэрофотосъемки посредством малогабаритных беспилотных летательных аппаратов самолетного типа (мБЛА-С) были установлены наличие строительного и бытового мусора, факт попадания нефтепродуктов и сильно загрязненных дождевых вод в водоем и т.д.

По данным оценки состояния водоема по органолептическим показателям сделан предварительный вывод о возможности загрязнения Муринского ручья органическими веществами, нефтепродуктами и железом. Токсикологические характеристики тестируемой пробы воды соответствуют гипертоксичности. На основании полученных данных можно сделать предварительный вывод о присутствии в пробе загрязнителей в концентрациях, не позволяющих нормально функционировать тест-объекту.

Согласно рассчитанному значению УКИЗВ, воды Муринского ручья соответствуют разряду «в» 4 класса качества и характеризуются как «очень грязные». В зависимости от повторяемости случаев загрязнения водотока, влияние $Al^{3+}$ отмечено как «характерное»; *Fe (общ.)*, $Mn^{2+}$, *нефтепродуктов*, $O_2$ – как «устойчивое». По $Al^{3+}$, *Fe (общ.)* и $Mn^{2+}$ установлен средний уровень загрязненности, загрязнение *нефтепродуктами* соответствует низкому уровню. Гипотеза о наличии органического загрязнения подтверждается также результатами органолептического исследования и фактом снижения уровня *растворенного кислорода*, поскольку причиной этого может являться процесс расходования кислорода на биохимические процессы окисления.

Повышенное содержание $Al^{3+}$ и $Mn^{2+}$ может быть вызвано вымыванием их соединений из почв лесопарковой зоны, территория которой является питающей для водоема. Поскольку Муринский ручей имеет болотное питание, повышенное содержание *Fe (общ.)* также обусловлено наличием его комплексов с солями гуминовых кислот – гуматами. Наличие *нефтепродуктов* обусловлено загрязнением от близлежащих улиц с повышенным трафиком, а также нескольких автозаправочных станций, расположенных в непосредственной близости от водоема.

На основе полученных данных смоделирована область воздействия и распространения загрязняющих веществ, чьи концентрации превышают соответствующие $ПДК_{кб}$ ($Al^{3+}$, Fe, $Mn^{2+}$ и нефтепродукты) (рис. 2).

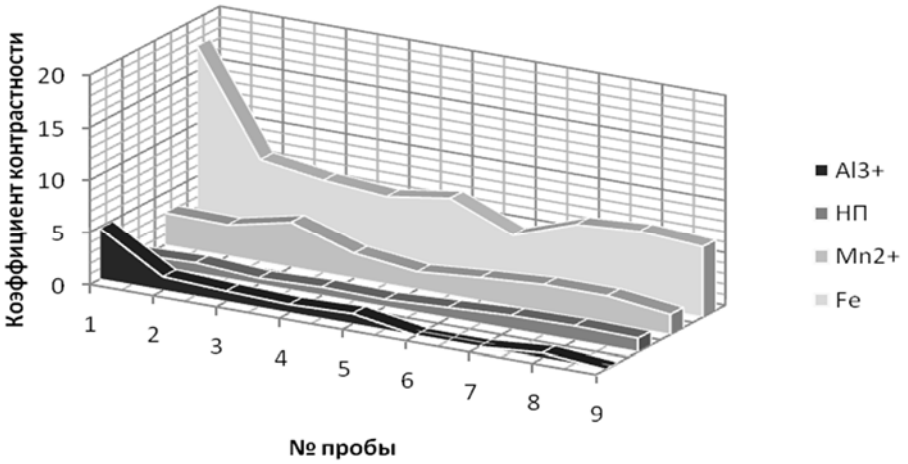



Рис. 2. Области распространения основных загрязняющих веществ

Сочетание применяемых в данной работе методов исследования может быть использовано для экологической оценки степени загрязнения поверхностных водоемов различных категорий пользования. Практика общественных наблюдений может оказаться полезной для своевременного выявлении локальных источников загрязнения водных объектов и послужить сигналом для последующего официального контроля качества воды. Таким образом, снижаются затраты на ликвидацию возможных негативных последствий от источников, которые в ином случае были бы обнаружены с опозданием.

Общественные активисты и группы наблюдения могут являться движущей силой изменений, инициаторами налаживания сотрудничества, ядром информирования государственных и муниципальных органов управления и вовлечения всех, кому небезразлична судьба водных объектов города и региона.

Литература:

1. ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования»
2. ПНД Ф Т 14.1:2:4.10-2004 «Методика определения токсичности питьевых, природных и сточных вод, водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов производства и потребления по изменению оптической плотности культуры водоросли хлорелла (Chlorella vulgaris Beijer)»
3. Пашкевич М.А. Оценка качества окружающей среды с применением малогабаритных беспилотных летательных аппаратов / М.А. Пашкевич, Ю.Д. Смирнов, А.С. Данилов // Записки Горного института. – 2014. – т.204. – с.272-275.
4. РД 52.24.643-2002 «Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям»
5. Руководство по анализу воды. Питьевая и природная вода, почвенные вытяжки / Под ред. к.х.н. А.Г. Муравьева. - СПб.: «Крисмас+», 2011
6. СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод»

# К ВОПРОСУ РАЗДЕЛЬНОГО СБОРА И ПЕРЕРАБОТКИ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ В РОССИИ

Талаева О.В., Сумина А.В.
Хакасский государственный институт им. Н.Ф. Катанова, институт естественных наук и математики, г. Абакан

# TO THE QUESTION OF SEPARATE COLLECTION AND RECYCLING OF HARD MUNICIPAL WASTE IN RUSSIA

Talaeva O. V., Sumina A. V.
Khakass State Institute. N.F. Katanova, Institute of Natural Sciences and Mathematics, Abakan

**Abstract.** This paper discusses issues related to the "garbage" reform in Russia. The data on the organization of work on the management of solid municipal waste in the territory of Abakan of the Republic of Khakassia are presented. The causes of problems arising in the separate collection of MSW in the population are identified.

**Key words:** solid municipal waste (MSW), "garbage" reform, regional operator, sorting, processing, secondary raw materials.

Человек – единственный биологический вид на Земле, который в процессе развития нарушает законы экологии. Проблема утилизация мусора является глобальной, она охватывает всю планету. Правильно рассортированное вторсырье дает возможность его вторичного использования.

На свалках пропадают тонны ценных видов сырья и материалов: бумага, стекло, металлы, пластик и пр. На эти компоненты приходится более 40% ТКО. Отсутствие рециклинга приводит к ежегодной упущенной выгоде свыше 68 млрд. руб. Это не только улучшит экологию, но и принесет доход соответствующим отраслям и в стране в целом.

«Мусорная» реформа идет своим должным образом уже не один год. С 01 января 2019 года все регионы страны полностью начали работать по – новому (рис.1). По всей стране теперь есть новые ресурсоснабжающие организации (РСО) – региональные операторы по обращению с твердыми коммунальными отходами (РО по ТКО), а обращение с ТКО стало коммунальной услугой [1].

Для Республики Хакасия проблема грамотного обращения с твердыми коммунальными отходами имеет особо важное значение в связи с большим количеством образующихся и ежегодно накопленных отходов, низкой эффективностью управления ими и относительно небольшой территории. В Хакасии функционирует 6 полигонов, 1503 площадок накопления отходов, на которых установлено 4061 контейнеров. К 2030 году число контейнеров планируется увеличить еще на 90% [2].




Рис. 1. Основные положения «мусорной» реформы в РФ

Чтобы правильно переработать отходы в доходы необходимо на первом этапе грамотно рассортировать мусор. Для нашей страны – это новый опыт. А вот для зарубежных стран это уже норма и ежедневная необходимость. Например, в Японии «мусорная» проблема возникла еще в 60-е годы и они начали выстраивать систему обращения с отходами, в Германии – с 80-х годов, в США – с 2000-х.

Сегодня хоть и медленно, но, все-таки растет количество мусороперерабатывающих предприятий в России, что позволяет не только извлекать из ненужного мусора – пользу.

Также к преимуществам переработки ТКО можно отнести сохранность природных ресурсов; сокращение объемов ТКО, подлежащих уничтожению и соответственно экономия затрат при сырьевом обеспечении производств.

Недостатки переработки ТКО заключаются в высоком уровне материальных и энергетических затрат на сбор, транспортировку, сортировку мусора; значительном разбросе цен на вторичные материальные ресурсы; несмотря на наличие спроса некоторые компоненты не подлежат переработке [3].

В России существует экологический проект «Новая жизнь», который, помимо прочих, выполняет и информационную функцию, обеспечивая население информацией о наличии на территории населенных мест пунктов по раздельному сбору отходов. На рис. 2 представлена карта размещения пунктов раздельного сбора отходов на территории г. Абакана. При этом, более 90% всех пунктов ориентированы исключительно на пластик.

В нашей стране раздельный сбор ТКО у населения практически отсутствует, а его масштабная организация проблематична (неподготовленность населения, сложные бытовые условия, отсутствие технического обеспечения для раздельного сбора и переработки и прочее) [3].

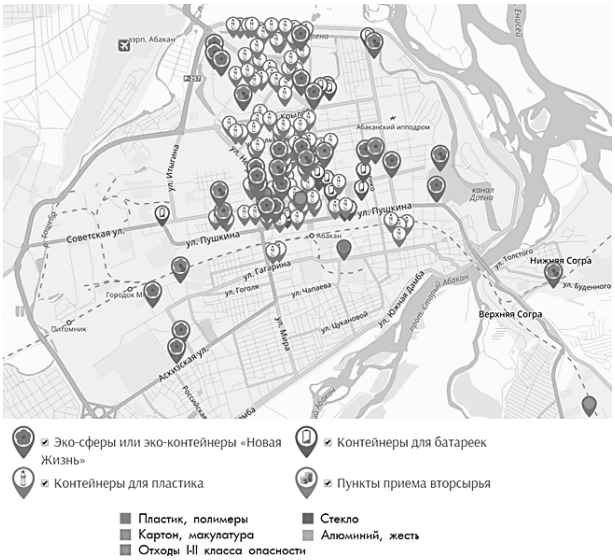



Рис. 2. Интерактивная карта пунктов сбора отходов г. Абакана (http://abakan.city/novaya-zhizn/map_old.html)

Подводя итог можно отметить, что «мусорная» реформа сегодня это необходимость, которая при грамотном и рациональном отношении позволит сделать нашу страну чище и богаче.

Литература:

1. Мусорная реформа с 1 января 2019 года. URL: https://rusjurist.ru/ekologicheskaya_bezopasnost/musornaya-reforma-s-1-yanvarya-chto-nuzhno-znat/ (дата обращения 29.03.19).
2. Обращение с отходами в Республике Хакасия и сельских муниципалитетах URL: science.kuzstu.ru (дата обращения 29.03.19).
3. Сбор и переработка твердых коммунальных отходов: монография / Л.И. Соколов, С.М. Кибардина и др. 2 изд. испр. и доп., - М.: Инфра – Инженерия, 2017. – 172 с.

## ДИАГНОСТИКА, ВОССТАНОВЛЕНИЕ И РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ПОЧВ ВРЕМЕННЫХ СТОЯНОК АВТОМОБИЛЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ 14 КВАРТАЛА Г.О. ТОЛЬЯТТИ

Танких С.Н., Заболотских В.В.
СамГТУ, Тольятти

## DIAGNOSTICS, RESTORATION AND RECLAMATION OF THE SOILS OF TEMPORARY CAR PARKS IN THE TERRITORY OF THE 14TH QUARTER OF THE CITY OF TOGLIATTI

Tankikh S.N., Zabolotskikh V.V.
SamGTU, Togliatti

**Annotation.** The problems of human environmental impact on the environment are exacerbated every year. This paper deals with the problems of environmental pollution by road transport. The transformation of nature by man is most acutely felt at the regional and local levels. A consequence of the anthropogenic impact on natural landscapes is their ecological destabilization. Tolyatti is included in the priority list of cities in Russia with the highest levels of pollution. The authors presented the results of diagnostics, restoration and soil reclamation of temporary car parks in the territory of the 14th quarter of Togliatti.

**Key words:** soil cover, monitoring, pollutant, biotesting, phytotoxicity, seedling method, bioremediation.

Почвенный покров – менее подвижная среда, чем поверхностные воды и атмосфера, поэтому аккумуляция поступающих в почву химических соединений может происходить в течение долгого времени, постепенно приближаясь к предельно допустимым концентрациям. Основной задачей государственной экологической политики является преодоление негативных воздействий на окружающую природную среду со стороны автотранспорта в экологически неблагополучных регионах.

Так как почвенный покров представляет собой систему менее динамичную и более буферную, чем атмосферный воздух или водоёмы, методы исследования его существенно отличаются от методов анализа других природных систем [1, 2]. При почвенном мониторинге, в отличие от мониторинга атмосферы и гидросферы, особенно важным становится ранняя диагностика неблагоприятных изменений свойств почвы.

Существует четыре основных документа, регулирующих размещение открытых стоянок, предназначенных для постоянного и временного хранения легковых автомобилей при строительстве жилых многоквартирных домов [3–7].

В наших исследованиях мы провели биотестирование различных образцов почв, используя метод фитотоксичности. Мы определили фитотоксичность методом проростков. Метод основан на реакции тест культуры при внесении в почву загрязняющих веществ. Позволяет выявить ингибирующее действие или стимулирующее влияние на тест – культуры.

На территории 14 квартала г.о.Тольятти мы выявили территории, на которых водители паркуются на территории газонов: 40 лет Победы – 64 (за домом), 40 лет Победы – 66 (за домом), 40 лет Победы – 66 (перед домом, около детского сада № 200), Автостроителей - 51 (детский сад №188), 40 лет Победы – 86 (МБУ «Школа № 70 ,2 корпус), Автостроителей -45 (детский сад №187).. В особенно разрушенном состоянии находятся территории газонов по адресам: 40 лет Победы – 66 Автостроителей - 51 (детский сад №188), Автостроителей - 45 (детский сад №187), которые непосредственно примыкают к границе земельного участка детского дошкольного учреждения.

Цель эксперимента - определить корреляцию между токсичностью среды и комплексом морфологических признаков у кресс-салата, овса и горчицы.



Для проведения эксперимента были взяты равные объёмы почвы. Эксперименты проводились с тремя видами растений тест-объектами: овёс, горчица, кресс-салат. Каждый опыт был повторён трижды для получения достоверных результатов. Было взято четыре равных по объёму образца почвы: контрольный образец, образец по адресу Дзержинского 5А, образец по адресу Автостроителей 45, образец по адресу 40 лет Победы 64. Высажено по 12 семян. Периодически производился полив равными количествами отстоянной водопроводной воды. Через семь суток растения были извлечены из почвы. В течение опыта велись наблюдения по следующим показателям:

1) время появления всходов и их число на каждые сутки;
2) общая всхожесть (к концу опыта);
3) измерение длины надземной части (высоту растений);
4) измерение длины корней.



Данные были занесены в таблицы и сделан вывод о влиянии качества почвы на морфологические характеристики тест – объекта.

Для определения корреляции между токсичностью среды и комплексом морфологических признаков у кресс-салата, овса и горчицы были проведены расчёты. Расчеты производили по следующей формуле: I = L среднее в эксперименте - L среднее в контроле *100% / L среднее в контроле.

Таблица 1. Изучение состояния почв временных стоянок автомобилей методом тест-объектов (овёс). Динамика всходов на 9 день.

| | Опыт 1 | Опыт 2 | Опыт 3 | Среднее значение I |
|---|---|---|---|---|
| контрольный образец | | | | |
| Дзержинского 5А | -83,33% | -45,45% | -22,22% | -50,33% |
| Автостроителей 45 | -66,66% | +8,33% | -100% | -52,77% |
| 40 лет Победы 64 | -83,33% | -63,64 | 0% | -73,49% |

Таблица 2. Изучение состояния почв временных стоянок автомобилей методом тест-объектов (овёс). Длина ростков на 9 день.

| | Опыт 1 | Опыт 2 | Опыт 3 | Среднее значение I |
|---|---|---|---|---|
| контрольный образец | | | | |
| Дзержинского 5А | -26,79% | -4,42% | -55,74% | -28,98% |
| Автостроителей 45 | -15,34% | -10,83% | -100% | -42,06% |
| 40 лет Победы 64 | -62,89% | -60,47% | -61,07% | -61,47% |

Таблица 3. Изучение состояния почв временных стоянок автомобилей методом тест-объектов (овёс). Длина корневой системы на 9 день.

| | Опыт 1 | Опыт 2 | Опыт 3 | Среднее значение I |
|---|---|---|---|---|
| контрольный образец | | | | |
| Дзержинского 5А | -45,27% | -25,69% | -49,78% | -40,28% |
| Автостроителей 45 | -83,18% | -9,75% | -100% | -64,31% |
| 40 лет Победы 64 | -35,65% | -50,56% | -36,42% | -40,86% |

Изучив данную проблему, мы пришли к трём вариантам её решения.

1. Ограничить доступ автомобилей на территории газонов путём установления заграждений. Произведён экономический расчёт
2. Ограничить доступ автомобилей на территории газонов путём высадки зелёных насаждений. Проведён экономический расчёт.
3. Создания экопарковки. Проведён экономический расчёт.

Литература:
4. Золотов, Ю.А. Концепция химико-аналитического контроля объектов окружающей среды / Ю.А. Золотов и др. // Журнал РХО им. Д.И. Менделеева. – 1993. – Т. 37. – № 4. – С. 20-27.
5. Почвенно-экологический мониторинг и охрана почв / под ред. Д.С. Орлова. – М.: Изд-во МГУ, 1994. – 271 с.
6. ППДМастер. Автомобильное законодательство в доступной форме [Электронный ресурс] / Режим доступа: https://pddmaster.ru/pdd/pravila-dorozhnogo-dvizheniya-dlya-zhiloj-zony-i-dvorovoj-territorii.html – свободный - (дата обращения 22.07. 2018).
7. Электронный фонд правовой и научно-технической документации / Электронный ресурс / Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/456044290 – свободный - (дата обращения 22.07. 1018).
8. Проект федерального закона «О внесении изменения в статью 12.19. Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях» [Электронный ресурс] / Режим доступа: https://cdnimg.rg.ru/pril/article/150/33/46/proekt_gazony.pdf – свободный - (дата обращения 22.07.2018).
9. Об утверждении специального технического регламента «О требованиях к выбросам автомобильной техникой, выпускаемой в обращение на территории Российской Федерации, вредных (загрязняющих) веществ: Постановление Правительства РФ от 12 октября 2005 г. № 609 (с изм. от 27 нояб. 2006 г.) // Собр. законодательства РФ. – 2005. – № 43. – Ст. 4395.
10. Об административных правонарушениях на территории Самарской области (с изменениями на 12 апреля 2018 года). ЗАКОН САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ от 1 ноября 2007 года N 115-ГД [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/945017936 – свободный -(дата обращения 04.08.2018).

## ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА В РАЙОНЕ Г.МУРМАНСКА НЕФТЕПРОДУКТАМИ

Терещенко Н.В., Зеленковский П.С., Лубенец К.Ю.
СПбГУ, Санкт-Петербург

## ASSESSMENT OF THE DEGREE OF SEDIMENTS POLLUTION OF THE KOLA BAY NEAR MURMANSK CITY BY OIL PRODUCTS

Tereshchenko N.V., Zelenkovsky P.S., Lubenets K.Yu
SPbU, Saint-Petersburg

**Annotation.** The article discusses the results of geochemical research of sediments of the Kola Bay near the city of Murmansk. The article assesses pollution of sediments by oil products. It describes the main sources of pollution and provides a brief description of research methods.

**Key words:** Kola Bay, Murmansk, geoecology, sediments, oil products

Кольский залив Баренцева моря расположен на севере Кольского полуострова и является самым крупным заливом фьордового типа в России. Это важнейший транспортный узел - база рыболовного, атомного, военно-

морского флотов, место сосредоточения судоремонтных предприятий. Кольский залив привлекает повышенное внимание как возможный источник химического загрязнения Баренцева моря [3].

В южной части Кольского залива расположен порт Мурманск, через который в последнее время нарастает грузопоток сырой нефти и нефтепродуктов, вследствие чего состояние морской среды в заливе ухудшается [4].

Для оценки степени загрязнения Кольского залива исследовались донные отложения, т.к. они накапливают загрязняющие вещества, растворенные в водной среде и сорбированные взвесью.

Местом проведения работ был выбран участок Кольского залива в районе г. Мурманска, т.к. именно в этом районе залива наблюдается наибольший уровень антропогенной нагрузки на природные системы [1, 2, 3, 5].

Отбор проб донных отложений производился в сентябре 2018 года. Специально выбиралось определенное время суток, когда на Кольском заливе наблюдался отлив и вода максимально отступала от берегов, чтобы пробоотбор можно было осуществить без помощи специального оборудования. Пробы донных отложений отбирались точечным методом при помощи лопаты. Сеть точек пробоотбора нерегулярная из-за плохой доступности некоторых участков побережья залива. Координаты всех точек пробоотбора фиксировались на месте. В ходе работ было отобрано 33 образца донных отложений.

Полученные пробы проходили все этапы пробоподготовки и анализировались в лабораториях образовательного ресурсного центра по направлению химия СПбГУ. Перед анализом собранные пробы просушивались до воздушно-сухого состояния в сушильном шкафу около 5-8 суток. После чего из проб отбирались различные включения в виде камней, корней растений и т.п., затем их измельчали и просеивали через сито.

Для определения содержания нефтепродуктов в донных отложениях была использована ИК-спектрометрическая методика, которая основана на экстракции нефтепродуктов из анализируемой пробы с последующим отделением полярных компонентов на хроматографической колонке и детектированием нефтепродуктов в полученном фильтрате. Анализы проводились на сканирующем двухлучевом спектрофотометре UV-1800.

По результатам исследований были получены данные о содержании нефтепродуктов в донных отложениях. На рисунке показана схема распределения нефтепродуктов в донных отложения, относительно их фонового значения.

Величины фоновых значений содержания нефтепродуктов в донных отложениях Кольского залива были взяты из статьи «Оценка современного геоэкологического состояния Кольского залива по геохимическим данным» В. А. Шахвердова и М. В. Шахвердовой [5].

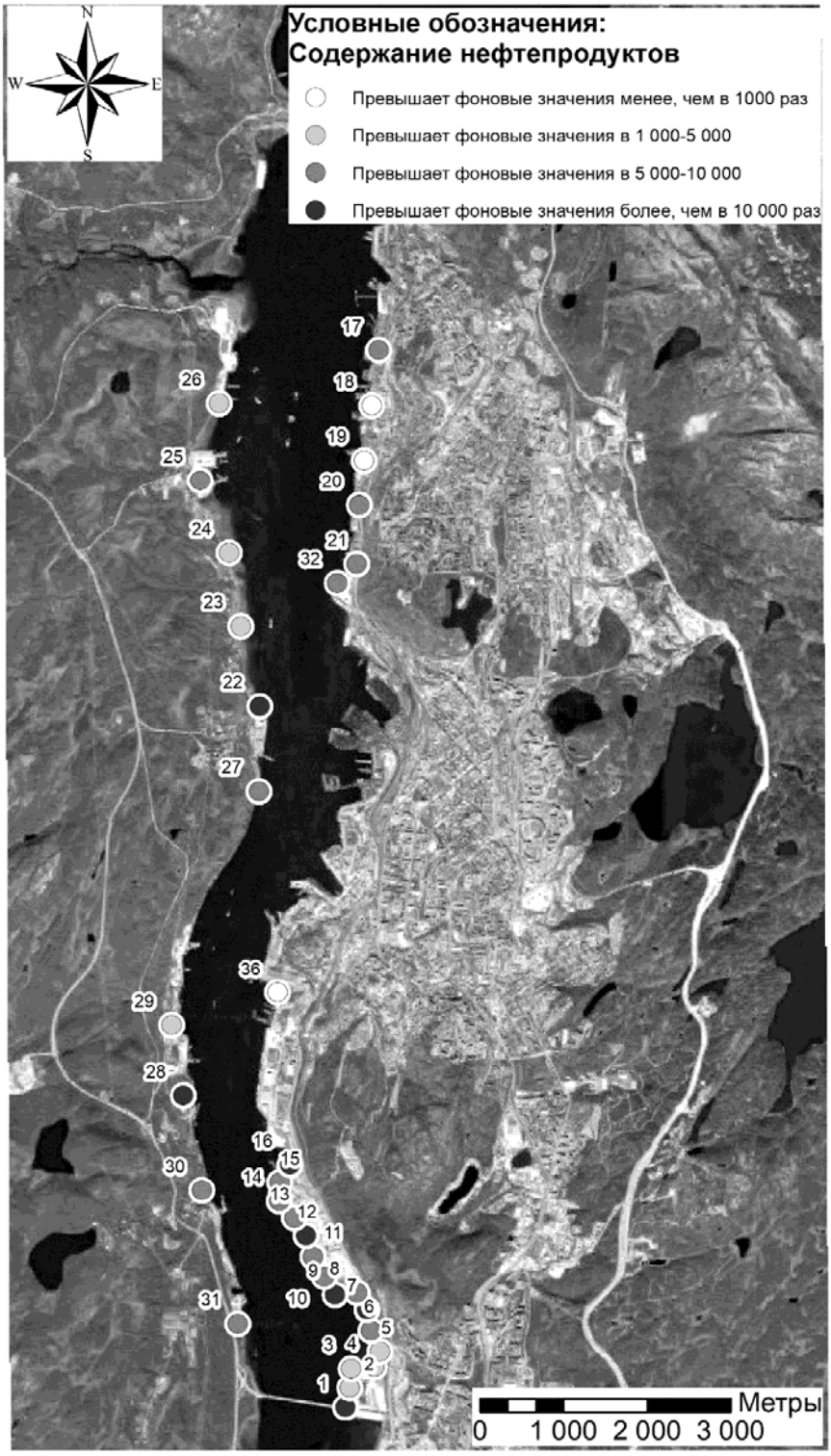



Рисунок. Схема распределения нефтепродуктов в донных отложениях Кольского залива

Во всех исследуемых точках наблюдается многократное превышение содержания нефтепродуктов в донных отложениях Кольского залива по отношению к их фоновому значению. Максимальные превышения (более чем в 10 000 раз) отмечались в точках пробоотбора № 1,7,9,12,16,22,28.

В таблице представлены результаты математической обработки. Медиана и среднее значение близки, поэтому можно говорить о равномерном распределении нефтепродуктов в донных отложениях и отсутствии аномальных значений [4].

Таблица. Статистическая характеристика результатов анализа.

| Среднее, ppm | Медиана, ppm | Минимум, ppm | Максимум, ppm |
|---|---|---|---|
| 11260 | 12330 | 310 | 29560 |

Утвержденного норматива содержания нефтепродуктов не существует, однако в соответствии с документами Министерства природных ресурсов и экологии РФ, к незагрязненным почвам относят те, в которых содержание нефтепродуктов до 1000 мг/кг. Исходя из данной величины, превышение ПДК нефтепродуктов выявлено в 30 образцах (90,9%). Соответствуют нормативам и относятся к незагрязненным лишь 3 образца донных отложений: в точках пробоотбора № 18,19 и 36.

Полученные результаты говорят об очень высоком уровне загрязнения донных отложений Кольского залива в районе г. Мурманска нефтепродуктами. Учитывая, что полученные значения превышают региональное фоновое значение содержания нефтепродуктов в донных отложениях Кольского залива (1,615 ppm) в тысячи и даже десятки тысяч раз, можно говорить именно об антропогенных источниках загрязнения. Ими могут быть множественные судостроительные мастерские, нефтеперерабатывающие заводы, а также морской порт и многие другие предприятия. Также столь высокие значения могут быть связаны с выбранным участком работ: во-первых, г. Мурманск является одним из основных источников загрязнения Кольского залива; во-вторых, образцы отбирались в прибрежной зоне, где происходит аккумуляция тонкодисперсных фракций и повышено влияние антропогенного воздействия.

Литература:


1. Ващенко П.С., Калинка О.П. Применение ГИС технологий для оценки чувствительности побережья Кольского залива к разливам нефти // Вестник МГТУ, том 16, №3, 2013 г. – С.542-549
2. Гудимов А.В., Фролов А.А. Литоральные донные сообщества эстуария р. Тулома и кута залива // Кольский залив: океанография, биология, экосистемы, поллютанты. Апатиты : Изд. КНЦ РАН, 1997. – С. 123-133.
3. Жилин А.Ю., Плотицына Н.Ф. Состав, источники и токсикологический потенциал ПАУв донных осадках Кольского залива Баренцева моря // Известия ТИНРО, том 156, 2009 г. – С. 247-253
4. Иванюкович Г.А., Зеленковский П.С. Выделение участков локального загрязнения при экогеохимическом мониторинге городских территорий//Вестник Санкт-Петерб. университета. Серия 7. Геология. География. 2015. № 2. С. 125-129.
5. Шахвердов В. А., Шахвердова М. В. Оценка современного геоэкологического состояния Кольского залива по геохимическим данным // Арктика: экология и экономика. 2016 №4 (24). – С. 22-31

# ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА В РАЙОНЕ Г. МУРМАНСКА ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Терещенко Н.В., Зеленковский П.С., Лебедев С.В.
СПбГУ, Санкт-Петербург

# ECOLOGICAL AND GEOCHEMICAL ASSESSMENT OF SEDIMENTS POLLUTION OF KOLA BAY NEAR MURMANSK CITY BY HEAVY METALS

Tereshchenko N.V., Zelenkovsky P.S., Lebedev S.V.
SPbU, Saint-Petersburg

**Annotation.** The article discusses the results of an ecological and geochemical research of sediments of the Kola Bay near the city of Murmansk. It describes the main sources of pollution of the Kola Bay and provides a brief description of research methods.
**Key words:** Kola Bay, geoecology, sediments, heavy metals

Кольский залив - это наиболее интенсивно эксплуатируемый участок Мурманского побережья, имеющий важное стратегическое и экономическое значение. По показателям концентрации и масштабам транспортной и промышленной деятельности и, следовательно, по совокупности антропогенных воздействий на морскую среду этот участок побережья не имеет себе равных в Арктическом регионе [1].

На территории Мурманской области расположены три морских порта, базы Северного флота, атомный ледокольный флот. Акватория Кольского залива и его берега являются зоной сброса сточных промышленных и бытовых вод предприятий Мурманска и Мурманской области, судоходства и военных ведомств. Загрязнение Кольского залива Баренцева моря является серьезной экологической проблемой, в том числе из-за затрудненного процесса самоочищения в условиях низких температур [2].

С целью оценки уровня загрязнения Кольского залива было проведено эколого-геохимическое исследование, объектом которого являются донные отложения залива в районе г. Мурманска. Определение содержания загрязняющих веществ в донных отложениях имеет то преимущество, что этот показатель является интегрирующим во времени и, в какой-то степени, в пространстве. Оценка содержания тяжелых металлов (ТМ) является приоритетной в ряду эколого-геохимического исследования.

Отбор проб донных отложений производился в сентябре 2018 года. Пробы нестратифицированных донных отложений отбирались точечным методом при помощи лопаты, т.к. работы велись во время отлива, когда вода максимально отступала от своих первоначальных берегов и была возможность беспрепятственно отобрать пробы донных отложений без помощи специального оборудования. Пробоотбор проводился по нерегулярной

сети точек, т.к. на побережье Кольского залива в районе г. Мурманска располагается множество предприятий, что делает невозможным выход к воде на некоторых участках. Координаты всех точек пробоотбора фиксировались на месте. Всего было отобрано 33 образца донных отложений.

Полученные пробы проходили все этапы пробоподготовки и анализировались в лаборатории СПбГУ. Перед анализом пробы донных отложений доводились до воздушно-сухого состояния в сушильном шкафу, после чего измельчались в фарфоровой ступке и просеивались через сито. Определение содержания тяжелых металлов производилось рентгенофлуоресцентным методом на анализаторе АР-104. Измерялись содержания свинца, цинка, меди, мышьяка, хрома и никеля.

По результатам исследований получены данные о содержании ТМ в донных отложениях и выявлено, что наибольшая частота превышений фоновых значений отмечена у хрома и свинца, а наибольшая величина превышений- у меди и цинка. На рис. 1 показана схема распределения хрома в донных отложения, относительно его фонового значения.

Величины фоновых значений содержания элементов в донных отложениях Кольского залива были взяты из статьи «Оценка современного геоэкологического состояния Кольского залива по геохимическим данным» В. А. Шахвердова и М. В. Шахвердовой.

В таблице представлены результаты математической обработки. У мышьяка, никеля и хрома медиана и среднее значения близки. Средние значения у свинца, цинка и меди сильно отличаются от их медиан, что говорит о наличии аномалий, из-за которых распределение является ассиметричным.

Таблица. Статистическая характеристика результатов анализа

| | **Pb** | **Zn** | **Cu** | **As** | **Ni** | **Cr** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Среднее значение** | 56,8 | 166,4 | 98,9 | 5,8 | 45,7 | 153,0 |
| **Медиана** | 17 | 54 | 15 | 5 | 41 | 121 |
| **max** | 451 | 1514 | 1615 | 15 | 111 | 416 |
| **min** | 5 | 33 | 5 | 5 | 16 | 67 |

Также был проведен корреляционный анализ полученных данных, позволяющий оценить взаимосвязь между концентрациями различных элементов [4]. Максимальный коэффициент корреляции наблюдается у меди с цинком и составляет 0,96, что говорит о сильной взаимосвязи распространения этих элементов. Также некоторая корреляция наблюдается между содержанием свинца и хрома с другими ТМ: у свинца коэффициент корреляции с остальными ТМ находится в диапазоне от 0,6 до 0,82, а у хрома связь с другими ТМ составляет от 0,59 до 0,76.

На основании значений валовых форм тяжелых металлов рассчитывали суммарный показатель химического загрязнения донных отложений (Zc):

$$Zc = \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{Ki}{K\text{ф}}\right) - (n-1)$$

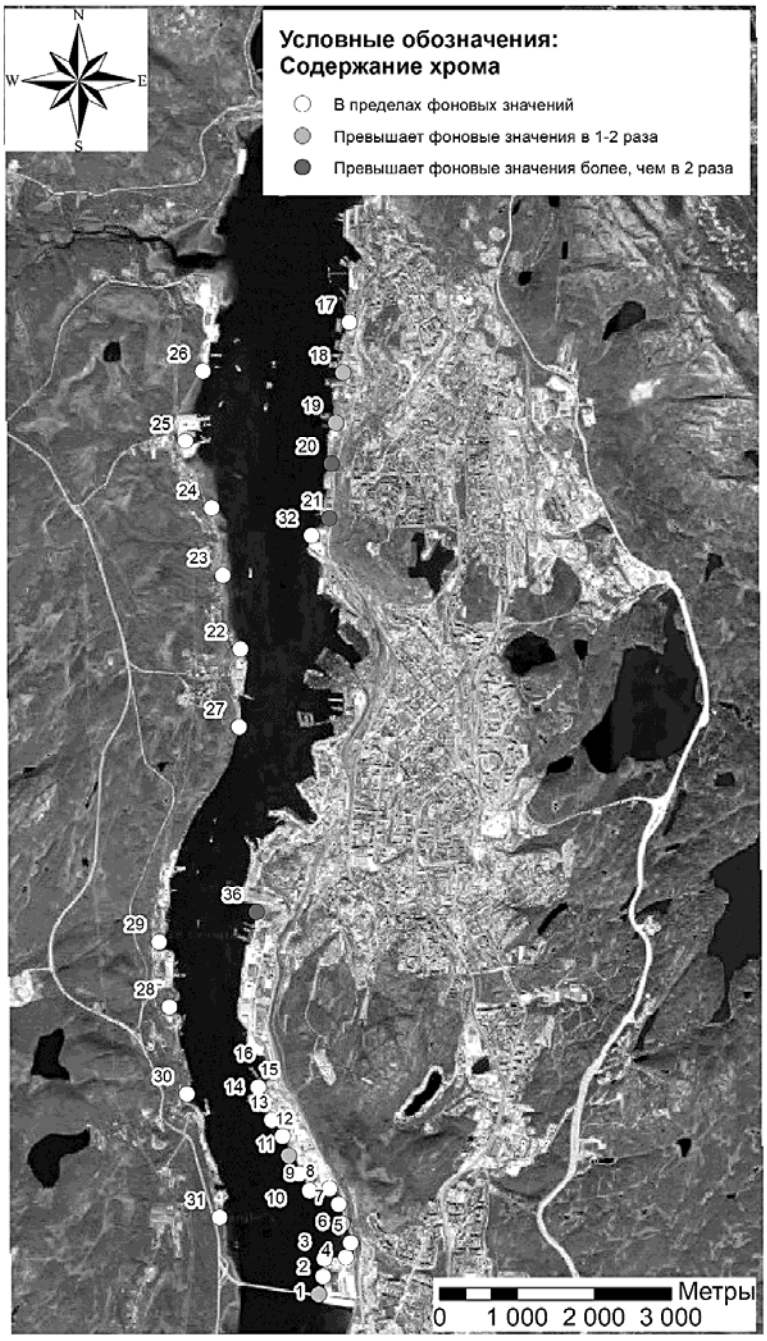



Рисунок. Схема распределения Cr в донных отложениях Кольского залива

Границы интервалов Zc, характеризующие загрязнение по степени опасности, таковы: при Zc < 16 загрязнение считается допустимым; при 16 < Zc < 32 – умеренно опасным; при 32 < Zc < 128 – опасным; при Zc > 128 – чрезвычайно опасным.

Максимальное значение Zc было зафиксировано в точке пробоотбора № 36 и составляет 50,6 условных единиц, что позволяет говорить об опасном уровне загрязнения. Наибольший вклад в загрязнение данных образцов вносят медь и цинк. Образцы донных осадков, отобранные в точках 18 и 21, имеют показатели Zc, равные 18,6 и 21,6 соответственно, что соответствует умеренно-опасной категории загрязненения.

В целом, значения суммарного показателя Zc в подавляющем большинстве образцов <16, что позволяет отнести исследуемую территорию к категории загрязнения «допустимая». Однако, это может также говорить о недостатке фактического материала и необходимости комплексного исследования донных осадков, в том числе в труднодоступных с берега участках побережья залива.

Литература:
[1] Гудимов А.В., Фролов А.А. Литоральные донные сообщества эстуария р. Тулома и кута залива // Кольский залив: океанография, биология, экосистемы, поллютанты. Апатиты : Изд. КНЦ РАН, 1997. – С. 123-133.
[2] Кольский залив: освоение и рациональное природопользование / [Коллектив авторов Отв. ред. Г. Г. Матишов]; Мурман. мор. биол. ин.-т КНЦ РАН. – М.: Наука, 2009. – 381 с.
[3] В. А. Шахвердов, М. В. Шахвердова. Оценка современного геоэкологического состояния Кольского залива по геохимическим данным // Арктика: экология и экономика. 2016 №4 (24). С 22-31
[4] Иванюкович Г.А., Зеленковский П.С. Выделение участков локального загрязнения при экогеохимическом мониторинге городских территорий // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 7. Геология. География. 2015. № 2. С. 125-129.

# ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ ПОПУТНО-ДОБЫВАЕМЫХ ПЛАСТОВЫХ ВОД ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА

Толкунова А.А., Марченкова Л. А.
Самарский Государственный Технический Университет, г.Самара, Россия

# PROBLEMS OF UTILIZATION OF ASSEMBLY-PRODUCED PLASTIC WATER DURING THE DEVELOPMENT OF OIL AND GAS DEPOSITS

Tolkunova A.A., Marchenkova L.A.
Samara State Technical University, Samara, Russia

**Abstract:** In this paper, the problems of necessity and feasibility of sewage discharge into a deep-lying aquifer during oil production are considered. The parameters affecting the compatibility of injected wastewater with water and rocks of the absorbing horizon are given. Criteria and factors are described when selecting a reservoir for pumping wastewater, and a solution to this problem is considered by selecting a reservoir.

**Key words**: utilization, reservoir, absorbing horizon, groundwater, water compatibility.

Подземное захоронение сточных вод является одним из видов пользования недрами, имеющим целью предотвращения загрязнения земной поверхности, поверхностных и пресных подземных вод жидкими отходами, в том числе пластовыми сточными водами [3].

Освоение месторождений нефти и газа связано с образованием промышленных сточных вод, которые представляют собой смесь вод, добытых вместе с газом, нефтью, углеводородным конденсатом, а так же техногенных вод, образовавшихся в результате различных технологических процессов. При этом сточные воды содержат большое количество, как механических примесей, так и органических веществ. [2].

Сброс сточных вод в водоемы невозможен, так как они не поддаются полной очистке и даже при самой совершенной технологии в стоках остаются токсичные компоненты. Поэтому при разработке месторождений нефти и газа они обезвреживаются либо сжиганием на газофекальных установках, либо путем подземного захоронения в глубокозалегающие водоносные горизонты.

Сжигание промышленных сточных вод наносит значительный экологический ущерб для окружающей среды, так как сопровождается образованием углекислоты, выкристаллизацией растворенных в пластовой воде солей, которые выбрасываются в атмосферу и затем осаждаются на поверхности земли. Кроме этого применяемые в промышленных масштабах методы не обеспечивают требуемую степень очистки от загрязнений и утилизацию значительных объемов сточных вод. В связи с этим проектные организации рассматривают закачку в глубокозалегающие поглощающие горизонты в качестве основного способа обезвреживания стоков [2].

Согласно закону РФ «Об охране окружающей природной среды» допускается сброс попутных сточных вод в глубокозалегающие пласты-коллекторы, не содержащие вод, пригодных для хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения и не обладающих бальнеологическими свойствами.

За прошедшее время проводилось множество исследований свойств поглощающих горизонтов на предмет возможности размещения в них значительных объемов утилизируемых сточных вод. В процессе изучения были предложены и рассмотрены конкретные подходы к оценке параметров, характеризующих поглощающие горизонты, и решению вопроса по утилизации сточных вод в целом.

Как правило, добыча нефти ведется с применением заводнения нефтяных пластов подтоварными водами. Объем полученных нефтепромысловых вод, используемых для заводнения, составляет 48-50%.

Проектом разработки нефтяных месторождений устанавливаются определенные объемы закачки для поддержания пластового давления. Недопустимость закачки воды при заводнении залежей сверх установленного проектом разработки объема связана с тем, что использование избыточно-

го количества рабочего агента может привести к снижению нефтеотдачи пластов. Повышение текущего пластового давления на месторождениях, которое может превышать начальное давление, приводит к осложнениям при проведении текущего и капитального ремонта эксплуатационных скважин из-за необходимости их глушения глинистым раствором, а затем проведения дорогостоящих малоэффективных работ по восстановлению дебита скважин.

Химический и качественный состав попутных сточных вод предопределяет невозможность сброса их в поверхностные источники. Это вызвано следующими факторами.

Сточные воды представляют собой высокоминерализованные рассолы с минерализацией до 281 г/дм3 содержанием хлоридов до 172 г/дм3, содержанием сероводорода и железа.

Кроме того, сточная вода может быть загрязнена нефтью, механическими примесями, продуктами коррозии, а также ингибиторами коррозии, деэмульгаторами. Технологии очистки сточных вод от солей, в частности, хлоридов, не существует. Поэтому сброс сточной воды в водоемы вызовет засоление воды и, как следствие, нарушение экологического равновесия.

Подтоварная вода, также как и пластовая, кроме шестикомпонентного макросостава, может содержать промышленно-значимые компоненты, в число которых входят бром, йод, стронций, рубидий, калий, цезий, литий, германий. Однако технология извлечения компонентов из промышленных вод ориентирована на создание длительно работающих производств (не менее 20-30 лет) и с объемом переработки не менее 250 тыс. м3 в год и с комплексным извлечением всех полезных элементов. Таким образом, сточные воды не представляют интереса, как минеральное сырье. И это служит еще одним доводом для утилизации избытка сточных вод в поглощающие горизонты.

Сточные воды нефтяных месторождений, также как и пластовые, характеризуются содержанием микроэлементов, к которым относятся тяжелые металлы, последние, в свою очередь, входят в так называемые токсикологические и органолептические показатели воды, определяющие безопасность, безвредность и вкусовые качества воды, используемой в питьевых целях [3].

Основными критериями для выбора пласта-коллектора с целью захоронения сточных вод являются следующие:

– надежная изоляция поглощающих горизонтов выдержанными по мощности, регионально протяженными водоупорами от вышележащих водоносных горизонтов зоны активного водообмена, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения;

– поглощающий горизонт должен иметь повсеместное распространение и выдержанную мощность;

– пласт-коллектор должен обладать достаточной водопроводимостью, обеспечивающей продолжительную приемистость поглощающих скважин и экономически эффективный сброс заданного количества стоков;

– подземные воды поглощающего горизонта не должны быть пригодны для лечебных целей, хозяйственно-питьевого водоснабжения и извлечения из них полезных компонентов;

– совместимость пластовых вод и пород поглощающего горизонта с утилизируемыми водами при исключении образования нерастворимых осадков;

– отсутствие тектонических нарушений в зоне залегания поглощающих горизонтов;

– поглощающий горизонт в радиусе 20-30 км от полигона утилизируемых стоков не должен выклиниваться или иметь выходы на поверхность.

Определяющим моментом для окончательного выбора того или иного пласта-коллектора является химическая совместимость подземных вод поглощающего горизонта с закачиваемыми в него водами и совместимость последних с водовмещающими породами, а также положение поглощающего горизонта по отношению к разрабатываемым залежам нефти по глубине, его емкостные и коллекторские свойства.

Вода считается стабильной, если она не перенасыщена и не выделяет осадка малорастворимых солей, или условно стабильной, если пересыщение этими солями невелико и количество выделяемого смесью осадка не превышает норм качества воды по механическим примесям для закачиваемых вод при закачке в продуктивные пласты для целей ППД или в поглощающие скважины.

Если при смешении вод образуются смеси, стабильные по составу, то воды считаются совместимыми. Если же смеси нестабильны, но пересыщение вод не превышает пересыщения наиболее нестабильной из смешиваемых вод, то воды также считаются условно совместимыми.

Воды считаются несовместимыми, если происходит резкое увеличение пересыщения по осадкообразующим нерастворимым солям, что может вызвать интенсивное выпадение осадка.

Основными показателями, по которым нормируется качество закачиваемой воды, являются:

1. Содержание эмульгированной нефти и механических примесей;
2. Водородный показатель (pH);
3. Коррозионная активность воды.

Допустимое содержание эмульгированной нефти и механических примесей устанавливается в зависимости от физических свойств пласта-коллектора. При проницаемости пласта-коллектора свыше 0,35 мкм$^2$ и коэффициенте относительной трещиноватости (коэффициент относительной трещиноватости равен отношению проницаемости пласта, определенной

по промысловым данным, к проницаемости, определенной по керну) свыше 3-х, содержание в воде механических примесей и эмульгированной нефти допускается в пределах 50-100 мг/дм$^3$.

Значение водородного показателя (pH) должно находиться в пределах от 4,5 до 8,5.

Коррозионная активность подготовленной к закачке воды на линии ее откачки БКНС не должна превышать 0,19 мм/год [3].

Литература:

1. Гидрогеологические исследования для обоснования подземного захоронения промышленных стоков. Под ред. В.А. Грабовникова. М., Недра,1993 г.

2. Бешенцева О.Г., Ильченко В.П., Матусевич В.М. Мировой и отечественный опыт подземного захоронения сточных вод.// Известия высших учебных заведений. - Нефть и газ, № 2./ Тюменский государственный нефтегазовый университет. Тюмень, 2000. -С.4-9.

3. РД 51-31323949-48-2000 Гидроэкологический контроль на полигонах закачки промышленных сточных вод.

## ПРОБЛЕМЫ УНИФИКАЦИИ ПОДХОДОВ К КОНТРОЛЮ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПО ХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Тихонова Н.А.[1], Новикова Ю.А.[1], Федоров В.Н.[1], Ковшов А.А.[1], Подлипский И.И.[2]

1-ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья», Санкт-Петербург

2-СПбГУ, Институт наук о Земле, Санкт-Петербург

## PROBLEMS OF UNIFICATION OF APPROACHES TO CHEMICAL CONTROL THE DRINKING WATER QUALITY IN CENTRALIZED WATER SUPPLY SYSTEMS

Tikhonova N.A.[1], Novikova Yu.A.[1], Fedorov V.N.[1], Kovshov A.A.[1], Podlipskiy I.I.[2]

1-North-West Public Health Research Center, St.-Petersburg

2-SPSU, St.-Petersburg

**Annotation.** The results of the analysis of the list of indicators controlled in the water of centralized drinking water supply of various subjects of Russia in the framework of socio-hygienic monitoring are given.

Regions with the largest and smallest list of monitored indicators and the volume of research performed were identified, and pollutants were identified for which the excess in water is most characteristic.

Heterogeneity in research volumes and the list of indicators, as well as the absence of a single mandatory list of controlled pollutants in drinking water, was noted.

**Key words:** social and hygienic monitoring, drinking water quality control, centralized water supply systems.

Обеспечение граждан России качественной питьевой водой – актуальная задача, нашедшая отражение в федеральном проекте «Чистая вода» [1], реализация которого к 2024 году предполагает увеличение доли населения Российской Федерации, обеспеченного качественной питьевой водой из систем централизованного водоснабжения, с 87,5 до 90,8%, а также увеличение доли городского населения Российской Федерации, обеспеченного качественной питьевой водой из систем централизованного водоснабжения, с 94,5 до 99%. Кроме того, планируется повышение качества питьевой воды посредством модернизации систем водоснабжения и водоподготовки с использованием перспективных технологий, включая технологии, разработанные организациями оборонно-промышленного комплекса.

Безвредность питьевой воды по химическому составу определяется ее соответствием нормативам по обобщенным показателям и содержанию химических веществ, наиболее часто встречающихся в природных водах на территории Российской Федерации, веществ антропогенного происхождения, получивших глобальное распространение, и веществ, поступающих и образующихся в воде в процессе ее обработки в системе водоснабжения[1].

Для объективной гигиенической оценки качества и безопасности питьевой воды необходим регулярной мониторинг по широкому перечню показателей. Отдельного внимания заслуживают канцерогенно-опасные загрязнители, тяжелые металлы и хлорорганические вещества, образующиеся при обеззараживании воды на станциях водоподготовки с помощью хлорирования.

В рамках социально-гигиенического мониторинга (СГМ), проводимого органами и учреждениями Роспотребнадзора в субъектах, в воде систем централизованного питьевого водоснабжения контролируется содержание химических веществ 1, 2, 3, 4 класса опасности, куда входят в т.ч. вышеперечисленные группы веществ. В то же время, перечень контролируемых показателей и объем исследований существенно различается в различных субъектах Российской Федерации.

Целью настоящей работы являлась оценка достаточности и объемов выполняемых исследований в рамках качества питьевой воды централизованного водоснабжения, проводимого в рамках СГМ, в различных субъектах РФ.

Проведенный анализ результатов контроля качества питьевой воды показал, что в 2017 г. наибольшее количество химических веществ контролировалось в Кемеровской области (53 показателя), Красноярском крае (47 показателя), Нижегородской области (46 показателя). Наименьший перечень контролируемых показателей был характерен для Ямало-

[1] СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения»

Ненецкого автономного округа (2 показателя: железо и марганец) и Амурской области (1 показатель - железо).

Вещества 1 класса, являющиеся наиболее опасными, контролируются в 72 субъектах, 2 класса – в 83 субъектах, 3 класса – в 85 субъектах, 4 класса – в 82 субъектах. В Амурской области и Ямало-Ненецком автономном округе контролируется только вещества 3 класса, которые классифицируются как умеренно опасные. В частности, в 2017 г. из перечня веществ 1 класса опасности наибольшее количество исследований выполнено по мышьяку (17 110 исследований), хлороформу (10 682), и ртути (9 691). В то же время, количество исследований на содержание этилбензола и пентахлорфенола, являющихся канцерогенно-опасными веществами, способными образовываться из остаточного содержания органических веществ при хлорировании воды, было выполнено всего 56 и 28 соответственно.

Из перечня веществ 2 класса опасности наибольшее количество исследований приходится на нитриты (60 511), фтор (40 030), свинец (27 826), наименьшее – калий силикат (по SiO3) (36), 2,4-дихлорфенил-4-нитрофениловый эфир (24), 1,2-дихлорэтилен (8).

Вещества 3 класса опасности наибольшее часто исследуются на содержание железа (10 1109), нитратов (73583), марганца (49834), наименее часто на предмет поли(гексаметиленгуанидин гидрохлорида (55 исследований), 2,4-дихлор-1-метилбензола (5).

Из перечня веществ 4 класса опасности наибольшее количество исследований приходится на аммиак и аммоний-ион (по азоту) (63 540 исследований), хлориды (58 278), сульфаты (47 736), наименьшее – 2,3,3a,4,7,7a-гексагидро-2,4,5,6,7,8,8-гептахлор-4,7-метаноинден (10), дихлортрис(гексагидро-2H-азепин-2-он-O)меди (8).

Следует отметить, что для проведения объективной оценки влияния на здоровье населения воды количество отбираемых проб в разводящей сети централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения должно быть не менее 12 в год (ежемесячно) в каждой точке контроля[2] по каждому показателю. Тем не менее, в ряде субъектов (Самарская, Свердловская, Нижегородская и Калининская области) этот критерий соблюдается не по всем показателям.

В 2017 г. в сравнении с 2016 г. не проводились исследования по следующим показателям:

[2] Письмо Роспотребнадзора от 28.01.2016 № 01/870-16-32 «Законодательное и методическое обеспечение лабораторного контроля за факторами среды обитания при проведении социально-гигиенического мониторинга»

| Класс опасности | Показатель |
|---|---|
| 1 | 1-Гидрокси-2,4,6-трихлорбензол |
| 2 | 1,2,3,4-Тетрахлорбензол, 1,2-Дихлорпропан, 1-Гидрокси-3-метилбензол, 1-Гидрокси-4-метилбензол, 1-Гидрокси-4-нитробензол, 2,4-Динитро-2,4-диазопентан, Аминобензол, Вольфрам |
| 4 | 1-Гидроксидиметилбензол |
| | Диметилсульфид |
| | Дихлортрис(гексагидро-2Н-азепин-2-он-О)медь |

Анализ результатов исследования качества питьевой воды показал, что в 2016-2017 гг. превышения гигиенических нормативов по отдельным показателям регистрировались во всех субъектах, за исключением Карачаево-Черкесской Республики и Республики Северная Осетия-Алания, а также в г. Москва. В Республике Адыгея, Ставропольском крае и Астраханской области за этот период регистрировались единичные превышения. Наибольший удельный вес исследований, не соответствующих гигиеническим нормативам, в 2017 г. был характерен для Курганской (22,0 %), Амурской (20,9 %) и Свердловской областей (18,0 %).

Анализ структуры неудовлетворительных проб воды показал, что среди веществ 1 класса опасности наиболее часто наблюдаются превышения нормативов по трихлорэтилену (100 %), хлороформу (16,8 %), бромдихлорметану (4,5 %). Все перечисленные вещества относятся к группе хлорорганических соединений, образующихся при хлорировании воды с повышенным содержанием органических веществ, что может косвенно указывать на недостаточную водоподготовку. Среди веществ 2 класса опасности чаще всего регистрировались превышения гигиенических нормативов по брому и йоду (100 %), среди веществ 3 класса - по поли(гексаметиленгуанидин гидрохлорид) (31,1 %), железу (16,4 %) и алюминию (11,5 %). Из веществ 4 класса опасности превышения гигиенических нормативов чаще всего регистрируются в отношении сульфидов и сероводорода (12,0 %), аммиака и аммоний-иона (3,5 %).

В то же время, по большинству исследуемых в различных субъектах показателей за изученный период превышений не было выявлено.

Анализируя полученные результаты, следует констатировать:

1. Перечень контролируемых показателей и объем исследований питьевой воды централизованного питьевого водоснабжения существенно различается в отдельных субъектах России, варьируя от 2 в Ямало-Ненецком автономном округе до 53 в Кемеровской области.

2. Перечень контролируемых хлорорганических соединений и периодичность исследований в большинстве субъектов можно считать недостаточной, на что указывает регулярно выявляемые превышения по отдельным показателям из данной группы.

3. Единый перечень показателей, обязательных для контроля каче-

ства питьевой воды централизованного питьевого водоснабжения, в настоящее время отсутствует.

Литература:
1. Паспорт федерального проекта «Чистая вода» / Минстрой России. – 2019. – Available at: http://www.minstroyrf.ru/docs/17692/ (дата обращения: 19.03.2019)
2. Фридман К.Б., Новикова Ю.А., Белкин А.С. Оценка риска для здоровья в целях гигиенической характеристики систем водоснабжения // Гигиена и санитария. – 2017. – № 7. – С. 686–689. DOI: 10.18821/0016-9900-2017-96-7-686-689
4. Тованова А.А., Мельцер А.В., Ерастова Н.В., Чащин В.П., Базилевская Е.М. К вопросу формирования программ социально-гигиенического мониторинга в части лабораторного контроля качества питьевой воды // Профилактическая медицина-2017: Материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – 2017. – С. 183-188.
5. Мельцер А.В., Ерастова Н.В., Чащин М.В., К вопросу выбора приоритетных показателей, контролируемых в рамках проведения социально-гигиенического мониторинга // Российская гигиена - развивая традиции, устремляемся в будущее: Материалы XII Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей. – 2017. – С. 94-96.
6. Ананьев В.Ю., Трунова И.Е., Жигаев Д.С., Организация мониторинга качества воды на региональном уровне // Здоровье. Медицинская экология. Наука. – 2011. – № 3 (46). – С. 4-7.

## ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ УРБАНОЗЕМОВ МЕТОДОМ ФИТОТЕСТИРОВАНИЯ

Трифонов Р.Н., Трефилова Л.В.
ФГБОУ ВО Вятская ГСХА, г. Киров

## EVALUATION OF THE ECOLOGICAL STATE OF URBANOZEM METHOD FITOESTROGENY

Trifonov R. N., Trefilova L. V.
FSBEI HE Vyatka state agricultural academy, s. Kirov

**Abstract.** To assess the ecological status of urbanozem used method of fitoestrogeny. The analysis of the results showed that the soils of the studied areas of the city are heterogeneous both in chemical composition and in environmental condition. The soil extract of the Park zone was the most favorable for the development of the Triticum aestivum test culture, the braking effect index in it was 10.27 %.
**Keywords:** urbanozem, fitoestrogeny, biodiagnostics, restimulate.

Почвы – это базис всех наземных экосистем, от успешного выполнения ими биоценотических функций зависит состояние живых организмов и оптимизация параметров окружающей среды. Анализ физиологического состояния растений и микроорганизмов, а также показатели их активности при различных флуктуациях окружающей среды, могут дать необходимые оперативные данные о воздействии комплекса неблагоприятных фак-

торов, которые включают в себя не только токсичные элементы, содержащиеся в почве, но и изменения свойств и режимов, имеющих место в антропогенно-преобразованных почвах [1]. Для оценки экологического состояния городских почв применяют инструментальные, химические, микробиологические, и другие методы [2, 3]. Среди них метод фитотестирования почвенной вытяжки один из самых не дорогих и достоверных. Он позволяет не только выяснить уровень токсичности или биоактивности вредных материалов и веществ, воздействующих на урбаноземы, но и понять степень их пригодности для роста и развития высших растений.

Цель работы – оценить состояние урбаноземов методом фитотестирования.

В качестве тест культуры использовали растение индикатор – пшеница мягкая *Triticum aestivum* сорта Иргина.

Для исследования было выбрано 4 зоны в городе: территория, прилегающая к промышленному предприятию, площадка АЗС, сквер и дворовая территория жилого комплекса. В качестве контроля для сравнения был отобран образец почвы за пределами города, в агрофитоценозе, из-под посевов лядвенца рогатого второго года пользования [4-6]. В каждой зоне почвенные образцы были отобраны с трех участков. Пробы отбирали с глубины 0-5 см, методом конверта.

Из образцов готовили почвенную суспензию. Для этого 10 грамм очищенной и размолотой почвы поместили в колбу на 250 мл со 100 мл стерильной дистиллированной воды и взбалтывали в течение 10 мин и дали отстояться грубым частицам почвы. После этого суспензию фильтровали через фильтр «синяя лента» в стерильную колбу на 250 мл.



Рис. 1. Всходы пшеницы мягкой в рулонной культуре

Для оценки состояния урбаноземов применяли фитобиоиндикационный метод рулонных культур. На полосках фильтровальной бумаги (10×50 см) размещали по 50 семян пшеницы через 1 см. Сверху семена закрывали вторым слоем бумаги и сворачивали в рулоны, которые помещали в предварительно промаркированные стерильные контейнеры объемом 800 мл со 150 мл почвенной суспензии (рис. 1).

В течение недели вели наблюдения за проростками по следующим показателям: всхожесть, высота проростков и длина корней (рис. 2).

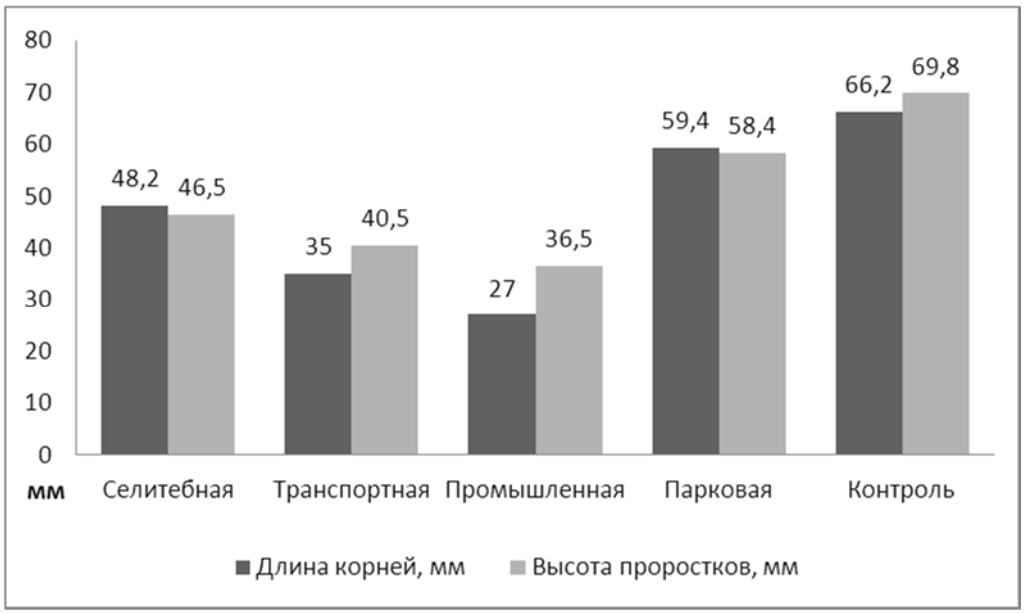



Рис. 2. Влияние состояния городских почв на рост и развитие *Triticum aestivum,* в среднем на 1 растение

Наименьшие показатели длины корня и высоты проростков у растений пшеницы оказались в вариантах промышленной и транспортных зон, где длина корня была на уровне от 27 до 35 мм, высота проростков – от 36,5 до 40,5 мм. Проростки пшеницы лучше развивались на почвенной вытяжке селитебной и парковой зон, однако почвенная суспензия агрофитоценоза ожидаемо оказалась наиболее благоприятной средой для развития тест-культуры.

При анализе полученных результатов был установлен коэффициент торможения для всех видов исследуемых почвенных образцов, рассчитанный по формуле:

$$E_m = \frac{L_к - L_{оп}}{L_к} \bullet 100\%,$$

Где $E_m$ – эффект торможения (%); $L_{оп}$ – средняя длина корней в опыте (мм) по 3-м повторностям; $L_к$ – средняя длина корней в контроле (мм) по 3-м повторностям [7].

Таблица 1. Эффект торможения тест-культуры на разных городских почвах в сравнении с контролем (агрофитоценоз)

| Городские зоны | Селитебная | Парковая | Транспортная | Промышленная |
|---|---|---|---|---|
| Эффект торможения (%) | 27,19 | 10,27 | 47,12 | 59,21 |

Наибольший коэффициент наблюдается в промышленной – 59,21% и транспортной – 47,12% зонах. Наименьший – в селитебной и парковой. В целом расчеты коррелируют с данными фитотестирования. Согласно критериям опасности проб по фитотоксическому действию [7], парковую зону можно считать умеренно опасной, остальные зоны – высоко опасными.

Литература:

1. Терехова В. А. Биотестирование почв: подходы и проблемы // Почвоведение. – 2011 – №2. – С. 190-198.
2. Скугорева С.Г., Домрачева Л.И., Бушковская М.А., Трефилова Л.В. Оценка состояния почв г. Кирова методами химического анализа и биодиагностики // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: Материалы XV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Кн. 1. Киров: ВятГУ, 2017. С. 119-124.
3. Скугорева С.Г., Бушковская М.А., Трефилова Л.В., Зыкова Ю.Н. Биотестирование с использованием *Hordeum vulgare* L. в оценке состояния урбаноземов г. Кирова // Почвы и их эффективное использование: Материалы Международной Научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, заслуженного деятеля науки РФ, профессора В.В. Тюлина. Ч. 2. Киров: Вятская ГСХА, 2018. С. 82-87.
4. Фокина А.И., Домрачева Л.И., Зыкова Ю.Н., Скугорева С.Г., Лялина Е.И., Трефилова Л.В. Совершенствование тетразольно-топографического метода биотестирования с использованием цианобактерий // Теоретическая и прикладная экология, №1. 2017. С. 31-41.
5. Домрачева Л.И., Козылбаева Д.В., Ковина А.Л., Трефилова Л.В., Зыкова Ю.Н., Грипась М.Н., Изотова В.А. Оптимизация микробиологического состава биопрепарата при выращивании лядвенца рогатого (*Lotus corniculatus* L.). // Теоретическая и прикладная экология. №1. 2019.
6. Зыкова Ю.Н., Трефилова Л.В., Ковина А.Л. Роль почвенных бактерий в улучшении жизнедеятельности растений // Приемы повышения плодородия почв и эффективности удобрения: матер. Международной научно-практической конференции, посвященной памяти ученых Анны Ивановны Горбылевой, Юрия Павловича, Сиротина и Вадима Ивановича Тюльпанова / редкол.: Т.Ф. Персикова (отв. ред.) [и др.]. Горки: БГСХА, 2019. С. 264-265.
7. Биотест-системы для задач экологического контроля: Методические рекомендации по практическому использованию стандартизованных тест- культур / Под ред. В.А. Тереховой и др. М.: Доброе слово, 2014. 48 с.

# ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ЛИТОСФЕРЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Трофимов В.Т., Харькина М.А., Барабошкина Т.А., Жигалин А.Д.
Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Москва

# TRANSFORMATION OF ECOLOGICAL FUNCTIONS OF THE LITHOSPHERE IN THE DEVELOPMENT OF MINERAL DEPOSITS

Trofimov V. T., Kharkina M. A., Baraboshkina T. A., Zhigalin A. D.
Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

**Abstract**. Development of mineral deposits initiates in the area of their development transformation of ecological functions of the lithosphere (EFL): resource, geodynamic, geochemical, geophysical. The systematization of the main environmental consequences of changes in EFL under the influence of mining was done.

**Keywords.** Quarrying, underground mining, boreholes, resource of geological space, geological processes, pollution, geophysical fields, injuries, diseases, zoobenthos, phytocenosis.

Разработка месторождений полезных ископаемых приводит к трансформации всех экологических функций литосферы включая ресурсную, геодинамическую, геохимическую и геофизическую [10].

*1. Трансформация ресурсной экологической функции литосферы* связана с изъятием из хозяйственного оборота больших площадей. Общая площадь нарушенных горной добычей земель в стране составляет около 1,5 млн. га. Еще большие площади заняты хвостохранилищами, складами, подъездными путями к разрабатываемым месторождениям. Характерной особенностью открытых разработок является их повышенная землеемкость. Фиксируется механическая ликвидация ресурса биофильных элементов и органических веществ, необходимых для жизни, сокращается ресурса геологического пространства для сельскохозяйственного освоения [2]. Так, в 2016 г. выявлено 410 карьеров по добыче полезных ископаемых на землях сельскохозяйственного назначения на площади 1,12 тыс. га, рекультивация проведена только на 52 карьерах на площади 33,8 га [3].

*2. Трансформация геодинамической экологической функции литосферы* связана с изменением интенсивности и экстенсивности геологических процессов и их экологическими последствиями**.** Карьерная разработка способствует интенсификации склоновых процессов (*оползней, обвалов, оплывин, селей*), вследствие изменения рельефа. Среди техногенно обусловленных гравитационных процессов наибольшее распространение в карьерах имеют оползни. По данным института ВИОГЕМ, при средней глубине железорудных карьеров 100 м оползни имеют место на 50 % предприятий, а при достижении средней глубины 200 м – уже на 80%.

Ускорение процессов *дефляции* наблюдается при формировании высоких и сверх высоких (более 100 м) породных отвалов. Плоскостному и ручейковому *смыву – ускоренной эрозии –* подвергаются склоны отвалов. Согласно Л.В. Мотириной и В.А. Овчинникову, на Кимовском и Ушаковском разрезах Тульского угольного бассейна модуль смыва с отвалов колебался от 1384 до 7959 $м^3$/га в год. Особенно опасна активизация эрозионных процессов в криолитозоне, где широко используются драги. Дражные разработки приводят к увеличению в сотни раз выше фонового твердого стока рек. Мутьевые потоки распространяются на 10-15 км от драг.

Подземные разработки вызывают *оседание земной поверхности.* Величины этих оседаний при масштабной разработке месторождений достигают больших площадей. Так, по данным Т.А. Айруни, в Челябинском буроугольном бассейне оседанием нарушено 210 $км^2$ земной поверхности, из них 110 $км^2$ заболочено. Последствиями образования мульд оседания является *переувлажнение почвы, заболачивание и заозеривание* из-за повышения уровня грунтовых вод (УГВ) относительно опустившейся поверхности.

В процессе скважинной разработки месторождений так же фиксируются просадки земной поверхности на всех крупнейших месторождениях углеводородов. Этот процесс актуален для нефтегазовой провинции Западной Сибири.

При подземной разработке полезных ископаемых над горными выработками образуются *провалы*. Так, на территории Кузбасса по состоянию на 1 апреля 2000 г. в горных отводах ликвидируемых шахт службами мониторинга установлено и спрогнозировано 4429 провалов и провалоопасных зон, в пределах которых располагалось 1695 домов. Большинство выявленных и потенциальных провалов расположено в городской черте Прокопьевска, Новокузнецка, Кемерова, Белова, Анжеро-Судженска и Ленинско-Кузнецкого [8].

Подземная добыча полезных ископаемых на больших глубинах в условиях неравнокомпонентного поля напряжений приводит к внезапным *выбросам породы и газа, горным ударам*. Частота этих проявлений увеличивается с глубиной. Так, на месторождение урановых руд «Антей (Забайкалье) динамические проявления горного давления в форме стреляний и интенсивного заколообразования пород стали происходить при ведении работ на глубине 410 м от дневной поверхности и ниже [1].

Изменение гидрогеологических условий в связи с *осушением горнодобывающих территорий* или затоплением при ликвидации шахт неизбежно вызывает *активизацию карста и суффозионных процессов.* Активизация карста, например, на участках затопленных соляных шахт, связана с выщелачиванием целиков каменной соли подземными водами, сопровождается обрушением или плавной просадкой пород над солевой толщей.

Экологические последствия трансформации геодинамической экологической функции литосферы представлены в таблице 1.

Таблица 1. Экологические последствия трансформации геодинамической экологической функции литосферы при разработках месторождений (РМ) полезных ископаемых [7]

| Способ РМ | Геологические процессы и их генезис | | Экологические последствия | |
|---|---|---|---|---|
| | Техногенные | Активизированные природные | Негативные | Позитивные |
| Открытый | Склоновые: осыпи, оползни, сели | | Гибель людей, снижение комфортности трудовой деятельности | |
| | | Эрозия речная | Деградация речных экосистем за счет увеличения твердого стока | |
| | | Дефляция | Обострение легочных заболеваний | |
| | Ускоренная эрозия | | Снижение урожайности | |
| | | Аккумуляция | | Улучшение условий отдыха из-за стабилизации берегов и увеличения ширины пляжей |
| | Карстовые и суффозионные | | Отчуждение территорий | |
| | Криогенные | | Гибель растительности, снижение комфортности трудовой деятельности | |
| | Осушение | | Трудности в водоснабжения из-за истощения подз.вод | |
| Подземный | Оседание | | Снижение урожайности, потеря жилья | |
| | Горные удары | | Травматизм и гибель людей | |
| | Провалы | | Гибель людей, потеря жилья | |
| | Осушение | | Трудности в водоснабжения | |
| | Подтопление при затоплении шахт | | Повышение заболеваемости, снижение урожайности из-за заболачивания понижений рельефа | |
| | Карстовые и суффозионные | | Отчуждение территорий | |
| | Криогенные | | Формирование техногенных пустошей | |
| | Землетрясения | | Снижение комфортности проживания | |

*3. Трансформация геохимической экологической функции литосферы* связана с загрязнением компонентов литосферы и его экологическими последствиями. Качественный состав загрязнения при разработке *рудных месторождений* зависит от химического состава руд, вещественного состава

вскрышных пород, минерального сырья и хвостов обогатительных фабрик. Химические элементы и соединения, выщелачиваясь из техногенных массивов, поступают в водотоки и образуют дополнительный к естественному — техногенный, геохимический поток. Например, в результате открытой разработки Шанучского кобальт-медно-никелевого месторождения, расположенного на Камчатке в районе с высокой продуктивностью лососевых рыб, содержание тяжелых металлов в воде руч. Ралли, превысили рыбохозяйственные ПДК по меди более, чем в 10 000 раз, по никелю – более 7 000, а уровень загрязнения воды (ИЗВ) превысил в 1.8 раз его значение до начала разработок в 2003 г. [5].

При *скважинной разработке* нефтяных месторождений источники загрязнения природной среды в той или иной мере присутствуют во всех звеньях технологической цепочки. Основными загрязнителями являются: нефть и нефтепродукты, сернистые и сероводородосодержащие газы, минерализованные пластовые и сточные воды, химические реагенты, шламы бурения, нефте- и водоподготовки [10].

Основными направлениями трансформации компонентов эколого-геологической системы вследствие *нефтегазодобычи* следующие: 1) загрязнение почв, массивов горных пород, вод акваторий строительными, шламовыми отходами, металлическими изделиями, технологическими и аварийными сбросами, химреагентами и буровыми растворами; 2) загрязнение газовой компоненты почв, пород выбросами попутного нефтяного газа, содержащего метан, углекислый газ; 3) загрязнение донных осадков, пород и подземных вод нефтепродуктами. Особенно негативное влияние такие работы оказывают на экогеосистемы Севера.

При разработке *газовых месторождений* изменение компонентов эколого-геологической системы происходит в существенно меньшей степени, чем при освоении нефтяных. Максимальная эмиссия в компоненты окружающей среды осуществляется на стадии переработки.

Экологические последствия трансформации геохимической экологической функции литосферы представлены в табл. 2.

*4. Трансформация геофизической экологической функции литосферы* связана с изменением плотности экологически значимых геофизических полей (теплового, вибрационного и радиационного).

На месторождениях полезных ископаемых в условиях развития многолетнемерзлых пород при разработке часто производится предварительное оттаивание горных пород с применением поверхностного и глубинного электрообогрева током промышленной частоты (50 Гц) напряжением 120-380 В, поверхностного «пожога» (сжигания слоя угля на поверхности породы), обработки паром, сжигаемым газом, а также гидрооттаивания.

Таблица 2. Экологические последствия трансформации геохимической экологической функции литосферы [6]

Экологические последствия трансформации геохимической экологической функции литосферы [6]

| Тип месторождения | Основные техногенные изменения в абиотических компонентах: породы, донные осадки, подземные воды, почвы, снеговой покров | Экологические последствия |
|---|---|---|
| Рудные (металлические) | Интенсивное накопление токсикантов и формирование лито- и сноутеохимических аномалий. Ассоциации элементов-загрязнителей обусловлена типом добываемой руды | Уничтожение растительного покрова. Изменение мест обитания животных. Формирование техногенных биогеохимических провинций, рост профессиональных и эндемичных заболеваний (молибденозис, арсеноз) |
| Каменная соль, высокоминерализованные воды и рассолы | Засоление почв, пород, снегового покрова и вод преимущественно NaCl, в меньшей степени KCl, MgCl; в отдельных случаях попадание в приповерхностную часть литосферы Sr, Br. Изменение минерализации и pH подземных вод. Увеличение подвижности соединений S, N | Угнетение и смена биоценозов. Изменение мест обитания литофагов. Рост заболевания у населения, в том числе мочекаменной патологии. |
| Каменный и бурый уголь, горючие сланцы | Выброс $CO_2$, CO, $NO_2$, $SO_2$ при самовозгорании и окислении угля, выброс $CH_4$ при вентилировании выработок, сброс солей (NaCl, KC1 и др.) в дренажных водах; выброс V, Cr и др. Изменение минерализации и pH подземных вод. Увеличение подвижности соединений серы, азота и др. элементов | Снижение процесса фотосинтеза у наземных растений. Смена фито- и зооценозов. Увеличение заболеваний верхних дыхательных путей, аллергозов и пр. |
| Урановые и уран-ториевые | Техногенная эманация Rn, Ra,Th. Привнесение попутных элементов Pb, Zn, Cd, Cu, As, Mo, Ag и др. | Морфоструктурные изменения у растений. Рост онкопатологии, заболеваний крови у местного населения и персонала и пр. |

Источником теплового воздействия на горные породы также является термическое (огневое) бурение скважин с использованием термобуров, способных создавать температуру до 2000-3000ºС. Региональное тепловое воздействие оказывают также экзогенные пожары при самовозгорании отвалов или их сжигании.

Тепловое воздействие способствует формированию техногенных *температурных аномалий* с амплитудой до 2-15°С, размеры которых по площади могут достигать 50-100 км$^2$, а по глубине проникновения 1-1,5 км. Максимальные пространственные размеры техногенных геофизических аномалий (например, аномалии температурного поля) при разработке газонефтяных месторождений могут достигать 100-1000 км$^2$ и распространяться на глубину 2-10 км. Региональные температурные аномалии в зависимости от технологии разработки, глубины добычи и климатических условий варьируют от 10 до 30°С. При пожарах на нефтяных и газовых скважинах локальные температурные аномалии могут достигать 200-500°С.

Техногенное *вибрационное поле* представляет собой серьезный патогенный фактор. Вибрация большей части горных комбайнов, буровых машин, электровозов и другого оборудования выше предельно допустимых уровней (ПДУ) в 5 раз [4]. Основной причиной роста естественного *радиационного поля* при шахтной добыче урана, свинца, вольфрама, флюорита и других полезных ископаемых является повышенное выделение газообразного радиоактивного радона ($^{222}$Rn), который практически всегда содержится в рудничном воздухе. В подвалах заброшенного поселка горняков на Эльконском месторождении (Якутия) превышение санитарно-гигиенических норм составило 2-50 раз [9].

Существенные трансформации радиоактивного поля происходят при складировании на поверхности радиоактивных отвалов. Например, более 40 лет назад произведена разведка горными выработками (23 км) уже упомянутого Эльконского месторождеения (юг Якутии). Сейчас на поверхности имеются высокорадиоактивные отвалы (1млн т содержащие уран 2000 т). Значения гамма-фона по урану в 2008 г. составили 11-2150 мкР/ч при региональном фоне в 1992 г. 5-50 мкР/ч. В составе мелкозема отвалов определены различные формы $^{238}$U (водно-растворимая, обменная, кислотно-растворимая и остаточная (неизвлекаемая). Причем с увеличением возраста отвала увеличивается общее содержание миграционных форм [9].

*Экологические последствия трансформации геофизической экологической функции литосферы.* На угледобывающих предприятиях в 2006 г. наибольшее количество *заболеваний* отмечается у группы «подземных» рабочих, а именно электрослесари подземные 1643, проходчики – 1563, на третьем месте горнорабочие очистных забоев (ГРОЗ) – 1240 случаев [4]. Имеются случаи (1%) профессиональных заболеваний, связанных с нарушением функции опорно-двигательной системы (радикулопатия, вибрационная болезнь).

Экологические последствия техногенного радиационного поля в подземных горных выработках наиболее опасны для человека, т.к. человек находится, в замкнутой слабо винтилируемой системе. Последствия общего кратковременного облучения тела человека (наиболее опасный случай) в зависимости от дозы стандартного облучения могут меняться от незначи-

тельных в диапазоне (5 - 50) · $10^{-2}$ Гр до летальных в диапазоне 1,5 - 3 Гр. Граничной (безопасной) является доза 0,5 Гр стандартного излучения. Глубина и тяжесть биологического действия проявляются в степени ионизации атомов и молекул организма, изменения его химического состава, структуры и характера связей. В результате ионизации поражаются хромосомы и ядра клеток, что может привести к гибели некоторых из них. Кроме того, в организме образуется новые комплексы, группы H и OH и молекулы, не свойственные биологической среде и тканям организма. Большие дозы облучения (0,5 - 1,5 Гр) нарушают функции кроветворных органов, ухудшают свертывание крови и снижают сопротивляемость организма к различным заболеваниям. Биологическое действие радона и его производных обусловлено, главным образом, излучением $\alpha$-частиц. В основном радиацией поражаются легкие (рак легких). Дочерние продукты распада радона могут вызывать развитие фиброзных процессов и осложнить пневмокониоз.

Техногенное вибрационное поле представляет собой серьезный патогенный фактор. При общей вибрации колебания передаются всему телу от работающих механизмов на рабочем месте через пол, сидение или рабочую площадку. Общая вибрация оказывает воздействие на нервную и сердечно-сосудистую системы организма человека, а также на работу его вестибулярного аппарата.

5. Трансформацию претерпевают все экологические функции литосферы — и ресурсная, и геодинамическая, и геохимическая, и геофизическая. Техногенное воздействие обусловливает преимущественно локальную, реже регионально выраженную трансформацию экологические функции литосферы, а часто формирование техногенных аномалий — принципиально новое явление в истории развития эколого-геологических условий территории. Трансформация экологических функций литосферы при разработке месторождений полезных ископаемых приводит как к позитивным, так и к негативным изменениям их качества. Техногенные изменения вызывают широкий спектр экологических последствий. Последние сводятся к ухудшению комфортности проживания, повышению заболеваемости и вынужденной миграции населения, деградации природных биоценозов, снижению качества и потере ресурса геологического пространства.

Литература:

1. *Аникин П.А*. Результаты геоакустического мониторинга удароопасного массива горных пород месторождения «Антей» // Проблемы недропользования. Матер. 2 Всеросс. молодежн. научно-практ. конф., Екатеринбург: ИГД УрО РАН, 2008. С.313-324.
2. Геологическое пространство как экологический ресурс и его трансформация под влиянием техногенеза / В. Т. Трофимов, Н. Д. Хачинская, Л. А. Цуканова и др. М.: "Академическая наука" - Геомаркетинг, 2014. С. 566.

3. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2016 году. М.: Минприроды России; НИА-Природа. 2017. 760 с.
4. *Коршунов Г.И., Исаков Р.Р.* Профессиональная заболеваемость и травматизм на угольных предприятиях // Записки горного института. Современные проблемы горного производства и экология. Т.180. СПб: Санкт-Петербургский горный институт им. Г.В.Плеханова, 2009. С.25-26.
5. *Лошкарева А.А.* Эколого-геологические условия Шанучского полиметаллического месторождения (Западная Камчатка), их трансформации при разведке и добыче полезных ископаемых и влияние на систему «река-водосбор» Автореф. дис. канд.геол.-минерал.наук. М., 2009. 25 с.
6. *Трофимов В.*Т., *Барабошкина Т.А.* Горнодобывающая отрасль экономики и ее влияние на качество ресурса геологического пространства северной Евразии // *Сергеевские чтения*, том 27, Пермь, 2019. С. 230-235.
7. *Трофимов В.*Т., *Харькина М.А.* Трансормация геологического пространства и его качества при активизации геологических процессов в районах разработки месторождений полезных ископаемых, экологические последствия // *Сергеевские чтения*, том 27, Пермь, 2019. С. 466-471.
8. Угольная база России: Т.2. Угольные бассейны и месторождения Западной Сибири (Кузнецкий, Горловский, Западно-Сибирский бассейны, месторождения Алтайского края и Республики Алтай) / А.З.Юзвицкий, Э.М. Пах и др. М.: Геоинформцентр, 2003. 604 с.
9. *Чевычелов А.П., Собакин П.И.* Миграция естественных радионуклидов в техногенных таежно-мерзлотных ландшафтах. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008. 138 с.
10. Эколого-геологические условия России. Трансформация экологических функций литосферы территории России под влиянием антропогенного воздействия и ее экологические последствия / В. Т. Трофимов, М. А. Харькина, Т. А. Барабошкина и др. Том 2. М.: "КДУ", "Университетская книга" Москва, 2016. 280 с.

# ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ АБИОТИЧЕСКИХ СФЕР ЗЕМЛИ И НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ НА ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

Трофимов В.Т., Харькина М.А.
Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Москва

# ECOLOGICAL FUNCTIONS OF ABIOTIC SPHERES OF THE EARTH AND NORMATIVE DOCUMENTS FOR ENGINEERING-ECOLOGICAL SURVEYS FOR CONSTRUCTION

V. T. Trofimov, M. A. Kharkina
Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

**Abstract.** The content of ecological functions of abiotic spheres of the Earth, including resource, geodynamic, geochemical and geophysical is revealed. It is argued that each ecological function of the abiotic spheres of the Earth is characterized by a large number of private and complex properties, the study of which has long been mandatory in the conduct of envi-

ronmental engineering surveys. The ways of improving the regulatory framework of environmental engineering surveys are outlined.

**Key words.** Lithosphere, pedosphere, surface hydrosphere, atmosphere, biosphere, technosphere, set of rules.

1. Представления об экологических функциях абиотических сред, возникшие сначала в почвоведении [4-5, 9], в геологии [8, 10-11, 14, 17], в атмосфере [18], к настоящему времени начали распространяться исследователями на все абиотические среды Земли [7, 13, 15-16].

*Под экологическими функциями абиотических сфер Земли предложено понимать все многообразие функций, определяющих и отражающих роль и значение этих геосфер, включая их состав, объём, динамику функционирования, геохимические и геофизические поля, в жизнеобеспечении биоты, в первую очередь человеческого сообщества* [12]. Это представляется правомерным, поскольку основное с рассматриваемой точки зрения предназначение всех абиотических сфер Земли – литосферы, педосферы, атмосферы и гидросферы — ресурсное и энергетическое обеспечение жизни и развития биоты. Это в полной мере согласуется с идеями В.И.Вернадского, которые еще в 1920-1930 годах были оформлены им в виде теперь уже признанной всем научным миром концепции биосферы как геологической оболочки Земли, включающей атмосферу, гидросферу и верхнюю часть литосферы.

Основными экологическими функциями абиотических сфер Земли являются ресурсная, геодинамическая, геохимическая и геофизическая (рис.1). Определим их содержание следующим образом:




Рис. 1. Назначение и виды экологических функций абиотических сфер Земли [13]

- ресурсная экологическая функция абиотических сфер Земли определяет роль минеральных, органоминеральных и органических твёрдых, жидких и газообразных ресурсов литосферы, атмосферы, педосферы и поверхностной гидросферы, а также литосферного [1], атмосферного и гидросферного пространства для жизни и развития биоты в качестве как био-

геоценоза, так и социальной структуры;

•геодинамическая экологическая функция абиотических сфер Земли отражает способность литосферы, педосферы, атмосферы и поверхностной гидросферы влиять на условия жизни биоты, её состояние, безопасность и комфортность проживания человека через природные и антропогенные процессы и явления;

• геохимическая экологическая функция абиотических сфер Земли определяет свойства геохимических полей литосферы, педосферы, атмосферы и поверхностной гидросферы природного и техногенного происхождения влиять на условия жизни и состояние биоты в целом, включая здоровье человека;

•геофизическая экологическая функция абиотических сфер Земли отражает свойства геофизических полей литосферы, педосферы, атмосферы и поверхностной гидросферы природного и техногенного происхождения влиять на условия жизни биоты в целом, включая здоровье человека.

Исходя из этого перечня, **экологические функции литосферы** оценивают массивы горных пород с подземными водами, нефтью и газами как среду обитания биоты, протекание эндогенных (землетрясения, вулканизм) и экзогенных (сели, оползни, обвалы, снежные лавины, провалы, аномальные газовыделения и др.) процессов, как угрозу жизни и комфортности проживания; геохимические (литогеохимическое, гидрогеохимическое, газогеохимическое) и геофизические (гравитационное, геомагнитное, электрическое, температутное и др.) поля и неоднородности, как факторы воздействия на живое. **Экологические функции педосферы** оценивают почвы как жизненное пространство биоты, источник биогенных элементов; их загрязнение; процессы протекающие в почвах (эрозия, опустынивание, выветривание, засухи, засоление), влияющие на плодородие; потоки тепловой и электромагнитной энергии, определяющие процесс фотосинтеза и жизнедеятельность продуцентов, начального звена трофической сети растительного и животного мира. **Экологические функции поверхностной гидросферы** оценивают акватории и мировой океан как ресурсы необходимые для жизни биоты и деятельности человеческого сообщества, включая гидрологические процессы (наводнения, волновые движения, нагоны и др.), угрожающие жизни; фоновое и техногенное загрязнение поверхностных вод, температурное, радиационное и др. поля, влияющие на гидробионтов и человеческую популяцию. **Экологические функции атмосферы** оценивают воздушную среду и ее качество для жизни, включая протекающие в ней процессы, в том числе угрожающие жизни (циклоны, тайфуны, шквалы, пыльные и соляные бури, снегопады, экстремально низкие температуры и др.); химический состав воздуха, формирующий природные и техногенные атмогеохимические поля как фактор экологического риска; давление, температуру и плотность воздух, как факторы воздействующие на живое.

Весь набор экологических функций абиотических сфер Земли охарактеризован в монографии «Экологические функции абиотических сфер Земли» [16]. Для проведения инженерно-экологических изысканий этого достаточно, остальные экологические функции, выделенные исследователями, не имеют существенного практического значения для оценки природных и техногенных воздействий и состояния экосистем.

2. Важнейшим элементом с практической точки зрения является взаимодействие абиотических сфер Земли между собой и техносферой. Речь идет о температурных взаимодействиях литосферы и атмосферы (климатический эффект извержений вулканов), техносферы и атмосферы (техногенные выбросы пыли, уменьшающие прозрачность атмосферы; загрязненность снежного покрова, снижающая отражающий эффект солнечных лучей), о сокращение мощности озонового слоя с образованием озоновых дыр при взаимодействии системы «атмосфера ─ литосфера ─ техносфера», о взаимодействие природных геофизических полей литосферы и ионосферы с техногенными, воздействующих на все биологические объекты от единичной клетки до человека.

3. Учитываются или не учитываются представления об экологических функциях Земли в Своде Правил (СП) на инженерно-экологические изыскания? Наш ответ ─ напрямую не учитываются, и авторам пока не ясно нужно ли в СП вводить такую терминологию.

Однако каждая экологическая функция абиотических сфер Земли характеризуется большим количеством частных и комплексных свойств, изучение которых уже давно является обязательным при проведении инженерно-экологических изысканий. Для доказательства этой позиции приведем таблицу.

Единственное, на что мы хотим еще раз обратить внимание – это допустимые сроки давности используемых результатов по природным и природно-антропогенным процессам (табл. 8.1 СП 47.13330.2016). Предложенные сроки (10 лет на незастроенных и 5 лет на застроенных территориях) с нашей точки зрения являются завышенными, особенно для горных областей, и требующими корректировки в следующих нормативных документах.

4. Нормативные документы на инженерно-экологические изыскания по существу обозначили три позиции:

*а) с современном* СП 47.13330.2016 в части, касающейся инженерно-экологических изысканий, учтены подавляющее количество характеристик экологических функций абиотических сфер Земли, за исключением характеристик современных геологических процессов, влияющих на биоту;

б) в дальнейшем в нормативных документах на инженерно-экологические изыскания целесообразно конкретизировать необходимые характеристики экологических функций абиотических сфер Земли, которые необходимо изучать на разных этапах проведения инженерно-

экологических изысканий (подготовка проектной документации – первый этап, подготовка проектной документации – второй этап, строительство и реконструкция зданий и сооружений);

Таблица. Статистика по составу работ на изучение сфер Земли в нормативных документах

| Сферы Земли | | | Количество пунктов, регламентирующих состав работ инженерно-экологических изысканий в нормативных документах | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | СП 11-102-97 (регламентируют только инженерно-экологические изыскания) | СП 47.13330.2012 (регламентируют инженерно-геодезические, инженерно-геологические, инженерно-гидрометеорологические и инженерно-экологические изыскания) | СП 47.13330.2016 (регламентируют инженерно-геодезические, инженерно-геологические, инженерно-гидрометеорологические и инженерно-экологические изыскания) | СП ...2018 Инженерно-экологические изыскания (проект, первая редакция) |
| Абиотические | **Литосфера** и ее компоненты (грунты, почвы, донные отложения, подземные воды, подземные газы, ландшафты, геологические процессы, радиационная обстановка, радоноопасность, вибрация, шум, тепловые поля) | | 52 | 17 | 13 | 180 |
| | **Атмосфера** и ее компоненты (воздух, электромагнитные излучения, шумы, инфра- и ультразвук, гидрометеорологические процессы) | | 18 | 3 | 8 | 54 |
| | **Поверхностная гидросфера** и ее компоненты (поверхностные воды, гидрометеорологические процессы | | 10 | 7 | 13 | 62 |
| Биотическая | Биосфера | **растительный и животный мир** (растения, животные, птицы, рыбы, микроорганизмы, бактериопланктон, фитопланктон, зоопланктон, ихтиопланктон, макробентос) | 15 | 7 | 9 | 71 |
| | | **Социум** (санитарно-эпидемиологическая и медико-биологическая обстановки, заболевания населения) | 14 | 7 | 3 | 36 |
| Все абиотические и биотическая сферы Земли | | | 109 | 41 | 46 | 403 |

в) часто использующееся в литературе словосочетание «геоэкологические исследования» [2-3, 6] четкого определения не имеет. Если понимать под геоэкологией междисциплинарную науку, изучающую экологические функции абиотических сфер Земли, закономерности их формирования и пространственно-временного изменения под влиянием природных и техногенных причин в связи с жизнью и деятельностью биоты и прежде всего – человека, то они уже давно реализованы в системе инженерно-экологические изысканий.

Литература:


1. Геологическое пространство как экологический ресурс и его трансформация под влиянием техногенеза / В.Т.Трофимов, Н.Д.Хачинская, Л.А.Цуканова, Н.Н.Юров, В.А.Королев, И.Ю.Григорьева, М.А.Харькина; под ред. В.Т.Трофимова. – М.: Издательство «Академическая наука» - Геомаркетинг, 2014, 566 с.
2. Геоэкологические исследования Курской области. Сб. науч. ст. / Кур. гос. ун-т. Курск: Изд-во Кур. гос. ун-та, 2005. 165с.
3. Геоэкологические исследования состояния окружающей среды. Сб. ст. / Рос. акад. наук, Федер. гос. унитар. предприятие Ин-т минералогии, геохимии и кристаллохимии ред. элементов. М.: ИМГРЭ, 2017. 158.
4. *Добровольский Г.В., Карпачевский Л.О., Криксунов Е.А.* Геосферы и педосфера. М.: ГЕОС, 2010. 190 с.
5. *Добровольский Г.В., Никитин Е.Д.* Экологические функции почвы. М.: Изд-во МГУ, 1986. 136 с.
6. *Заиканов В.Г., Минакова Т.Б., Булдакова Е.В., Сависько И.С.* Геоэкологическая безопасность городов в горнопромышленных и техногенно-нагруженных районах // *Сергеевские чтения*, том 27, Пермь, 2019. С. 179-184.
7. *Куриленко В.В.* Экологическая геология: её роль в науках о Земле и место в структуре экологического знания. Школа экологической геологии и рационального недропользования: Материалы 5-й межвузовской молодёжной науч. конф. СПб.: 2004. С. 45-61.
8. *Куриленко В.В.* Экологически значимые свойства (экологические функции) литосферы и их роль при характеристике эколого-геологических условий жизнедеятельности человека и существования биоты (природной среды): Материалы междунар. науч. конф. «Науки о Земле и образование: задачи, проблемы, перспективы» / Под ред. В.В.Куриленко. СПб.: 2002. С. 65-68.
9. *Никитин Е.Д.* Роль почв в жизни природы. М.: Изд-во МГУ, 1982. с. 47.
10. Теория и методология экологической геологии / Под ред. В.Т.Трофимова. М.: Изд-во МГУ, 1997. 368 с.
11. Трансформация экологических функций литосферы в эпоху техногенеза / Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г., Барабошкина Т.А., Жигалин А.Д., Харькина М.А.; под редакцией В.Т.Трофимова. – М.: Изд-во «Ноосфера», 2006. – 720 с.
12. *Трофимов В.Т.* Геоэкология: современное состояние, причины многоликости, постулаты формирования ее нового теоретического содержания // Известия секции наук о Земле РАЕН. 2005а, вып. 13. С. 129–138.
13. *Трофимов В.Т.* Об экологических функциях абиотических сфер Земли. Вестн. Моск. ун-та. Сер.4. Геология. 2005б. № 2. С. 59-65.
14. *Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г.* Экологическая геология. М.: Геоинформмарк, 2002. 415 с.
15. Трофимов В.Т., Куриленко В.В. Экологические функции абиотических сфер Земли: содержание и значение для становления нового теоретического базиса геоэколо-

гии // Вестн. Моск. ун-та. Сер.4. Геология. 2015, № 2. С. 93-102.
16. *Трофимов В.Т., Харькина М. А., Барабошкина Т. А., Жигалин А.Д.* Экологические функции абиотических сфер Земли / Под ред. В.Т. Трофимова. М.: "КДУ", "Университетская книга", 2018. 608 с.
17. Экологические функции литосферы / *Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г.*, Барабошкина Т.А. и др. Под ред. В.Т. Трофимова. М.: Изд-во МГУ, 2000. 432 с.
18. *Ясаманов Н.А., Никитин Е.Д.* Планетарно-геологическая роль и экологические функции земной атмосферы / Жизнь Земли. Сб.научн.тр. Под ред. В.А.Садовничего и С.А.Ушакова. – М.: Изд-во МГУ, 2001. С. 68-78.

## ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА БИОИНДИКАЦИИ (НА ПРИМЕРЕ ОЗЁР НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «СМОЛЕНСКОЕ ПООЗЕРЬЕ»)

Тятюшкина А.М., Зеленковский П.С., Полякова Н.В.
СПБГУ, Санкт-Петербург

## ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL STATE OF WATER BODIES USING THE BIOINDICATION METHOD (THE NATIONAL PARK «SMOLENSK LAKELAND»)

Tyatushkina AM, Zelenkovsky PS, Polyakova N.V.
St. Petersburg State University, St. Petersburg

**Annotation**. The use of bioindication, a method for assessing abiotic and biotic systems, allows us to identify changes in the environmental conditions of the studied area. As part of the work, six lakes were investigated: Sapsho, Bolshaya Strechnoye, Gorodishche, Dgo, Mutnoye, and Losamye. As a result of the work done, the following conclusion can be made: the Rotatoria and Cladocera quantitative indicator on the lake Big Strechnoy is 50 times higher, in the Gorodishche lake 10 times as compared to other water bodies. Consequently, these lakes are most vulnerable to human impact.
**Keywords:** plankton, eutrophication

Одной из задач экологии является оценка состояния природных объектов. Применение биоиндикации, метода оценки абиотических и биотических систем, позволяет оперативно выявить изменения в экологической обстановке исследуемой области. Многие виды зоопланктона зачастую используются в качестве биоиндикаторов загрязнений, к тому же зоопланктон является неотъемлемой частью трофической цепи в экологической системе водных объектов. Иными словами, зависимость видового состава зоопланктона от состояния озёр позволяет определить состояние и спрогнозировать изменения в экосистеме [1, 4. 5].

В рамках работы было исследованно шесть озёр: Сапшо, Большое Стречное, Городище, Дго, Мутное, Лошамье. Пробы брали малой сетью Джеди протяжкой от дна до поверхности, фиксировали 4% раствором формалина, обрабатывали по стандартной методике [2, 3, 6].

Всего обнаружено 9 видов, среди которых 1 вид коловраток (Rotifera); 3 вида ветвистоусых рачков (Cladocera ) и 5 видов веслоногих рачков (Copepoda).

Так как зимний планктон не отличается особым видовым разнообразием, корректнее всего обратить внимание на такой показатель таксонометрической структуры как отношение численностей Cladocera и Copepoda ($N_{Clad}/N_{Cop}$). Данный показатель резко возрастает с повышением трофического уровня водоёма. Явление связано с тем, что в озёрах эвтрофного типа значительно преобладают Cladocera, так как они обладают большим репродуктивным потенциалом, чем Copepoda [1, 7, 8, 9].

Известно, что с повышением торфического уровня водоёма закономерно происходит увеличение количественных показателей Rotatoria и Cladocera и уменьшение численности Copepoda. Что мы и наблюдаем на озёрах Большое Стречное и Городище.

В результате проделанных работ может быть следующий вывод: на озере Большое Стречное количественный показатель Rotatoria и Cladocera выше в 50 раз, в озере Городище в 10 раз по сравнению с другими водными объектами. Происходит повышение биологической продуктивности данных водоёмов, увеличивается уровень трофности. Следовательно, данные озёра наименее устойчивы к антропогенному воздействию связанному с бытовыми стоками и изменением количества биофильных элементов.

Литература:


1. Андроникова И. Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озёрных экосистем разных трофических типов. РАН, Институт Озёроведения
2. Иванюкович Г.А., Зеленковский П.С. Выделение участков локального загрязнения при экогеохимическом мониторинге городских территорий//Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 7.
3. Терехова А.В., Подлипский И.И., Зеленковский П.С., Хохряков В.Р. Разработка сети пробоотбора для комплексного эколого-геологического мониторинга территории национального парка "Смоленское Поозерье"//Природа и общество: в поисках гармонии. 2016. № 2. С. 150-155.
4. Куриленко В.В. Основы экологии, биоиндикации и биотестирования водных экосистем. Издательство С.-Петербургского университета, 2004
5. Хрисанов Н.И., Осипов Г.К. Управление эвтрофированием водоёмов. СПб.: Гидрометеоиздат, 1993
6. Шкаликова В.А. Природа Смоленской области/ Смоленск: Универсум, 2001.
7. Guhl W. Aquatic ecosystem characterizations by biotic indices//Int. crn. Revue ges. Hidrobiol. 1987. Vol. 72, N 4.
8. Plantle R., Buck H. Die biologische Uberwachung der Gewasser und die Darstellung der Ergebnisse// Gas. U. Wasserfach. 1955. Bd. 96, N 8
9. Sladeček, V. System of water quality from biological point of view// Arch. Hidrobiol. 1973. Vol. 7

# АНАЛИЗ МАСШТАБОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В СЛУЧАЕ ВЕТРОВОГО РАЗНОСА С ОЗЕРА КАРАЧАЙ В 1967 ГОДУ

Файзрахманов В. В., Белозерский Г. Н.
Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

# ANALYSIS OF THE EXTENT OF ENVIRONMENTAL POLLUTION IN THE CASE OF WIND DISPERSAL OF RADIONUCLIDES FROM LAKE KARACHAY IN 1967

Faizrakhmanov V., Belozerskiy G.
St.-Petersburg University, St.-Petersburg

Открытие в начале 1939 года деления ядер урана и затем обоснование возможности протекания в уране цепной ядерной реакции деления, привели к возникновению ядерной (атомной) энергетики. На ранних этапах ее развития основной задачей стало создание ядерного оружия. В первую очередь речь идет о наработке плутония. Одной из главных проблем радиохимического производства (производства плутония) стало хранение и размещение больших объемов жидких радиоактивных отходов (жидкие РАО – ЖРО), образующихся при выполнении технологических процессов.

Сжатые сроки, отведенные для выполнения плана по скорейшему созданию ядерного оружия и ограниченность знаний об опасностях, связанных с радионуклидами, привели к принятию решений о сбросе РАО в окружающую среду. Данная ситуация являлась характерной для заводов атомной промышленности не только в СССР, но и в США.

В СССР наработка плутония происходила на основанном в 1946 году [1], предприятии Маяк, расположенном на севере Челябинской области. С началом работы предприятие стало производить сброс ЖРО, практически любой удельной активности, в протекающую рядом с промышленной площадкой реку Теча. Из-за низкой водности и слабой скорости течения реки скоро произошло масштабное загрязнение ее вод, донных осадков и поймы радионуклидами. В 1951 году специально созданной научной комиссией, было решено в качестве минимизирующей природоохранной меры направлять среднеактивные жидкие РАО в расположенное в ~400 метрах от радиохимического завода, болото Карачай [1]. С этого момента болото, а в последствие, озеро Карачай стало неизолированным от окружающей среды хранилищем ЖРО и источником ее загрязнения. По многим причинам об этом периоде имеется мало достоверной информации. Среди этих причин можно отметить тотальную секретность, отсутствие хорошо организованной дозиметрической службы — в первую очередь службы внешней (по отношению к производственным зданиям) дозиметрии, сла-

бость, а иногда и просто отсутствие необходимой технической и методической базы.

Согласно имеющимся в литературе данным [2,3,4], наиболее масштабным воздействием на окружающую среду стал вынос аэрозолей, содержащих радионуклиды, с берегов озера Карачай, произошедший в апреле 1967 года. Официальное объяснение данного инцидента заключается в том, что были радиоактивные выпадения причиной которых стала неблагоприятная погодная обстановка, и неподготовленности промышленного водоема к изменению природных условий.

По опубликованным оценкам с берегов озера на окружающую территорию было вынесено от $2.22 \cdot 10^{13}$ [2] до $2.22 \cdot 10^{14}$Бк [3] активности. По утверждению авторов загрязнению подверглась не только непосредственно прилегающая к озеру Карачай и промышленной площадке предприятия Маяк территория, но и район расположенный на северо-востоке и востоке от промышленной площадки площадью около 1800 км$^2$, включающий в том числе и много населенных пунктов (рис. 1). Причиной загрязнения, по мнению авторов, была пыль, поднимаемая с берегов водоема.

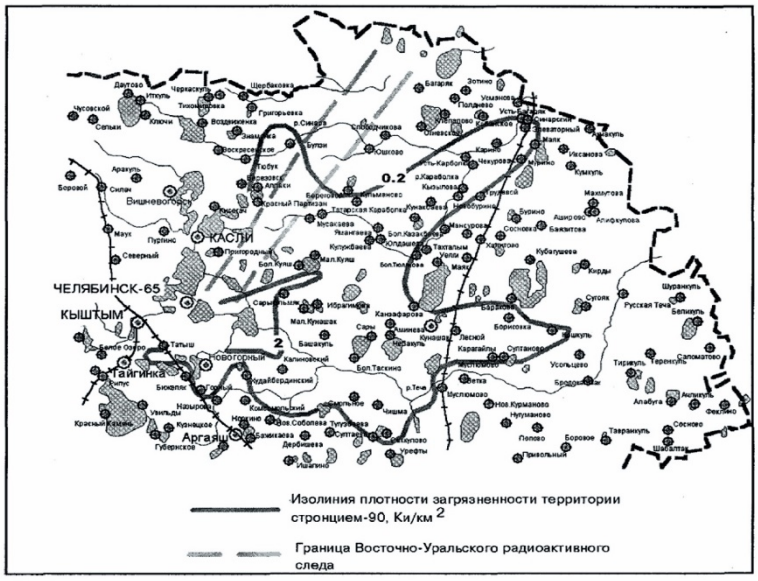



Рис. 1. Карта-схема загрязнения территории, окружающей водоем Карачай, в 1967 году [2]

Каков был истинный масштаб загрязнения территорий, если он был и имел такую природу? Насколько существенной в этом плане могла быть «засуха», приводившая к обмелению озера. На рис. 2 представлена зависимость площади водоема в период раньше и позже рассматриваемого события. Данные о площади водоема взяты из [5] и соотнесены с годами в программе Microsoft Excel.

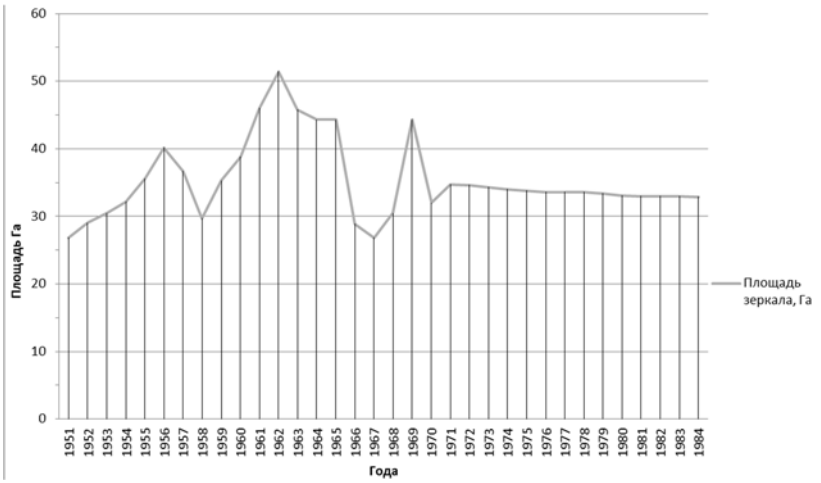



Рис. 2. Динамика изменения площади акватории озера Карачай 1951-1983 гг.

Анализ этой зависимости показывает, что условия для поднятия радиоактивной пыли с берегов озера существенно не менялись в период: 1966-68 гг. Более того, за более чем 150 лет метеорологических наблюдений в Челябинской области [6], не имеется никаких данных, о возникновении и прохождении через регион, смерчей, в период с марта по май, которые могли бы повлечь за собой вынос активности.

Если рассмотреть розу ветров в районе озера Карачай, данные которой взяты из [7] и путем обработки в программе Microsoft Excel приведены в виде рис. 3 и сравнить ее с рис. 1, то видно, что загрязнение окружающей среды с ней коррелирует, однако нельзя не брать во внимание факт расположения озера Карачай всего в 400 метрах от радиохимического завода «Б».




Рис. 3. Среднегодовая роза ветров в районе расположения озера Карачай

Поэтому в любом случае было трудно определить источник радионуклидов, в так называемом карачаевском следе по розе ветров, так как

ветровой разнос радионуклидов при аварии на заводе происходил бы в ту же сторону, что и при сдуве пыли с берегов Карачая.

Контроль загрязнения атмосферы в районе водоёма Карачай и предприятия Маяк, согласно [8], был организован лишь в середине 1970-х годов, т.е. через много лет после возможного разноса 1967 г. Для этих целей начали использовать специальные планшеты-кюветы и марлевые конуса. До этого времени проводились только наблюдения за содержанием радионуклидов в воздухе специалистами ЦЗЛ ПО Маяк радиометрическим методом по суммарной α и β активности [9].

В работе [2], и многих других источниках литературы, практически не уделяется внимания «реконструкции» фоновой обстановки на рассматриваемой территории в период, предшествующий предполагаемому инциденту. Так же следует обратить внимание, что в источниках литературы по данному инциденту, упоминается разнос только β-излучающих радионуклидов $^{90}Sr+^{90}Y$, $^{137}Cs$, $^{144}Ce+^{144}Pr$, хотя согласно [5 и 10] на дне озера было сосредоточенно до 90% α-излучающих радионуклидов, но данные об их распространении путем сдува с берега почему то отсутствуют Суммарная активность, вынесенная в окружающую среду, составляет ~0.0001% от активности ЖРО содержащихся в неизолированном хранилище [5], что практически не подается прямым оценкам любыми «разумными» методами.

Все эти противоречия снимаются, если мы предположим, что, то повышение активности, о котором сообщалось в [2] и во многих других работах, было обусловлено аварийным выбросом на самом предприятии, а к озеру Карачай прямого отношения не имеет.

Резюме.

В настоящее время отсутствуют какие-либо основания считать, что повышенное загрязнение в 1967 г. на площади ~1800 км$^2$ обусловлено ветровым разносом активности, хранившейся в озере Карачай (водоеме №9). Погодные условия в 1967 г. не отличались сколько-либо значимо от погодных условий 1966 и 1968 гг. Однако, несомненным является то, что в течение длительного времени не предпринимались даже самые простые меры по укреплению берегов хранилища РАО. Вместе с тем урывочные данные о каких-либо случайных измерениях могут только осложнить анализ радиационной обстановки, и не способствуют адекватному объяснению происходившего.

Литература:

1. Отчет комиссии ПГУ о загрязнении территории, прилегающей к заводу им. Менделеева, под председательством А.П. Александрова, 1951. Из архивов по «Маяк». — ВРБ, 2006, № 3. — С. 60-74

2.Оценка радиационной обстановки на территории, загрязненной в результате ветрового переноса радиоактивных аэрозолей в районе предприятия в 1967 году: реферат отчета 1968 года / Ю. Корсаков, Е. Федоров, Г. Романов, Л. Пантелеев и др. // Вопросы радиационной безопасности. – 1996. – № 4. – С. 50–59.

3. Челябинская область: ликвидация последствий радиационных аварий / Под ред. А. В. Аклеева. – Челябинск: Медбиоэкстрем, 2006.
4. Крышев И.И., Рязанцев Е.П., Экологическая безопасность ядерно-энергетического комплекса России. М.: ИздАТ, 2000. 384 с.
5. Водоём-9 – хранилище жидких радиоактивных отходов и воздействие его на геологическую среду / Под ред. Е.Г. Дрожко, Б.Г. Самсонова. – М.: Росатом, 2007. – 250 с
6. Калишев В.Б. У природы нет плохой погоды. О погоде Урала. – Челябинск: Изд-во ЧП «А. Рейх», 1998. – 272 с.
7. Мокров К.Ю., Мокров Ю.Г.Оценка интегрального выноса долгоживущих радионуклидов с водным аэрозолем водоёма карачай на основе анализа данных о загрязнении почвы в районе его расположения
8. Мокров К.Ю., Мокров Ю.Г. Изучение загрязнения атмосферы вблизи водоёма Карачай в результате ветрового уноса водного аэрозоля с его поверхности // Вопросы радиац. безопасности. – 2017. – № 1. – С. 67–79.
9. Мокров К.Ю., Мокров Ю.Г. Анализ атмосферных выпадений цезия-137 в зоне наблюдения ФГ УП "ПО "Маяк" на примере поселка Новогорный // Вопросы радиац. безопасности. – 2015. – № 2. – С. 16–27.
10. Результаты комплексного обследования водоема Карачай в 2002 году / Е.Г. Дрожко, П.М. Стукалов, И.А. Иванов, А.И. Алексахин // Вопросы радиационной безопасности. — 2004. — № 1. — С. 33-43

# К ВОПРОСУ РЕАЛИЗАЦИИ ПРАВА НА БЛАГОПРИЯТНУЮ ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КУБГТУ

Холина О.И., Буцыленко И.Е.
ФГБОУ ВО «КУБГТУ» г. Краснодар

# TO THE QUESTION OF THE REALIZATION OF RIGHT FOR A FAVORABLE ENVIRONMENT IN ACTIVITIES OF KUBSTU

Kholina O. I., Bucylenko I.E.
IN FGBOU "Kuban state University" Krasnodar

**Annotation.** An analysis of the current legislation relating to the realization of the rights of citizens to a favorable environment is carried out, and the development of the university's activities to implement the constitutional right of citizens to a favorable environment and to reliable information about its condition is considered.

**Key words:** constitutional rights, favorable environment, environmental laboratory, calculations of pollutants.

Люди с момента своего рождения приобретают неотчуждаемые права на благоприятную окружающую среду, которые существуют независимо от принадлежности человека к тому или иному государству, от их государственного признания. Речь идет о состоянии биосферы Земли в целом, благоприятное качество которой определяет здоровье всего населения нашей планеты.

Когда мы говорим о человеке как о гражданине Российской Федерации, то понимаем, что государство — Российская Федерация — берет на себя ответственность за качественное состояние биосферы, закрепляя эту государственную ответственность в Основном законе страны — Конституции [1], наделяя человека — гражданина Российской Федерации — правом на благоприятную окружающую среду, правом на достоверную информацию о ее состоянии, правом на возмещение ущерба, причиненного здоровью или имуществу экологическим правонарушением.

Закрепление в ст. 42 Конституции РФ права граждан на достоверную информацию о состоянии окружающей среды является важнейшим достижением. Достоверной является заведомо неискаженная информация об окружающей среде.

Такой информацией располагают специально уполномоченные государственные органы в области охраны окружающей среды. Сегодня получение гражданами этой информации является весьма актуальным. Однако следует отметить, что получение такой информации гражданами на сегодняшний день, несмотря на закрепление прав граждан и их объединений в Конституции и федеральных законах, является весьма проблематичным.

В КУБГТУ ведется многоаспектная деятельность, направленная на реализацию конституционного права граждан Российской Федерации на благоприятную окружающую среду и на достоверную информацию о ее состоянии.

По нашему мнению, в рамках указанной деятельности существует необходимость создания на базе университета эколого-аналитической лаборатории. Результаты исследований, которые будут проводиться работниками лаборатории в соответствии с требованиями законодательства и методиками измерений отборов проб и образцов, могут быть использованы для оценки экологического состояния природных объектов и производственных территорий, выявления источников загрязнения.

Лаборатория будет осуществлять расчет и контроль допустимых сбросов загрязняющих веществ в сточных водах, отводимых в системы канализации; проводят оценку качества питьевой воды при централизованном и нецентрализованном водоснабжении (колодцы, скважины), качества почвы при индивидуальном строительстве на стадии выбора участка, при проведении строительных, ландшафтных работ, качества земель после рекультивации и землевания.

Полученные данные позволят осуществить государственный экологический контроль и государственный экологический мониторинг, результаты которых будут использованы при реализации программ по охране и рациональному использованию природных ресурсов, обеспечении экологической безопасности населения.

Весьма важным направлением в части реализации права граждан на достоверную информацию об окружающей среде являются научные разра-

ботки ученых по созданию системы контроля и прогноза качества воздуха в Армавире и Краснодарском крае.

Сегодня назрела необходимость организации системы контроля, прогноза и информирования населения и хозяйствующих субъектов о качестве воздуха [2].

Целью создания такой системы является информирование населения, государственных органов и хозяйствующих субъектов о текущем состоянии качества воздуха и прогнозе его изменения в ближайшем и отдаленном будущем на основе мониторинга уровня загрязнения, выявления роли локальных и удаленных источников и оценки влияния экологической обстановки [3].

Литература:

1. Конституция Российской Федерации Принята всенародным голосованием 12 декабря 1993 г. (с поправками от 21июля 2014) // СПС «Гарант», 2019.2.

*2. Никифорова Е.Н.* Конституционное право на благоприятную окружающую среду // Ученые записки РГГМУ. 2017. № 49. С.178—185.

*3. Шапрон Б., Кудрявцев В.Н., Заболотских Е.В.* Проект Мегагрант: Основные итоги // Ученые записки РГГМУ. 2015. № 41. С. 76—99.

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО И НЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ СЕВАСТОПОЛЬСКОГО РЕГИОНА

Хоменко Т.Ю., Сигора Г.А.
ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь

## QUALITY ASSESSMENT OF WATER OF THE CENTRALIZED AND UNCENTRALIZED WATER SUPPLY OF THE SEVASTOPOL REGION

Khomenko T.Yu., Sigora G.A.
Sevastopol State University, Sevastopol

**Annotation.** The article describes the main indicators of the quality of drinking water, such as: total hardness, salinity, pH, nitrates, permanganate oxidation, etc. The results of the analysis of tribal waters for the content of nitrate ions for 2013–2019 are presented. It is revealed that according to this indicator, water in some springs of the Sevastopol region does not meet the established standards.

**Key words:** Water quality, chemical research, groundwater, pollution, monitoring, nitrate ion concentration, city of Sevastopol.

Водные ресурсы являются одним из наиболее важных и вместе с тем наиболее уязвимых компонентов окружающей среды, которые способны очень быстро изменяться под влиянием хозяйственной деятельности человека. На Всемирном саммите по устойчивому развитию планеты Земля

(Йоханнесбург- 2002) отмечено, что чистой воды на планете очень мало и ее становится все меньше. Миллиарды людей не имеют доступа к безопасной в санитарном отношении воде. Миллионы детей ежегодно умирают от болезней, связанных с употреблением некачественной воды.

Водным ресурсам отведена одна из центральных ролей при формировании целей тысячелетия в области развития ввиду их роли в обеспечении экономического роста, сокращении масштабов нищеты, достижении продовольственной безопасности, улучшении санитарного состояния окружающей среды и охране экосистем. Также с водой связан целый ряд проблем, включающих социально-экономические, технические и институциональные аспекты [1].

Положение в области водных ресурсов для Крымского полуострова, в связи с прекращением подачи днепровской воды по Северо-Крымскому каналу, с 2014 года остается неустойчивым. В решении проблем питьевого водоснабжения для жителей Крыма и города Севастополя важную роль играют подземные и родниковые воды, как альтернативный источник питьевой воды.

Актуальной проблемой на сегодняшний день остается оценка качества воды централизованного и нецентрализованного водоснабжения, в частности для Севастопольского региона, с точки зрения экологической комфортности.

Требования, которым должна соответствовать вода, изложены в санитарных нормах и правилах РФ (СанПиН 2.1.4.1074-01) и международных нормативах Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) [2].

Согласно СанПиН [2], качество воды централизованного водоснабжения определяется по ряду показателей, концентрация которых не должна превышать установленных допустимых пределов обнаружения. К органолептическим свойствам воды относят следующие характеристики: запах, привкус, цветность и мутность. Химический состав воды определяется такими показателями, как pH, жесткость и щелочность, минерализацию (сухой остаток), окисляемость перманганатную, фенольный индекс, нефтепродукты (суммарно), поверхностно-активные вещества анионоактивные, анионный и катионный состав ($Al^{3+}$, $Ba^{2+}$, Fe (суммарно), Cd (суммарно), Mn (суммарно), нитраты (по $NO^{3-}$), фториды ($F^{-}$), сульфаты ($SO^{2-}{}_4$), и т.д.), содержание органических веществ. К микробиологическим показателям безопасности питьевой воды относят общее микробное число, содержание бактерий группы кишечной палочки (общие колиформные бактерии и колифаги), споры сульфитредуцирующих клостридий и цисты лямблий. В зависимости от характеристик водного источника с целью безопасности воды могут проверяться и такие показатели, как паразитологические и радиологические. Общий список составляет порядка 34 показателей качества питьевой воды.

Главным источником централизованного водоснабжения населения Севастопольского региона является Чернореченское водохранилище в Байдарской долине. Средняя суточная подача питьевой воды потребителями Севастополя составляет около 150 тысяч кубометров.

Контроль качества питьевой водопроводной воды осуществляется Государственным унитарным предприятием города Севастополя «Водоканалом», результаты которого находятся в открытом доступе на официальном сайте предприятия [3]. При анализе данных протоколов лабораторных исследований выявлено, что контроль качества водопроводной воды проводится по весьма ограниченному количеству показателей. Анализ по органолептическим свойствам, химическим и микробиологическим компонентам, в общей сложности, проводится только по 18 показателям из регламентированных 34. Такими являются: запах, вкус, цветность, мутность, водородный показатель, хлориды, жесткость, аммиак и ионы аммония (суммарно), нитриты, перманганатная окисляемость, железо общее, хлор остаточный свободный, нитраты, сухой остаток, полифосфаты, общее микробное число (ОМЧ), общие колиформные бактерии (ОКБ), термотолерантные колиформные бактерии (ТКБ). По данным протоколов, все вышеперечисленные показатели соответствуют установленным нормативам и не превышают предельно допустимой концентрации. Однако, ограниченное количество исследований на содержание химических компонентов ставят под сомнение качество водопроводной воды, что вынуждает жителей Севастопольского региона активно использовать для питьевых нужд альтернативные источники питьевого водоснабжения – подземные и родниковые воды.

По своему составу и свойствам вода нецентрализованного водоснабжения должна соответствовать нормативам, установленным СанПиН 2.1.4.1175 - 02 «Требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников» [4]. Определяющей проблемой для города Севастополя является тот факт, что комплексные гидрогеохимические исследования воды в родниках, которые, в соответствии с нормативными документами должны включать в себя 17 показателей качества, до последнего времени практические не проводились.

С 2013 года на кафедре «Техносферная безопасность» Севастопольского государственного университета ведется анализ родниковых вод на органолептические показатели и содержание нитрат-ионов, как одного из маркеров загрязненности подземных источников. Результаты исследований представлены в многочисленных публикациях [5-7] и свидетельствуют о том, что в некоторых родниках Севастопольского региона вода по данному показателю не пригодна для питьевого использования. На рисунке представлена динамика изменения концентрации нитратов в наиболее известных и часто используемых местными жителями источниках за период 2013-2019 года.

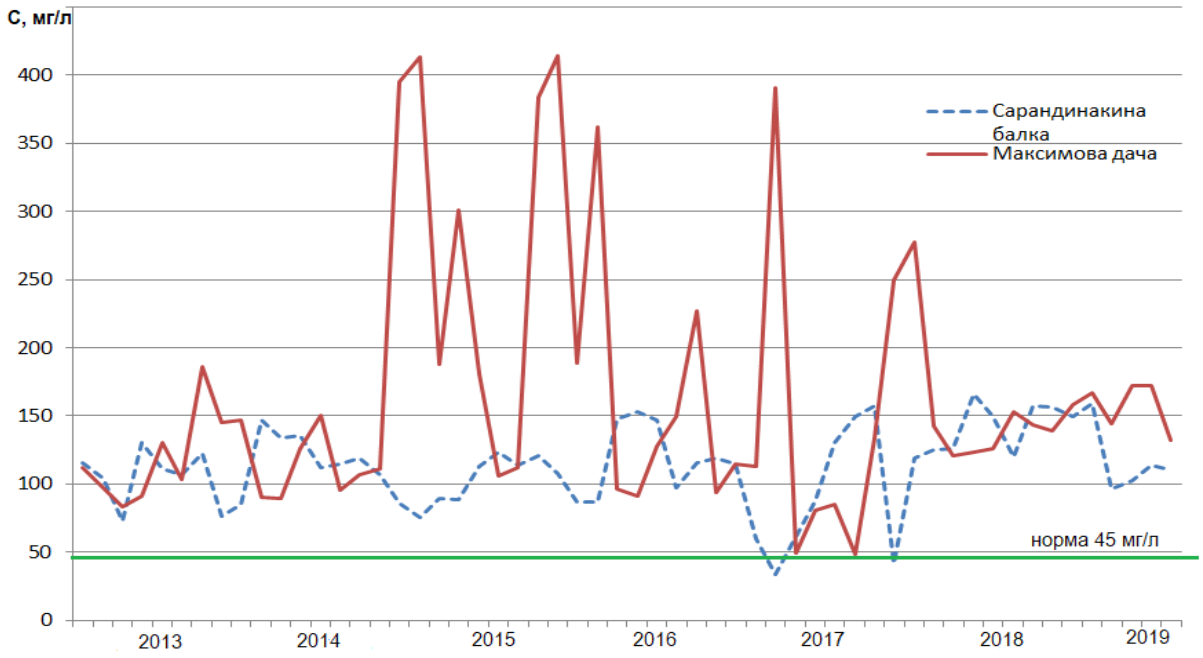



Рисунок. Динамика изменения концентрации нитрат-ионов в родниках на «Максимовой даче» и в балке Сарандинакина за 2013-2019 года

По результатам многолетних исследований выявлено, что в родниках на «Максимовой даче» и в балке Сарандинакина концентрация нитрат-ионов стабильно превышает нормативное значение (45 мг/л) в несколько раз. Исследования на содержание нитратов проведены в более чем пятидесяти источниках Севастопольского региона, однако проблема комплексного анализа родниковых вод на химические показатели остается актуальной.

При поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и Правительства города Севастополя, с 2019 года стартовал проект «Оценка экологического состояния родниковых вод г. Севастополя и создание интерактивной экологической карты родников Севастопольского региона», научная значимость которого заключается в получении современной информации о качестве родниковых вод. С помощью химических и физико-химических методов планируется проведение анализа родниковых вод г. Севастополя с последующим выявлением наиболее загрязненных родников по показателям, которые в значительной мере определяют качество и потенциальную токсичность питьевой воды. В результате выполнения проекта будут получены новые данные о химическом составе природных вод, на основе которых будет разработана карта гидрогеохимических аномалий по основным загрязняющим компонентам в родниках на территории Севастопольского региона. Это позволит жителям города использовать для питьевых нужд те источники, качество которых будет соответствовать всем установленным нормативам.

*Исследование выполнено при поддержке РФФИ и г. Севастополя в рамках научного проекта №18-35-50004*

Литература:
[1] Устойчивый Крым. Водные ресурсы. – Симферополь: “Таврида”, 2003. – 413 с.
[2] СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения: утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 26.09.01: взамен СанПиН 2.1.4.559-96 . – М.: МинюстРФ, 2001. – 46 с.
[3] Портал ГУПС «Водоканал». Питьевое водоснабжение (Приказ ДГХ № 457-ОД от 14.12.2017 г.) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://sevvodokanal.org.ru/pages/tarif
[4] СанПиН 2.1.4.1175 – 02. Требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников: утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 17.11.02. – М.: МинюстРФ, 2002. – 17 с.
[5] Сигора, Г.А. Анализ нитратного загрязнения подземных вод г. Севастополя [Текст] / Г.А. Сигора // Экологическая геология: теория, практика и региональные проблемы. Материалы четвертой научно-практической конференции. – Воронеж: «Издательство Научная книга». – 2015. – С. 119-122.
[6] Косинова, И.И., Сигора Г.А., Ничкова Л.А., Добровольская Е.В., Симонова Е.С. Мониторинг загрязненности нитрат-ионами подземных вод территории городов Севастополь и Бахчисарай [Текст]. / И.И. Косинова, Г.А. Сигора, Л.А. Ничкова, Е.В. Добровольская, Е.С. Симонова // Вестник ВГУ. Серия: Геология, 2016. – № 3. – С. 123-127.
[7] Сигора, Г.А. Изменения загрязненности нитрат-ионами родников города Севастополя [Текст] / Г.А. Сигора, Т.В. Ляшко, Т.Ю. Хоменко, Л.А. Ничкова // Системы контроля окружающей среды, 2018. – № 14 (34). – С. 150-156.

# АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ РЕАЛИЗАЦИИ ПРИНЦИПА РАСШИРЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ПРОИЗВОДИТЕЛЯ ЗА УТИЛИЗАЦИЮ ОТХОДОВ ОТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОВАРОВ В РФ

Хорошавин А.В.
Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

# ANALYSIS OF PROBLEMS EXTENDED RESPONSIBILITY APPROACH IMPLEMENTATION IN FIELD OF WASTE UTILIZATION IN RUSSIAN FEDERATION

Anton Khoroshavin
St. Petersburg State University, St. Petersburg

Многие страны предпринимают значительные усилия, направленные на снижение происходящего стремительного роста объема образующихся отходов, а также сокращение затрат, связанных с обращением продукции с завершившимся жизненным циклом (отходов после использования продукции). Не так давно большую часть отходов возможно было компостировать или использовать вторично, однако повышение доли пластмасс и металлов в производстве продукции и активное использование упаковки явились причинами, существенно повлиявшими на увеличение объемов

образования размещаемых на полигонах отходов, а также их бесконтрольного попадания в окружающую среду.

По состоянию на 2017 год в РФ отходы производства и потребления, направленные на утилизацию, составляли не более 9% от общего объема отходов. В наиболее прогрессивных европейских странах доля отходов, вовлеченных в повторное производство, составляет более 80%, что почти на порядок превышает аналогичный показатель в России[3]. С целью переломить негативную ситуацию с ростом полигонов вокруг городов и связанных с этим экологических проблем введены изменения в 89 Федеральный закон об отходах производства и потребления (ст.24.2).

Концепция расширенной ответственности производителей (далее - РОП) является современным способом достижения того, чего не удалось добиться с использованием Концепции комплексного управления отходами, применявшейся с 1970х годов. Основным ее отличием является то, что ответственность за обращение с продукцией с завершившимся жизненным циклом возлагается на все звенья цепи поставок продукции во главе с производителем продукции [1].

Так, в 2014 году было введено понятие РОП в рамках ст. 24 ФЗ №89 «Об отходах производства и потребления»[4]. Суть РОП в трактовке 89-ФЗ состоит в том, что производители и импортеры товаров несут ответственность за сбор и переработку определенного процента от объема выпущенной на рынок своей продукции, включая упаковку, которая после утраты потребительских свойств становится частью твердых коммунальных отходов (ТКО), например, после употребления напитков, износа шин или выхода из строя бытовой техники.

Производитель может запустить собственную систему сбора и утилизации отходов от использования продукции или нанять специализированные подрядные организации для утилизации продукции и упаковки.

Согласно п.4 ст. 24.2 89-ФЗ обеспечение выполнения нормативов утилизации осуществляется производителем/импортером продукции путем заключения договоров с:

- оператором по обращению с твердыми коммунальными отходами (ТКО),
- региональным оператором по обращению с ТКО,
- юридическими лицами, осуществляющими деятельность по утилизации отходов.

В 2015 году распоряжением правительства 1886-р были установлены первые нормативы утилизации отходов от использования некоторых видов

[3] Распоряжение Правительства РФ от 25.01.2018 N 84-р «Об утверждении Стратегии развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года»

[4] ФЗ от 29.12.2014 г. № 458-ФЗ «О внесении изменений в ФЗ «Об отходах производства и потребления», отдельные законодательные акты РФ и признании утратившими силу отдельных законодательных актов (положений законодательных актов) РФ».

товаров (для текстильной, лесной, целлюлозно-бумажной, химической, металлургической, электронной промышленности). Согласно упомянутого распоряжения правительства производитель/импортер товаров должен обеспечить выполнение норматив утилизации выпущенной на рынок продукции (например, электронной техники) и упаковочных материалов (коробок, пленок и пр.).

При этом многие эксперты отмечают, что вновь вводимые в нормативно-правовые акты РФ положения о РОП зачастую не в полной мере обдуманы (вступают в противоречие или не имеют установленного подзаконными актами механизма исполнения), а также то, что одних только мер по совершенствованию законодательства недостаточно для эффективного решения проблемы утилизации отходов потребления, главным образом отмечая отсутствие инфраструктуры и системы для сбора и утилизации отходов [2, 3, 4].

В докладе представлен анализ изменений отечественного законодательства в области обращения с отходами, которые в последние годы стали оказывать существенное влияние на изменение системы сбора, транспортирования и утилизации опасных отходов в Российской Федерации за счет подключения к данному процессу производителей и импортеров товаров, после введения принципа расширенной ответственности производителя за утилизацию отходов от использования товаров и их упаковки в рамках федерального закона №89 «Об отходах производства и потребления».

Анализируются проблемы применения установленных нормативно-правовых требований в части внедрения принципа расширенной ответственности производителя за утилизацию отходов от использования товаров (далее - РОП), выявленные автором при проведении анализа правоприменительной практики и проведении консультаций с представителями отрасли утилизации отходов и производителями/импортерами товаров. В статье показано, что решение выявленных проблем требует принятия безотлагательных решений в части совершенствования разработанной нормативно-правовой базы для обеспечения эффективной реализации начатой реформы утилизации отходов потребления в России.

Литература:


1. Elkok S., Lifting A., Tsui A.,Yutli T., Snow W., Extended Producer Responsibility Trends and Case Studies. Product Waste: Who Pays? Envision New Zealand Ltd, October 2010
2. Пахомова Н.В., Хорошавин А.В. Новые инструменты экологического менеджмента в стандарте ISO 14001:2015 как фактор устойчивого развития нефтегазовых предприятий России // НЕФТЯНОЕ ХОЗЯЙСТВО, 2016. — № 9. — P. 124-128
3. Русанов А.Л., Кондратьев Д.Г. Разорванный цикл экономики ЦБП // Твердые бытовые отходы № 4 , 2018. с. 16-18.
4. Юрченко Ю., Отход или продукт: правовые аспекты использования отходов в производстве, http://www.ecoindustry.ru/news/view/53965.html (дата обращения 29.01.2019)

# ОРНИТОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОЛИГОНА БЫТОВЫХ ОТХОДОВ НА СЕЛИТЕБНУЮ И РЕКРЕАЦИОННУЮ ТЕРРИТОРИЮ

Чернова Е.С.
Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург.

# ORNITOLOGICAL ASPECT OF ECOBIOLOGICAL IMPACT OF SOLID WASTE POLYGON ON RECREATIONAL AND SIDENTIAL AREA

Chernova E.S.
Saint Petersburg State University, Saint Petersburg.

**Annotation:** This article deals with the biological impact of solid waste polygon on residential districts and recreational area. I examine the ornitological problems connected with solid waste polygon in the south of spb.

Полигоны ТБО - это места хранения больших масс отходов, неизбежно появляющихся на урбанизированных территория в связи с высокой плотностью населения. Полигоны ТБО организуются за чертой самого города, что рационально с точки зрения санитарной безопасности. Однако размещение их слишком далеко от города затруднительно с финансовой точки зрения. Поэтому полигоны ТБО с большой вероятностью будут находится вблизи селитебных или рекреационных территорий, и оказывать пагубное влияние на них.

Рассмотрим ситуацию на южной границе города. На юге Ленинградской области находятся несколько крупных полигонов ТБО. В поселке Куньголово Тосненского района располагается полигон, принадлежащий ООО «Эко Плант» с 2016 года. Ранее полигон принадлежал компании ООО «СпецАвтоТранс», но выработал свой ресурс. Компания «Эко Плант» провела работу по рекультивации. Полигон принимает твердые коммунальные отходы, отходы производства, строительные отходы и грунт. Ежегодно полигон принимает 500000 $м^3$ отходов. Полигон выполняет функцию оператора по обращению с ТБО Тосненского района и должен помочь избежать возникновения незаконных свалок. Однако он является кормовой базой для птиц, поскольку среди отходов есть немало элементов пищи. Представители семейства Чайковых неоднократно были замечены на территории этого полигона. И если концентрации химических элементов на полигоне превышают допустимые нормы, это непременно отразится на содержании этих элементов в организме птиц, а значит близлежащие водоемы могут быть загрязнены через попадающий в них птичий помет. Неподалеку находятся несколько водных объектов, а именно река Тосна, озера Долгое и Нестеровское, Шапкинские карьеры. Река является источником питьевой воды, поэтому ее загрязнение может пагубно отразиться

на здоровье жителей данного района. Также на данном водоеме активно развито рыболовство. Поэтому загрязнение вод, а следовательно поступление загрязняющих веществ в организм рыб может привести к заболеваниям. Озера являются местом купания людей, поэтому загрязнение может вызвать различные эпидемии.

В Гатчинском районе находится Полигон "Новый свет-ЭКО". Это котлован глубиной 8 метров, покрывающий площадь 36 га твердыми бытовыми, промышленными и строительными отходами. "Новый свет-ЭКО" принимает отходы 3, 4 и 5 класса опасности. Проектная мощность полигона – 900 тонн в год, но по факту выходит только около 700, и с каждым годом объемы все увеличиваются. Полигон является кормовой базой для чаек. Поскольку этот полигон располагается недалеко от Гатчинского парка, он оказывает на него негативное влияние. В последние годы отмечено увеличение количества чаек на территории водоемов парка и в связи с этим увеличение замутненности вод, ухудшение их запаха. Ухудшение состояния вод может привести к заражению или массовому вымиранию обитающих там других пернатых и рыб. Также загрязнения портят общий вид парка и отталкивают туристов. Поскольку чайки достаточно крупные и агрессивные птицы, они могут вытеснить с территории Гатчинского парка более мелких пернатых.

Полигон ТБО в поселке Мшинская Лужского района принадлежит компании ООО «Авто Беркут». Проектная мощность полигона – 650000 тонн/год. Этот полигон также является кормовой базой для птиц. Поскольку в Лужском районе находятся дачные участки, наличие полигона ТБО и птицы, обитающие на нем, могут навредить садоводам. Птицы, питающиеся бытовыми отходами, являются переносчиками загрязняющих веществ. Через их помет загрязняются водоемы, которые могут использоваться садоводами в качестве источников полива. Таким образом все то, что выращивается на близлежащих к полигону дачных участках, может оказаться непригодным для питания людей и стать причиной заболеваний.

В настоящее время существуют несколько способов борьбы с птицами на полигонах ТБО: использование биоакустического прибора с записью звуков, применение визуальные ловушки, пневматическое оружие, оптические отпугиватели (лазеры), но наиболее эффективными являются комплексные методы. Несмотря на разнообразие способов борьбы проблема птиц до сих пор остается актуальной. Вероятно владельцы полигонов ТБО не уделяют должного внимания данному вопросу. В своей статье я попыталась выделить основные проблемы, источниками которых являются птиц, и подчеркнуть важность данного вопроса.

Литература:

[1] Газета «Гатчинский вестник» за 2019 год. .
[2] Газета «Тосненский вестник за 2019 год.

[3] «Концептуальные подходы к орнитологическому безопасности полетов воздушных судов» Кухта А.Е., Большакова Н.П., Майора А.В.

[4] Подлипский И.И. Эколого-геологическая характеристика полигонов бытовых отходов и разработка рекомендаций по рациональному природопользованию: Автореф. дис. кандид. геолого-минералогических наук. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2010.

# ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВ ЗАПОВЕДНИКА «ОПУКСКИЙ» (РЕСПУБЛИКА КРЫМ, РОССИЯ)

Чубарова Ю.М.[1], Зеленковский П.С.[1], Сикорский И.А.[2]
1-СПбГУ, Санкт-Петербург,
2-ГБУ природный заповедник «Опукский», г. Феодосия, Респ. Крым

# ECOLOGICAL AND GEOCHEMICAL ASSESSMENT OF SOILS OF THE SPEAKER “UPUKYKI” (REPUBLIC OF CRIMEA, RUSSIA)

Chubarova Iu. M.[1], Zelenkovsky P.S.[1], Sikorsky I.A.[2]
1-St. Petersburg State University, St. Petersburg,
GBU nature reserve "Opuksky", Feodosiya Resp. Krym

**Annotation.** The Crimean region is a territory that is now actively developing. To control the human impact on the environment, it is necessary to have information about the natural (background) state of ecosystem components. One of the most important pollutants is heavy metals. For the Republic of Crimea, there is no relevant data on the gross content of heavy metals in soils. As a result, we have compiled a map of the distribution of the gross content of heavy metals in soils. The content of none of the elements exceeded the MPC, elevated values are confined to the places of economic activity (2 villages operating until 1940, an abandoned quarry, an active spring).

**Keywords:** heavy metals, soil, PAs, Crimea, GIS

Крымский регион – это активно развивающаяся территория. Для контроля воздействия человека на состояние окружающей среды необходима информация о природном состоянии компонентов экосистем, в том числе тяжелых металлов. Однако для Республики Крым отсутствуют актуальные данные о валовом содержании тяжелых металлов в почвах. Результаты исследования можно считать основой для будущего мониторинга состояния почв не только самого заповедника, но и района в целом. Кроме того, реализация такого мониторинга отвечает требованиям закона РФ об ООПТ. Это и делает нашу работу **актуальной**.

Гора Опук является особо охраняемой природной территорией уже 21 год [1]. Однако данная местность в целом достаточно хорошо освоена в прошлом[5]. Мы выдвинули **гипотезу**, что, не смотря на это, почвы не будут содержать следов антропогенного загрязнения.

**Целью** нашего исследования является описание эколого-геохимических особенностей почв заповедника «Опукский».

Для достижения цели нами были поставлены следующие **задачи**:

- Определить концентрации тяжелых металлов в почвах заповедника «Опукский»;
- Выявить геохимические особенности почв заповедника «Опукский» и определить характер распределения элементов (As, Fe, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn);
- Оценить эколого-геохимическое состояние почв заповедника «Опукский».

Материал для данного исследования был собран в ходе летней геологической практики СПБГУ в июле 2017 и 2018 годов на территории заповедника «Опукский». Пробоотбор проводился на горе Опук и ее окрестностях. Всего нами были отобраны пробы почв в 77 точках. Отбор проводился в соответствие с ГОСТ 17.4.4.02-83 маршрутным методом.

По возвращении, методом рентгено-флюоресцентного анализа (РФА) на базе кафедры экологической геологии был проведен анализ проб на валовое содержание тяжелых металлов (As, Fe, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn). Концентрации мышьяка оказались ниже предела обнаружения прибора во всех пробах (>10 ppm). Содержания остальных элементов были достаточными для их обнаружения избранным нами методом анализа. Стоит отметить, что концентрация ни одного из исследуемых элементов не превысила ПДК. Почвы заповедника «Опукский» характеризуются заметным содержанием тяжелых металлов [6]. В целом данная территория подходит для определения геохимического фона [2, 3, 4, 6].

Для оценки геохимической обстановки можно использовать такие показатели как, медиана и среднее арифметическое. Среднее арифметическое значение очень чувствительно к выбросам, поэтому данную оценку можно брать только при нормальном распределении значений выборки. Медиана же используется и при логнормальном распределении, а также она устойчива к выбросам и «сомнительным» значениям. Поэтому для оценки геохимического фона мы выбрали именно ее (таблица).

Таблица. Оценка геохимического фона, ppm

| **Элемент** | **Median** | **Max** | **Min** |
|---|---|---|---|
| **Pb** | 37 | 80 | 16 |
| **Cu** | 22 | 57 | <10 |
| **Cr** | 67 | 140 | 22 |
| **Ni** | 31 | 50 | 10 |
| **Zn** | 68 | 175 | 27 |
| **Fe** | 40930 | 67410 | 14890 |

Полученные содержания исследуемых элементов были нанесены на топооснову РККА 1941 года издания с целью выявления закономерностей распределения тяжелых металлов в почвах. Для наглядности в каждой точке был рассчитан суммарный коэффициент концентрации Кс по формуле:

$$K_c = \Sigma K_i / n,$$

где $K_i = C_i / C_{фон}$, n – количество тяжелых металлов

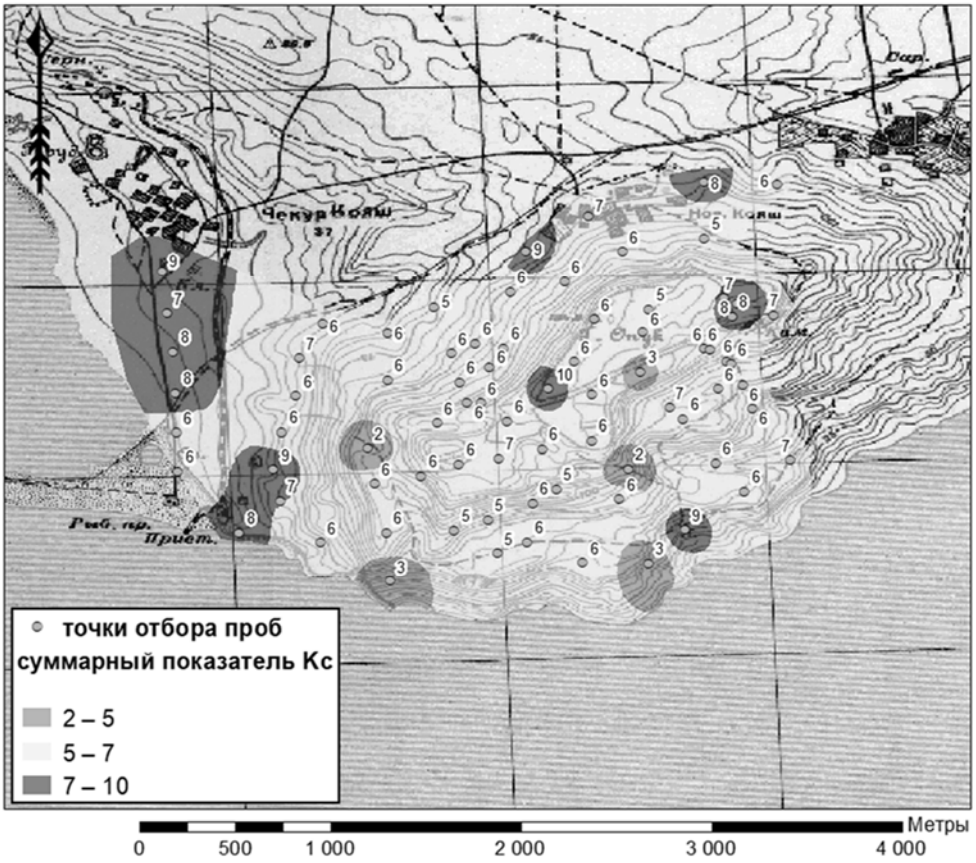



Рисунок. Карта распределения валовых содержаний тяжелых металлов в почвах

На территории исследования выделяется несколько участков с повышенными значениями концентраций тяжелых металлов в почвах. Большая часть данных областей приурочена к местам, где велась активная хозяйственная деятельность (рисунок). На северо-западе и северо-востоке территории исследования такие области приурочены к бывшим поселениям, которые исчезли предположительно в 1940-х годах. Также одна точка располагается около родника, который был создан в древней Греции и активно эксплуатировался до сих пор. Повышенные концентрации наблюдаются и около пещер, образованных при добыче известняка, который не функционирует уже более 60 лет [6].

Интерес представляет точка, расположенная на вершине горы Опук, в ее юго-западной части. И в первый год исследования, и в последующий

там отмечалось повышенная концентрация тяжелых металлов в почвах. Объяснить возникновение этой геохимической аномалии пока затруднительно.

В заключении хочу отметить, что наша работа показывает, что следы техногенной нагрузки сохраняются на протяжении еще многих лет. Современный ландшафт не несет никаких следов бывшей хозяйственной деятельности, однако, повышенные концентрации тяжелых металлов прослеживаются до сих пор. При этом центральная часть заповедника не несет следов антропогенной нагрузки и подходит для определения геохимического фона.

Литература:
1. Аркадьев В.В. «Геологические экскурсии по Крыму» - СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2010. - 132 с.
2. Иванюкович Г.А., Зеленковский П.С. Выделение участков локального загрязнения при экогеохимическом мониторинге городских территорий//Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 7. Геология. География. 2015. № 2. С. 125-129.
3. Зеленковский П.С., Подлипский И.И., Хохряков В.Р .Проблемы регулирования деятельности хозяйствующих субъектов при разработке месторождений полезных ископаемых в границах особо охраняемых природных территорий // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 7. Геология. География. 2016. № 3. С. 60-74.
4. Терехова А.В., Подлипский И.И., Зеленковский П.С., Хохряков В.Р. Разработка сети пробоотбора для комплексного эколого-геологического мониторинга территории национального парка "Смоленское Поозерье"//Природа и общество: в поисках гармонии. 2016. № 2. С. 150-155.
5. Ташлыкова Е.Е. «Оценка содержания тяжелых металлов в почва пригородной зоны г. Красноярска»: - Вестник КрасГАУ, 2008 г, №3.
6. www.opuk-crimea.ru (12.05.2018)

## РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОПРОБОВАНИЯ И ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ПОЧВОГРУНТОВ СВАЛКИ ТБО У С.ТРУДОЛЮБОВКА (РЕСПУБЛИКА КРЫМ, БАХЧИСАРАЙСКИЙ РАЙОН)

Цехмистер Е.Н., Евенкова Т.Д., Борисова К.А.
Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург,

## RESULTS OF ECOLOGICAL SAMPLING AND ASSESSMENT OF POLLUTION OF SOILS OF THE MUNICIPAL SOLID WASTE LANDFILL NEAR TRUDOLYUBOVKA (RERUBLIC OF CRIMEA, BAKHCHSARAY REGION)

Tsekhmister E.N., Evenkova T.D., Borisova K.A.
Saint Petersburg State University, Saint Petersburg,

**Abstract.** The article presents the results of the ecological and geochemical assessment the municipal solid waste landfill and surrounding areas, located in the Bakhchsaray region of the Republic of Crimea. The assessment was made on the content of heavy metals (Pb, Zn, Cu, Ni, Cr) in the surface soil during the lithogeochemical survey. The article also presents measures for the reclamation of research object.
**Keywords:** municipal solid waste landfills, soil pollution, heavy metals.

Исследуемая свалка ТБО (ТКО) расположена между поселками Скалистое и Трудолюбовка в Бахчисарайском районе республики Крым, у подножия г. Бакла. Дата образования неизвестна. Площадь составляет около 1,3 га.

Рельеф исследуемого участка неоднородный. Отходы представлены бытовым и строительным мусором, обнажающимся на крутых склонах. Гнилостный запах отсутствует.

Тело локализованных отходов частично перекрыто четвертичными отложениями, представленными делювием, коллювием, пролювием карбонатного состава, также щебнем диоритового состава, производимого на дробильно-сортировочной установке, расположенной вблизи свалки.

Травяной ярус, представленный преимущественно рудеральными видами, хорошо развит на террасах свалки. На откосах растительность практически отсутствует. На прилегающей территории, в балках у подножия г. Бакла, особенно развит древесно-кустарниковый ярус, представленный грабом восточным и буком.

Почвогрунты на месте локализации отходов относятся к урбаноземам. На прилегающих территориях почвы в тенистых грабовых лесах относятся к каштановому типу, в местах слабо развитой растительности - к дерново-карбонатному.

При проведении оценки свалка ТБО была рассмотрена как эколого-геологическая система – "зона складирования (свалочное тело) – окружающая среда (прилегающие территории)". В таких системах центральную часть представляет собой природно-техногенное геологическое тело, сложенное техногенным биогеохимически активным грунтом, процессы трансформации которого приводят к загрязнению окружающей природной среды жидкими, газообразными и твердыми продуктами разложения и компонентами свалочного грунта (отходов). [1]

Литогеохимическая латеральная съемка проводилась в месте локализации отходов и на прилегающей территории, в ходе которой было отобрано 20 проб по регулярной сети методом конверта с шагом в 25 м.

Пробы были подготовлены для анализа в лаборатории СПбГУ: после просушивания до воздушно-сухого состояния, пробы истирались, просеивались через сито с размером ячеек 1 мм и квартовались. Для определения содержания валовых форм тяжелых металлов: Pb, Zn, Cu, Ni, Cr был выбран рентгенофлуоресцентный анализ – спектроскопический метод исследования вещества (анализатор АР-104).

При обработке полученных данных были оценены два показателя [2]: превышение концентрации тяжелых металлов в почвогрунтах исследуемого объекта ориентировочно допустимых концентраций (ОДК), указанных в ГН 2.1.7.2511-09 и коэффициент концентрации элемента в почвогрунте ($k_i$), равный отношению содержанию элемента ($Q_i$) к его фоновому значению ($Q_{фон}$). При выборе фона были учтены два фактора: минимальное антропогенное воздействие на фоновой территории и единство почвенно-климатических особенностей исследуемого и фонового участка, что соответствует требованиям санитарно-гигиенических норм [3]. В качестве $Q_{фон}$ использовались значения, полученные в заповеднике «Опукский» [4,5].

Превышений концентрации свинца и меди ориентировочно допустимых концентраций не отмечено. Значение медианы составило 13 и 5 ppm соответственно. Небольшие превышения (до 2,0 ПДК), по цинку и никелю были выявлены в точках, приуроченных к откосам тела. Медиана равна 40 ppm для Zn и 8 для Ni. Среднее значение для Cr составило 37 ppm.

Средний коэффициент концентрации свинца составил 0,5, цинка – 0,6, меди – 0,1, никеля – 0,3 и хрома – 0,8. По всей выборке наблюдений не было выявлено значимых превышений фоновых значений.

В ходе эколого-геохимической оценке не было выявлено вторичных геохимических ореолов рассеяния тяжелых металлов, что говорит об отсутствии их миграции в поверхностные почвогрунты.

При рекультивации исследуемого объекта необходимо провести комплекс мер по стабилизации откосов свалки.

Применение изоляционных материалов на откосах без предварительного выполаживания и террасирования не эффективно т.к. характерные для данной местности оползневые процессы могут привести к растяжению и разрыву материала.

Рекомендуется проведение выполаживания откосов до нормативного угла (не более 18° для посадки кустарников и деревьев) и создание рекультивационного слоя, состоящего из слабопроницаемого подстилающего грунта и насыпного слоя плодородной почвы [6]. До проведения биологического этапа рекультивации необходимо осуществить дополнительные исследования растительных сообществ прилегающих территорий для подбора видов многолетних трав, кустарников и деревьев.

Литература

[1] Подлипский И.И. Полигоны бытовых отходов как объекты геологического исследования // Вестник СПбГУ. Серия 7. Геология. География, №1, 2010. СПб: Изд-во СПбГУ, 2010. С. 15-31.

[2] Подлипский И.И. Геоэкологическая оценка прилегающих территорий полигона твердых бытовых отходов (г. Питкяранта, Республика Карелия) // Вестник СПбГУ. Серия 7. Геология. География, №2, 2013. СПб: Изд-во СПбГУ, 2013. С. 48-56.

[3] СанПиН 2.1.7.1287-03 «Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы». – Введ. 15.06.2003 (с изм. на 25.04.2007)

[4] Чубарова Ю.М., Зеленковский П.С., Сикорский И.А. Эколого-геохимическая оценка почв заповедника «Опукский» (Республика Крым, РФ) // Актуальные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии. XXIX Молодёжная научная конференция памяти члена-корреспондента АН СССР К.О. Кратца и академика РАН Ф.П.Митрофанова, г.Петрозаводск, 1-5 октября 2018. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2018. С. 303-304.

[5] Чубарова Ю.М., Зеленковский П.С. Эколого-геохимическая оценка почв заповедника «Опукский» (Республика Крым, РФ) // Экологические проблемы недропользования. Наука и образование. Материалы XVIII международной научной конференции, г.Санкт-Петербург, 1-5 октября 2018. СПб: Изд-во «ЛЕМА», 2018. С. 255-257.

[6] «Инструкция по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов твердых бытовых отходов». – Утв. 02.11.1996 Минстрой России.

# ПРИМЕНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ РАСЧЕТА СУММАРНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ПРИ ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ИЗОЛЯЦИИ ОТХОДОВ НА РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫХ ПОЛИГОНАХ ТКО (Г.САНКТ-ПЕТЕРБУРГ)

Цехмистер Е.Н.
Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург,

# APPLICATION OF DIFFERENT METHODS FOR CALCULATING THE INTEGRAL INDEX OF SOIL POLLUTION IN THE ECOLOGICAL AND GEOCHEMICAL ASSESSMENT OF INSULATION OF WASTE ON RECULTIVATED THE MUNICIPAL SOLID WASTE LANDFILLS (ST. PETERSBURG)

Tsekhmister E.N.
Saint Petersburg, Saint Petersburg State University

**Abstract.** The article presents the results of the ecological assessment of the quality of soils the municipal solid waste landfills and surrounding areas, located in St. Petersburg. The assessment was made on the content of heavy metals (Pb, Zn, Cu, Ni, Fe, Mn) by the integral index in accordance with sanitary standards and taking into account the amendments on the different toxicity of heavy metals and the peculiarities of their distribution in the soil cover.

**Keywords:** soil pollution, assessment of soil quality, integral index of soil pollution heavy metals.

Почва способна депонировать загрязняющие вещества, поступающие на ее поверхность с атмосферными осадками, аэрозольными выпадениями, бытовыми и производственными отходами. Загрязненные почвы могут выступать как долговременный и мощный источник вторичного загрязнения природной среды и представлять опасность для здоровья людей. Особенно токсичными являются тяжелые металлы (ТМ). В связи с этим существует необходимость анализа и оценки состояния почвенного покрова городов.

При гигиенической оценке поликомпонентного загрязнения почв (грунтов) ТМ в населенных пунктах используется суммарный показатель загрязнения *Zc*, выраженный формулой (1). В соответствии со значением *Zc* производится классификация по категориям загрязнения почв (табл. 2).

$$Zc = \sum(Kci + \cdots + Kcn) - (n-1)\ [1], \qquad (1)$$

где *Kci* – коэффициент концентрации *i*-го компонента загрязнения, равный отношению содержания определяемого вещества (*Qi*) в почве к региональному фоновому (*Qiфон*), *n* – число суммируемых веществ.

Однако, показатель *Zc* не учитывает степень токсичности ТМ (класс опасности) и особенность их распределения в почвенном покрове. Согласно [2], ТМ делятся по опасности на 3 класса (табл. 1).

Табл. 1. Классы опасности ТМ и коэффициенты токсичности Кт

| Класс опасности | Химические элементы | *K*т |
|---|---|---|
| 1 | As, Cd, Hg, Se, Pb, Zn, Cr | 1,5 |
| 2 | Co, Ni, Mo, Cu, Sb | 1,0 |
| 3 | Ba, V, W, Mn, Sr | 0,5 |

При одинаковых значениях концентрации суммарное загрязнение будет «опаснее» при концентрации самых токсичных элементов первого класса, чем при слаботоксичных – третьего [3]. Поправки на токсичность элемента выражаются в введении весовых коэффициентов (табл. 1), соответствующим классам опасности ТМ, в формулу (1):

$$Zc\text{т} = \sum(Kci \cdot K\text{т}i) - (n-1)\ [3],$$

где *K*т*i* – коэффициент токсичности *i*-го элемента.

При оценке загрязнения грунтов отбор проб производится согласно [4] методом «конверта». В общем случае для городских почв вариация распределения металлов в пределах стандартной площадки отбора (25 м$^2$) может достигать 30% [5]. В соответствии с этим, производится понижение нормативных границ категорий опасности (табл. 2).

Табл. 2. Границы категорий загрязнения почв без учета и с учетом погрешности пробоотбора

| Категория загрязнения | Граница *Zc* | |
|---|---|---|
| | нормативная [1] | с учётом погрешности [5] |
| Допустимая (Д) | <16 | <12,3 |
| Умеренно опасная (УО) | 16-32 | 12,3-24,6 |
| Опасная (О) | 32-128 | 24,6-98,5 |
| Чрезвычайно опасная (ЧО) | >128 | >98,5 |

Для оценки загрязненности почв были выбраны рекультивированные полигоны ТКО, расположенные в селитебной зоне города Санкт-Петербург: Яблоновская свалка и свалка в Угольной гавани, Объекты были рассмотрены как эколого-геологическая система – "зона складирования (свалочное тело) – окружающая среда (прилегающие территории)" [6].

Опробование поверхностных грунтов проводилось методом «конверта» в месте локализации отходов и на прилегающей территории [7], в ходе которого было отобрано 45 проб на каждом объекте.

Пробы были подготовлены для анализа в лаборатории СПбГУ: после просушивания до воздушно-сухого состояния пробы истирались, просеивались и квартовались. Для определения содержания валовых форм ТМ: Pb, Zn, Cu, Ni, Mn, Fe был выбран рентгенофлуоресцентный анализ (анализатор АР-104).

При расчете фоновых значений для Pb, Zn, Cu, Ni, Mn были выбраны значения, полученные Региональным геоэкологическим центром Санкт-Петербурга [8]. Из-за отсутствия данных о фоновых показателях Fe в почвах Санкт-Петербурга использовались результаты работ [9] по определению кларков элементов в городских почвах.

Оценка качества почв производилась согласно нормативным документам и с учетом описанных поправок. Средние значения суммарного показателя показывают, что для территории Яблоновской свалки характерна «умеренно опасная» категория, для свалки в Угольной гавани – «опасная». Величина показателя значительно изменяется при введении поправок в сторону увеличения (табл. 3) – на 15% для Яблоновской, на 22% для свалки в Угольной гавани.

Табл. 3. Среднее значение показателя Zc на исследованных объектах

| Объект | Среднее значение Zc и категория загрязнения | | | |
|---|---|---|---|---|
| | без учета поправок | | с учетом поправок | |
| | вся тер-рия | контур локализации ТКО | вся тер-рия | контур локализации ТКО |
| Яблоновская свалка | 14 (Д) | 19 (УО) | 16 (УО) | 22 (УО) |
| Свалка в Угольной гавани | 32 (О) | 55 (О) | 39 (О) | 67 (О) |

Также значительно изменяется распределение точек опробования по категориям загрязнения (рис. 1). Для Яблоновской свалки сокращается доля проб с «допустимой» категорией, и увеличивается для «умеренно опасной» в 1,6, для «опасной» в 3,5 раза. Для свалки в Угольной гавани уменьшается количество проб для «допустимой» категории в 1,4 раза, для «опасной» – в 1,3. Также проявляется увеличение доли проб «умеренно опасной» категории в 1,3 раза и «чрезвычайно опасной» в 8 раз.

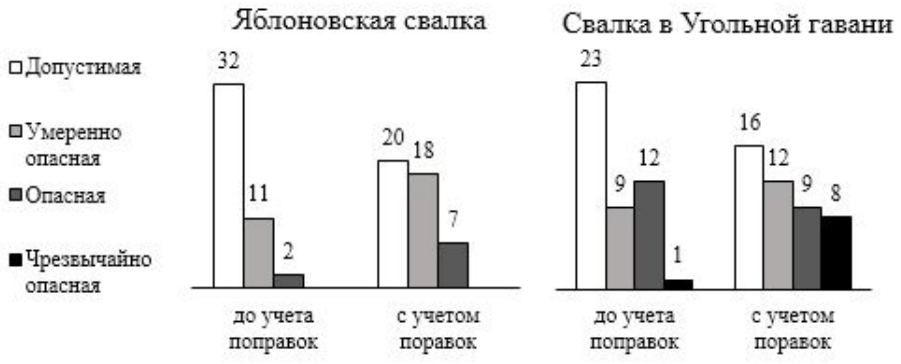



Рис. 1. Распределение проб грунтов по категориям загрязнения

По изменению значений показателя Zc при введении поправок можно отметить характер загрязнения грунтов ТМ. В контурах локализации отходов *Zc* значительно увеличивается (в среднем на 3 усл.ед. на Яблоновской свалке, на 14 усл.ед. на свалке в Угольной гавани), что говорит о вкладе в загрязнение наиболее токсичных металлов. На прилегающих территориях *Zc* изменяется незначительно (в среднем на 1 усл.ед.), что говорит о несущественном вкладе токсикантов первого класса опасности.

По схемам распределения значений суммарного показателя загрязнения выявлено, что геохимические аномалии относятся к наиболее уязвимым к загрязнению ТМ участкам перекрывающих грунтов. На Яблоновской свалке (рис. 2) после введения поправок выделяются несколько ореолов «опасного» загрязнения на откосах (юго-восточная часть и северо-западная части). На свалке в Угольной гавани (рис. 3) ореол «чрезвычайно опасного» загрязнения приурочен к центральной части отвала с наименьшей мощностью перекрывающих грунтов [10].




Рис. 2. Схемы распределения значений суммарного показателя загрязнения грунтов на Яблоновской свалке и прилегающих территориях

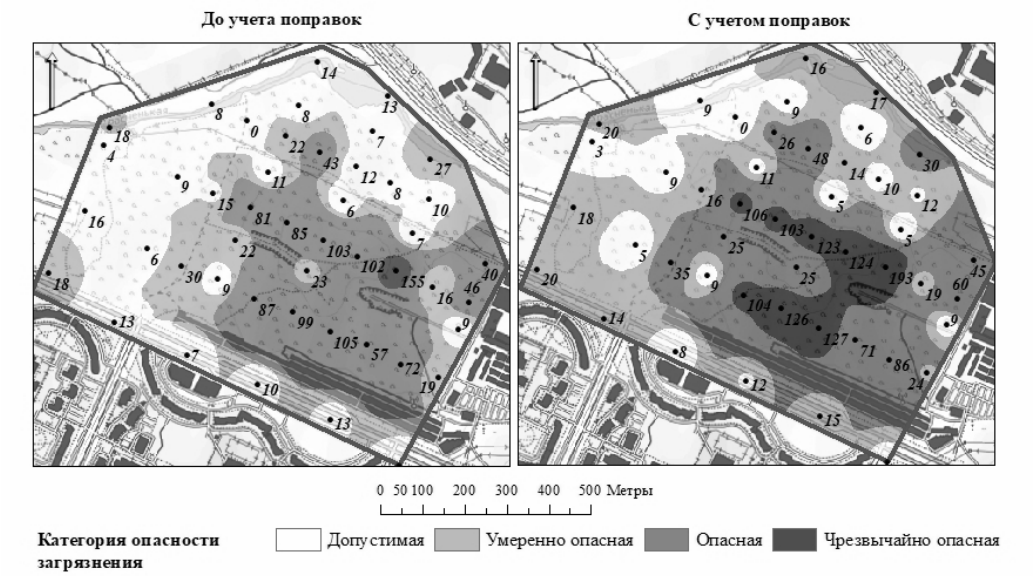



Рис. 3. Схемы распределения значений суммарного показателя загрязнения грунтов на свалке в Угольной гавани и прилегающих территориях

Грунты исследуемых территорий имеют высокие содержания ТМ и не соответствуют требованиям санитарно-гигиенических норм. Необходимо проведение комплекса мер по повторной рекультивации данных объектов. Использование поправок на степень токсического воздействия ТМ и особенность их распределения в почвенном покрове при расчете суммарного показателя Zc дает более точный результат степени изоляции свалочных масс.

Литература:

[1] МУ 2.1.7.730-99 «Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест». – Введ. 05.04.1999.

[2] СанПиН 2.1.7.1287-03 «Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы». – Введ. 15.06.2003 (с изм. на 25.04.2007).

[3] Водяницкий Ю.Н. Тяжелые металлы и металлоиды в почвах. Монография. // Москва: ГНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН, 2008. – 85 с.

[4] ГОСТ 17.4.4.02-2017 Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. – Введ. 01.01.2019.

[5] Лебедев С.В., Агафонова Е.К. Эколого-геохимическая оценка загрязнения окружающей среды по данным мониторинга содержания тяжелых металлов в почвогрунтах и снежном покрове (на примере Васильевского острова Санкт-Петербурга) // Вестник СПбГУ. Науки о Земле. Т. 62. Вып.4. 2017. С. 358-369.

[6] Подлипский И.И. Эколого-геологическая характеристика полигонов бытовых отходов и разработка рекомендаций по рациональному природопользованию: Автореф. дис. кандид. геолого-минералогических наук. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2010.

[7] Цехмистер Е.Н., Подлипский И.И. Разработка концепции оценки качества проведенной рекультивации объектов накопленного экологического ущерба на территории г. Санкт-Петербург // Сергеевские чтения: Вып.20: Обращения с отходами: задачи геоэкологии и инженерной геологии. Москва: РУДН, 2018. С. 47-51.

[8] Экологическая обстановка в Санкт-Петербурге в 1992 г. (аналитический обзор): РГЭЦ; СПб. изд-во Ленкомэкология, 1993. – 218 с.

[9] Алексеенко В.А., Алексеенко А.В. Химические элементы в геохимических системах. Кларки почв селитебных ландшафтов. Монография // Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2013. – 380 с.

[10] Результаты работ по оценке экологического состояния территории в районе террикона бывшей свалки «Угольная гавань»: Фед. гос. унитарное геолог. предприятие «УРАНГЕОЛОГОРАЗВЕДКА»; испо.: Антонов А.В. [и др.] – СПб, 2008. – 18 с.

[11] Иванюкович Г.А., Зеленковский П.С. Выделение участков локального загрязнения при экогеохимическом мониторинге городских территорий // Вестник СПбГУ. Серия 7. Геология. География. Вып.2. 2015. С. 125-129.

# СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ НА ТЕРРИТОРИИ ЯКУТСКОЙ АЛМАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ

Шадринова О. В., Легостаева Я. Б.
Институт геологии алмаза и благородных металлов Сибирского отделения Академии наук России (ИГАБМ СО РАН), г. Якутск

# STATE OF NATURAL AND MAN-MADE ECOSYSTEMS IN THE AREA OF THE YAKUTIAN DIAMONDIFEROUS PROVINCE

Shadrinova O. V., Legostaeva Y. B.
Diamond and Precious Metal Geology Institute, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Yakutsk.

**Abstract.** Polyelement geochemical anomalies of natural and man-made character are formed in the territory of the Yakutian diamondiferous province, they occur on the surface of modern landscape. Cu, V, Zn, Pb, Ti, Mn, Ni, Co, Cr are indicator elements, characterizing maximum accumulation in illuvial horizon. In man-made affected soils and grounds, elements typomorphic to kimberlites - Ni and Co prevail, elements of the iron group (Mn, Cu, and Pb) are mobile

**Key words:** Geochemical anomalies, elements typomorphic to kimberlites, components of ecosystem, microelement spectrum, technogenic sediments, anthropogenic impacts.

Накопленные в России объемы горнопромышленных отходов по разным оценкам составляют от 40 до 80 млрд. т, их доля в структуре отходов производства составляет около 90 % [1]. Уровень использования промышленных отходов в России, Украине и ближнем зарубежье не превышает 12-15% и ежегодно их объем увеличивается на 1,5-2 млрд. тонн.

Усиление роли добывающей промышленности повлекло увеличение нагрузки на окружающую среду «сырьевых» регионов, обеспечивающих основную долю промышленного производства страны, в том числе и нагрузки на окружающую среду в этих регионах. На территории Якутии горнопромышленный комплекс формирует 47,3% ВРП и более 60% налоговых доходов консолидированного бюджета РС (Я), его развитие направ-

лено на расширение минерально-сырьевой базы, создание новых отраслей и перерабатывающих производств. Территория Западной Якутии представляет собой полигон для отработки алгоритма оценки геоэкологической безопасности техногенных отложений на примере отвалов пустых пород карьеров трубки Мир, Удачная, Айхал, Юбилейная, Зарница и т. д., хвостохранилищ горно-обогатительных фабрик. Целью настоящих исследований является выявление и оценка эколого-геохимических факторов формирования абиотических компонентов экосистем в условиях природной и техногенной аномальности территории Далдынского и Алакит-Мархинского кимберлитовых полей Якутской алмазоносной провинции. Исследования выполнены по плану НИР ИГАБМ СО РАН, проект 0381-2019-0003 «Эколого-геохимическое изучение техногенных массивов на территории Якутской алмазоносной провинции».

Площадь исследований расположена на севере Средне-Сибирского плоскогорья в западной части Республики Саха (Якутии). В физико-географическом отношении район работ охватывает бассейны рек Вилюй, Моркока, Мархa, Сытыкан, Далдын и их притоков, примерно 66° с. ш. и 11° в. д.

Особенности геологического строения региона определяются его положением на стыке трех крупнейших структур Сибирской платформы: Анабарской антеклизы, Тунгусской и Вилюйской синеклиз, каждая из которых имеет специфические черты своего геолого-тектонического развития. Территория исследований локализована внутри Далдыно-Оленекской рудоконтролирующей зоны глубинных разломов северо-восточного простирания, отложенной многочисленными оперяющими нарушениями северо-западной, субширотной и субмеридиональной ориентации [2]. Известные кимберлитовые трубки большей частью тяготеют к узлам разноориентированных разломов, что служит причиной повышенной тектонической трещиноватости кимберлитовмещающих пород раннего палеозоя. Средняя плотность нарушений составляет 1,4-2,1 на 1 км$^2$. Отличительной особенностью территории является развитие покровных интрузий долеритов, залегающих на терригенно-континентальных осадках позднего палеозоя или, местами, непосредственно на карбонатных толщах раннего палеозоя (табл.1).

В современном ландшафтном срезе на территории исследований по условиям водной миграции микроэлементов окислительная среда преимущественно кислая переходная к кальциевому классу ($H^+$ - $Ca^{2+}$) и кислая глеевая ($H^+$ - $Fe^{2+}$), или, но значительно реже, - карбонатная глеевая ($Ca^{2+}$ - $Fe^{2+}$). Главными типоморфными индикаторами выступают $H^+$, $HCO_3^-$ и органические кислоты при достаточно активном участии катионов кальция и железа [3].

Таблица 1. Комплексы микроэлементов повышенных концентраций литотипов осадочных терригенных образований на территории Далдынского и Алакит-Мархинского кимберлитовых полей

| Возраст пород | ***Типы пород, комплексы микроэлементов*** | | |
|---|---|---|---|
| | Пески, песчаники | Алевриты, алевролиты | Глины |
| Ранний мезозой | | | |
| $J_1p$ | Co, Ti, Ga, Mo, Sn, Zn, Sn | Ni, V, Cu, Zn, Co, Mn, Ti | нет данных |
| $J_1uk$ | Co, Ti, Ga, Mo, Sn | Ni, V, Cu, Zn, Pb, Ge, Sn, B, Co, Mn, Ti, P | Co, Mn |
| $T_3$ - $J_1$ | Co, Ti, Ga | Ni, V, Cu, Zn, Pb, Ge, Sn, B, Cr | Co, Mn, Cr, Ti, Ni, Cu, Zn, Ge |
| Поздний палеозой | | | |
| $P_2$ | Ag, Cu, Mn | P, Ti, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Y, W, Sn | Ti, Co, Y, Mo |
| $P_1$ | B, V, Zn, Li, Mo, Cu, Mn, P, Ni | V, Mn, Co, Ni, Cu, Pb | нет данных |
| $C_3$ | B, Nb, Ag, Sn, Sb | P, Ti, V, Cr, Mn, Co,Ni, Cu, Zn, Y | B, Ti, V, Co, Y |
| $C_2$ | Ti, V, Cr, Zn, Ge, Nb, Li, Co, Y, W | Nb, Sn, W | Ti, V, Y, Nb, Sn, P |

Мощность почвенного профиля резко непостоянная, зависимая от особенностей микрорельефа - на пониженных участках достигает 0,5-1,0, в среднем - 0,5-0,7 м. Строение профиля и состав почвенно-генетических горизонтов выдержанны по латерали. В роли индикаторных элементов, характеризующихся максимальным накоплением в составе иллювиального почвенного горизонта, выступают Cu, V, Zn, Pb, Ti, Mn, Ni, Co, Cr. Все микроэлементы обладают биофильными свойствами.

Территория Далдынского и Алакит-Мархинского кимберлитовых полей Якутской алмазоносной провинции находится в пределах природной геохимической аномалии, проявляющейся в почвенном покрове и донных отложениях повышенными концентрациями элементов, типоморфных кимберлитам - Cr, Ni, Co и долеритам - Mn, V, Cu, Pb, вследствие внедрения кимберлитовых трубок и интрузий долеритов по системе тектонических глубинных разломов и трещин.

На фоне природных геохимических аномалий становится возможным выделение аномалий техногенного происхождения, появление которых связано с любым типом внешнего воздействия. За долгие годы эксплуатации алмазных месторождений в Западной Якутии - трубки Мир, Удачная, Айхал, Юбилейная, Зарница и т. д., деятельности обогатительных фабрик сформированы наземные и подземные техногенные массивы. Техногенные массивы (или отложения) представляют собой хранилища потенци-

ально опасных соединений, находящихся в инертной и подвижной формах. В верхней органо-аккумулятивной части почвенного профиля происходит накопление элементов II и III класса опасности – Co, Cr, Ni и Cu, Mn, носящее двойственный характер: отражение влияния природных процессов с восходящими по почвенному профилю потоками и поверхностное загрязнение в результате техногенного воздействия.

На химический состав поверхностных вод природных водотоков и техногенных водоемов оказывают влияние высокоминерализованные рассолы с проявлением в химическом составе Li, Sr и Br.

Необходимо подчеркнуть, что территория промзон в большей степени покрыта грунтами пород, значительные площади занимают наземных хранилища - отвалы пустых пород и хвостохранилища, все это оказывает непосредственное воздействие на почвенный покров сопредельных участков. По результатам натурных наблюдений и анализа данных 2017-2019 гг. в поверхностных горизонтах почв в зоне воздействия наземных техногенных хранилищ в подвижном состоянии находятся преимущественно элементы группы железа - Mn и Cu, которые аккумулируются гуминовыми и фульвокислотами почвенного органического вещества. И свинец, который активно накапливается на поверхности почв на участках, близких к селитебной территории.

Таблица 2. Характеристика микроэлементного спектра компонентов экосистемы в зоне воздействия техногенных хранилищ горно-обогатительных комбинатов в Западной Якутии

| Компонент экосистемы | | Zc-образующие элементы | Коэффициент встречаемости (Hi, %) |
|---|---|---|---|
| Почвы природных ландшафтов | | Mn, Cu, Pb, Co, Zn, Ni, Cr | 50-33 |
| Грунты техногенных хранилищ | | Co, Cu, Ni, Zn, Mn, Pb, Cr | 98-5 |
| Донные отложения | р. Далдын | Cu, Co, Ni, Pb, Cr, Cd, Zn, As | 47-5 |
| | р. Сытыкан | Cu, Zn | 50-12 |
| | руч. Дьяха | Ni, Pb, Cr, Cd, Zn, Mn, Cu, Co, As | 67-33 |
| | р. Правый Киенг | Ni, Pb, Cr, Cd, Mn, Cu, Co, As | 100-30 |
| Природные воды | р. Далдын | Cu, Mn, Sr | 100 -36 |
| | р. Сытыкан | Cu, Mn, Sr, Fe | 100 - 18 |
| | руч. Дьяха | Cu, Zn, Mn, Sr, Li | 100 - 32 |
| | р. Правый Киенг | Mn, Cu | 100 -24 |

В грунтах и почвах, подвергшихся прямому техногенному воздействию, происходит перераспределение в составе подвижных форм микроэлементов и на первое место выступают элементы, типоморфные кимберлитам – Ni и Co, при этом в целом увеличивается процент содержания подвижных форм практически всех определенных микроэлементов.

При изучении взаимосвязи в системе «почвы – донные отложения – поверхностные воды» выявлено, что характер микроэлементных спектров в почвах и донных отложениях основных водотоков очень схож по составу и близок по значению коэффициентов встречаемости аномалообразующих элементов с явным преобладанием марганца и меди. Эколого-геохимическая ситуация на территории Далдынского и Алакит-Мархинского кимберлитовых полей Якутской алмазоносной провинции в зоне воздействия техногенных хранилищ отражает совокупное действие существующих полиэлементных аномалий природного и техногенного характера, а территории промышленных площадок с выходом на основные водотоки находятся в ареале умеренной и опасной категории загрязнения по суммарному показателю загрязнения почвенного покрова.

Литература:
1. Быховский Л. З., Спорыхина Л.В. Техногенные отходы как резерв пополнения минерально-сырьевой базы: состояние и проблемы освоения // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление, 2011. №4. С.15-20.
2. Ягнышев, Б.С. Экология Западной Якутии (геохимия геосистем: состояние и проблемы): монография / Ягнышев Б. С., Ягнышева Т. А., Зинчук М. Н., Легостаева Я.Б. // Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН, 2005. - 432 с.
3. Легостаева Я.Б. Экологическая значимость микроэлементного состава почв Далдынского кимберлитового поля // Проблемы региональной экологии. Москва: Изд-во «Камертон», 2008. №2. С. 15-20

# РАЦИОНАЛЬНОЕ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ЗЕЛЁНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПО ДОБЫЧЕ И ПЕРЕРАБОТКЕ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ ВМКМС

Шакиров Т.Р., Нажарова Л.Н.
ФГБОУ ВО «КНИТУ», Казань

# RATIONAL USE AND USE OF GREEN TECHNOLOGIES FOR THE EXTRACTION AND PROCESSING OF POTASSIUM SALTS VMKMS

Shakirov T. R., Nazarova L.N.
FSBEI HE "KNITU", Kazan

**Abstract.** Currently, intensive exploration of the subsoil, especially the potash industry, is underway. New fields are explored and mastered, works on new licensed areas of potash salts are being investigated and carried out. The environmental impact of the potash in-

dustry is diverse and encompasses many natural components. The development of potash deposits is carried out by the mining method, which leads to negative environmental consequences: subsidence, failures and flooding of mines, accumulation of waste from enrichment plants in sludge dumps and salt dumps. Today, the priority direction of the mining industry is the diversification of production towards low-cost, low-waste, low-toxic "green technologies". The main goal of green technologies is to reduce the negative impact on the environment by reducing the amount of waste up to their full return to production through deep processing, improving energy efficiency of production. The article discusses considerations for the organization and disposal of potash industry waste.

**Key words:** geo-ecology, salt dumps, sludge storages, sludge, halite waste, enclosing rocks.

Верхнекамское месторождение калийно-магниевых солей (ВМКМС) является крупнейшей сырьевой базой в стране по добыче хлористого калия. Содержавшиеся в ней калийные соли разрабатываются шахтным способом и в основном сильвинитовые породы. Сильвинит – порода, представленная различными количествами сильвина(KCl) и галита(NaCl). Обычно сильвинитовая порода содержит 15-50% KCl и состоит из прослоев собственно сильвинита (нередко здесь отмечается более 50% KCl) и каменной соли, содержащей сильвин (до 5% KCl). В породе постоянно присутствуют небольшие количества ангидрита и карбонаты (доломит, магнезит, реже кальцит), а также кластический (обломочный) материал. Иногда количество примесей (за счет прослоев ангидрито-мергелистых пород) достигает 20% и более. В Верхнекамском месторождении в продуктивной толще (снизу-вверх) различают красные (Кр III, Кр II, Кр I), полосчатые (А), и пестрые (Б,В,Г,Д и т.д.) сильвиниты. В этих породах кристаллы сильвина бывают молочно-белыми (от микровключений галита) и красными (в присутствии глины и ангидрита).

Воздействие перерабатывающих предприятий калийной промышленности на окружающую среду охватывает многие природные объекты. Основной спецификой калийного производства является накопление значительного количества отходов в солеотвалах и шламохранилищах. Стоки и фильтрация из солеотвалов и шламохранилищ являются основными источниками загрязнения окружающей среды. Размещение солеотвалов и шламохранилищ создают угрозу источникам хозяйственно-бытового водоснабжения, засоления почв и сокращение площадей сельскохозяйственных угодий и т.п.

Особенность добычи и обогащения калийных пород верхнекамского месторождения является высокая скорость растворения этих пород. Эта особенность разработки пород данного месторождения обусловлено наличием в них большого количества минерала галита (каменной соли), являющимися легкорастворимыми отходами, как при подготовке и разработке шахтного поля, так и при процессах обогащения их калийных солей.

Твердые отходы горно-обогатительных предприятий ВМКМС представлены в основном из частиц каменной соли, а также небольшого коли-

чества сильвинита, ангидрита и нерастворимого остатка солей. По гранулометрическому составу твердые солеотходы возможно сопоставить с песками. Галитовые отходы (хвосты) флотационной фабрики и галитовые отходы из шнековых растворителей галургической переработки, после фильтрации поступают или на дальнейшую переработку (хлорную или содовую промышленность) или направляется в солеотвал, а также они могут быть направлены в коммунально-хозяйственных целях в виде технической соли.

Глинисто-солевые шламы, получаемые на этих же предприятиях после сгущения на гидросепараторе направляются для хранения в шламохранилище.

Наиболее предпочтительным, с точки зрения использования шламовых отходов как источника полезного продукта KCl и микроэлементов, является гранулирование и дальнейшее использование в качестве минерального удобрения. Переработка глинисто-солевого шлама заключается в обезвоживании с одновременным гранулированием в аппарате с псевдоожиженным слоем. Для повышения концентрации полезного компонента в получаемом продукте, в глинисто-солевой шлам целесообразно вводить добавки мелкодисперсных фракций хлористого калия улавливаемого в циклонах после сушилки со взвешанным (кипящим) слоем.

Глинисто-солевые шламы и галитовые отходы могут быть использованы для биологической рекультивации после улучшения химических свойств пород или специальных агротехнических мероприятий, в том числе для разубоживания или с целью восстановления хозяйственной ценности нарушенных земель (рекультивации) или создания таких земель за счет ландшафтных преобразований рельефа местности.

Внедрение инновационных «зеленых» технологических схем складирования отходов на РУП ПО «Беларуськалий», основано на использовании отходов калийного производства в народном хозяйстве, которые позволяют на 30–40 % сократить изъятие плодородных земель под складирование отходов калийного производства и почти в два раза уменьшить объем образования избыточных рассолов в районе размещения отходов обогащения калийных руд, тем самым существенно снизить нагрузку на окружающую среду.

Наличие на земной поверхности хранилищ отходов обогатительных фабрик вызывает засолонение окружающих их земель, а также поверхностных и грунтовых вод.

Сама по себе каменная соль не является опасным продуктом для организма человека. Однако, даже небольшое повышение её концентрации в воде (например до 2 г/л) делает эту воду непригодной для питья, а также в ряде случаев и для хозяйственно-бытовых нужд. Ещё большее повышение концентрации соли в поверхностных и грунтовых водах отрицательно влияет на растения и фауну водоемов.

Снижение вредного воздействия отходов добычи и переработки калийных солей на окружающую среду достигается как сокращением площади солеотвалов, так и мероприятиями предотвращающих попаданием рассолов с солеотвалов из шламохранилищ в поверхностные и грунтовые воды.

Для исключения всех этих явлений, площадки солеотвалов бетонируются и асфальтируются, а краевые зоны солеотвалов окаймляют канавами для сбора стекающей с солеотвалов атмосферных и других типов вод. Все эти меры предохраняют засоления почв, поверхностных и грунтовых вод, а также близко расположенных водоемов.

Шламы представляют собой суспензию из тонко-дисперсных отходов обогатительных фабрик. Их твердая составляющая представляет собой пылевидные, тонкодисперсные фракции соляных минералов и нерастворимого остатка перерабатывающих пород. Содержание последнего обычно составляет менее 10%. Такой продукт может служить сырьем в строительной промышленности, но в связи с их невысокой востребованностью на сегодняшний день, он применяется, в основном, как компонент закладки в шламохранилища.

Донные и бортовые части шламохранилищ во избежание загрязнения окружающей среды и в особенности поверхностных и грунтовых вод, оборудуются противофильтрационными экранами, а их основания, обязательно асфальтируются и покрывается гудроном или другой влагонепроницаемой изоляцией.

С развитием добычных работ на Верхнекамском месторождении и переработкой добытой сильвинитовой породы, описанные отходы будут занимать всё большие земельные площади, а утечки вод от растворения солеотвалов, атмосферными осадками и утечки рассолов из шламохранилищ будет все интенсивнее приводить к засоленению почв и ближайших водоёмов, нанося ущерб их флоре и фауне и неблагоприятно влияя на окружающий их микроклимат. Поэтому утилизация всех этих получаемых отходов становится важнейшей задачей для добывающего и перерабатывающего производства ВКМКС.

Возможны различные варианты использования и размещения получаемых отходов: из солеотвальных – получение технической, (и при необходимости пищевой) соли или закладка в выработанные пространства рудника; из шламохранилищ – размещение их в выработанных (или специально пройденных в подстилающей соли) пространствах рудника или закачка рассолов через глубокие скважины в поглощающие горизонты подсолевых отложений. Из всех перечисленных способов ликвидации отходов, расположенных на земной поверхности, на сегодняшний день является закладка твердых отходов в выработанные пространства соляного рудника и закачка жидких отходов в поглощающие горизонты подсолевых отложений. Складирование отходов всех производств, способствует охране окру-

жающей среды и ликвидации возможных экологических последствий за солонение почв, грунтовых вод и водоемов.

Подобный комплексный поход к решениям, снижающих негативное воздействие производственной деятельности горнодобывающих и обогатительных фабрик на природные объекты окружающей среды, вполне может быть реализован при освоении Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей (ВМКМС).

Литература:
1. Кудряшов А.И. Верхнекамское месторождение солей. - Пермь, ГИ УрО РАН, 2001. - 429 с.
2. Здановский А.Б. Галургия. – Л.: Химия, 1972. - 528 с.
3. Бельды М.П., Болотов И.И. Кинетика растворения солей в условиях вынужденной конвекции. – Л.: ВНИИГ, 1966.
4. Пермяков Р.С., Романов В.С., Бельды М.П., Технология добычи солей, - М.: Недра, 1981.
5. Позин М.Е. Технология минеральных солей: в 3 т. Т. 1. Л.: Госхимиздат, 1970. – 792с.

## ВЛИЯНИЕ РАЗРАБОТКИ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА ИЗМЕНЕНИЯ РЕЧНОЙ СЕТИ РЕГИОНА

Шаповалова Е.С.
Институт проблем нефти и газа РАН, Москва

## IMPACT OF THE OIL AND GAS DEPOSITS DEVELOPMENT ON CHANGES IN THE REGIONAL RIVER NET

Shapovalova Elizaveta
Oil and Gas Research Institute RAS, Moscow

Разработка нефтегазовых месторождений, прокладка и эксплуатация магистральных трубопроводов через речные долины на их территориях сопряжены с многофакторными природными рисками. Эти процессы мало изучены в пределах арктических территорий [1]. Их развитие связано с изменением ландшафтных условий месторождений. К таким процессам относятся современные аномальные деформации земной поверхности над разломными зонами [2], приводящие к снижению уровня экологической и промышленной безопасности объектов нефтегазового комплекса.

Негативные факторы при проектировании подводных переходов трубопроводов через водные объекты - размыв грунта, обнажение трубы и последующее воздействие на неё водного потока и наносов. Проблема усугубляется в районах многолетнемерзлых пород (ММП), где на процессы трансформации долин рек накладываются геокриологические процессы. Прокладка трубопроводов здесь приводит к изменению теплофизических

параметров земной поверхности и мёрзлых грунтов. На изменение теплового режима мёрзлых грунтов влияет температура транспортируемого агента, что с течением времени приводит к развитию опасных термоэрозионных процессов как в пределах бортов долины, так и в пойменно-русловом комплексе отложений [3, 4].

По мнению К. И. Геренчука [5], структурно-тектонические особенности территории определяют места заложения речных долин, а последующие тектонические движения этих структур воздействуют на весь ход их дальнейшего развития.

Анализ повторных наблюдений на геодинамических полигонах в пределах Русской платформы [1, 6] показал, что интенсивные локальные аномалии вертикальных движений земной поверхности приурочены к зонам разломов различного типа и порядка. Выявлены три типа аномалий с различной шириной зоны: $\gamma$-аномалии − 0,1÷2 км, $S$-аномалии − 5÷10 км и $\beta$-аномалии − 10÷30 км. В [1] отмечено, что интенсивность деформационного процесса в разломах асейсмичных платформенных регионов выше, чем в сейсмоактивных, а пространственно-временные характеристики аномальных движений идентичны. Наибольшее деформационное воздействие на долинные комплексы средних и малых рек способны оказать $\gamma$-аномалии [7]. Эти аномальные движения земной поверхности в разломной зоне [2] имеют среднегодовые скорости относительных деформаций порядка $2\div7\cdot10^{-5}$/год и определяются как *суперинтенсивные*.

Влияние локальных просадок в разломных зонах на трансформацию долин средних и малых рек криолитозоны изучалось нами в пределах северной части Западно-Сибирской платформы на Ямбургском газоконденсатном месторождении в верхнем течении реки Пойловояха. Густота речной сети исследуемого района в среднем составляет 0,4-0,5 км/км$^2$, толщина сезонно-талого слоя для глинистых грунтов − 0,7-0.8 м, а для песчаных достигает 1.1 м. Тестовые участки совпадения речных долин с активизированными зонами разломов определялись на основе метода структурного дешифрирования линеаментов [8, 9] и сопоставления их в плане с зонами разломов, выявленных по сейсморазведочным и геолого-геофизическим данным в осадочном чехле месторождения.

Периодический характер геодинамических процессов, многократно зафиксированный натурными наблюдениями, формирует в современном поверхностном рельефе устойчивые индикаторы, которые и фиксируются на различных материалах космических съёмок [7]. Использование этих индикаторов позволяет объяснять механизм «проявления» на аэрокосмических снимках упорядоченных систем линеаментов (разломов). Ранее [7] проведено моделирование локальных деформаций земной поверхности для выявленных разломных зон Ямбургского месторождения, совпадающих с линеаментами и участками речных долин и имеющих различные параметры по ширине, глубине от поверхности Земли и глубине проникновения.

Было показано, что локальные просадки земной поверхности от 110 до 135 мм соответствуют уровню относительных деформаций в интервале от $7\times10^{-5}$ до $8\times10^{-5}$, что близко к порогу прочности различных композитных материалов и пород, равному $10^{-4}$. Подобные деформации служат дополнительным неучтённым воздействием при проектировании переходов через реки, приводящим к разрушению пород бортов речных долин и материала, из которого сделаны трубопроводы.

Одним из результатов структурного дешифрирования линеаментов с шириной порядка 1,5 – 1,8 км, сопоставленных с зонами разломов типа γ-аномалия, были участки их совпадения с долинными комплексами реки Нюдя-Адлюдрьепоко. Для оценки возможных вариантов трансформации поймы реки были построены поперечные профили I-I и II-II, (рис. 1). Для определения участка деформационного воздействия от активизации разломной зоны под профилями размещены графики локальных деформаций [7] с оседанием земной поверхности 9 см.

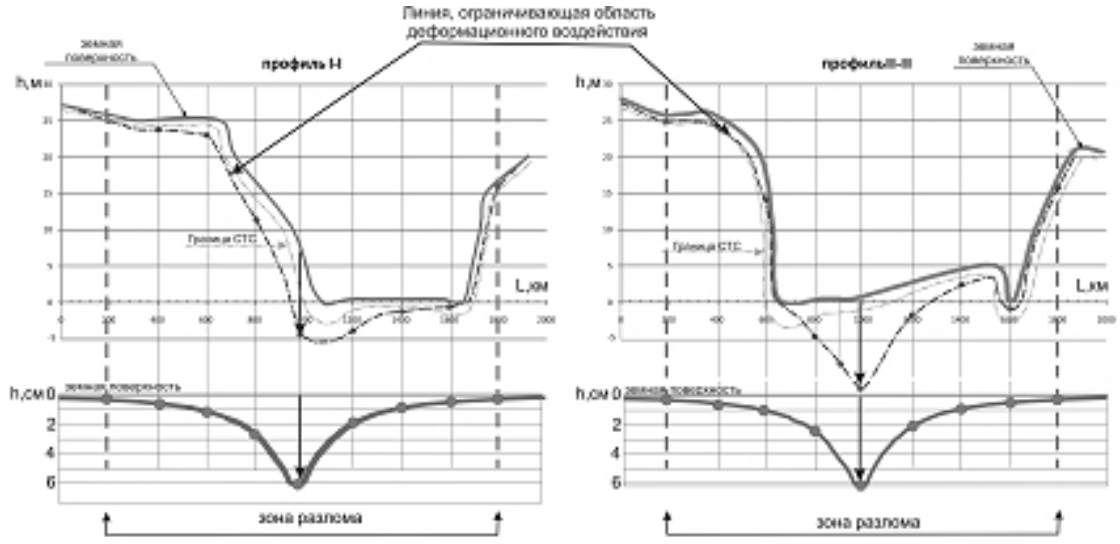



Рис. 1. Сопоставление профиля долины по линиям I-I II-II и графиков величин деформационного воздействия в разломной зоне. Штрихпунктирными линиями под профилями I-I и II-II показаны

На рисунке видно, что в пределах профиля I-I аномальные деформации над разломной зоной могут привести к формированию зон отрыва в оттаявших грунтах на левом борту долины и последующему изменению теплофизических свойств ММП, что приведёт к его размыву летне-осенними паводками. Исследуя профиль II-II можно предположить, что деформационное влияние разломной зоны будет связано с процессом переуглубления в данной части русла.

Оценка воздействия современных геодинамических процессов на трубопровод при переходе его через долину реки, контролируемую зоной разлома, сделана по данными профиля I-I (рис. 1). На рисунке 2 показан профиль долины реки Нюдя-Адлюдрьепоко, через которую условно проложен (подземно и надземно) трубопровод (чёрная пунктирная линия).

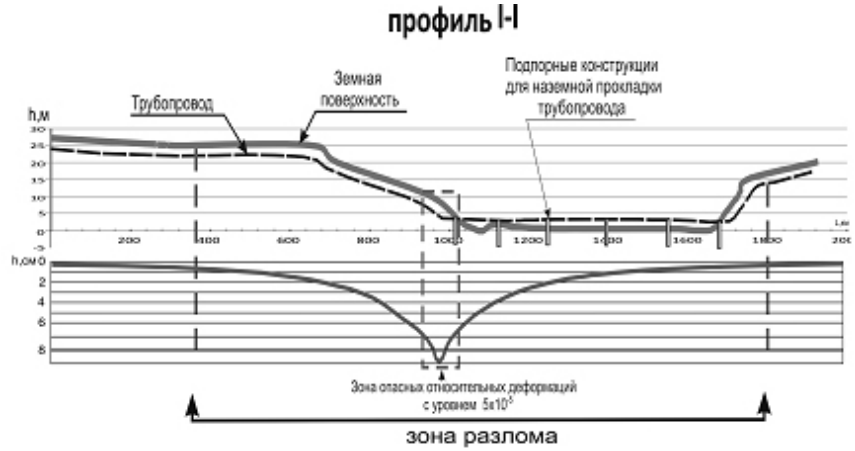



Рис. 2. Профиль реки с предполагаемым трубопроводом, пересекающим ее долину, и зоной проявления опасных относительных деформаций земной поверхности.

Определённая по результатам моделирования зона опасных относительных деформаций имеет уровень $5\times10^{-5}$. Вертикальное проседание в ней равно 9 см, ширина около 200 м. Возникновение таких деформаций может обусловить изменение прочностных и теплофизических свойств грунтов, что, в свою очередь, приведёт к неучтённым дополнительным воздействиям на материал, из которого сделан трубопровод и подпорные конструкции. Если произойдут повторные активизации разломной зоны за счёт природных или природно-техногенных процессов (разработка месторождения), как это показано в [10, 11], то уровень относительных деформаций составит $10^{-4}$, что может привести к аварийным ситуациям трубопровода.

Таким образом, фактор современной геодинамики в разломных зонах природного или природно-техногенного (на разрабатываемом месторождении) генезиса оказывает аномальное деформационное воздействие как на прочностные свойства грунтов и материалы объектов НГК, так и на активизацию экзогенных процессов, приводящих к трансформации долинного комплекса малых и средних рек, включая пойменную часть.

Литература:

[1]. *Богоявленский В.И., Богоявленский И.В.* Природные угрозы при добычи и транспортировке углеводородов в Арктике и Мировом океане: дегазация недр // Труды Государственного океанографического института. 2017. № 218. С. 191-210.

[2]. *Кузьмин Ю.О.* Современная геодинамика разломных зон // Физика Земли. 2014. № 10. С. 95 – 111.

[3]. *Дорожукова С.Л., Янин Е.П.* Экологические проблемы нефтегазодобывающих территорий Тюменской области/ М.: ИМГРЭ, 2004. 56 с.

[4]. *Солнцева Н.П.* Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов: Монография. М.: Изд-во МГУ, 1998. 376 с.
[5]. *Геренчук К.И.* Тектонические закономерности в орографии и речной сети Русской равнины: Монография. Изд-во Львовского ун-та, 1960. 242 с.
[6]. *Кузьмин Ю.О.* Актуальные проблемы идентификации результатов наблюдений в современной геодинамике // Физика Земли. 2014. № 5. С. 51-64.
[7]. *Кузьмин Ю.О., Никонов А.И., Шаповалова Е.С.* Особенности структурного дешифрирования линеаментов с учетом современной геодинамики // Актуальные проблемы нефти и газа. 2016. № 1 (13). С. 13. – Режим доступа: http://oilgasjournal.ru
[8]. *Кравцов В.В., Никонов А.И.* Системно-иерархическая структура полей напряжений и её отражение на аэрокосмических снимках на примере Самотлорского месторождения (Черногорская площадь) // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений, 1996. № 8-9. С. 18-23.
[9]. *Никонов А.И.* Тектонофизические аспекты структурного дешифрирования линеаментных систем // Современная тектонофизика. Методы и результаты. М.: ИФЗ РАН. 2011. Т. 2. С.78-93.
[10]. Особенности диагностики трубопроводов комплексом дистанционных методов на основе линеаментного анализа и магнитной томографии / *Камаева С.С., Никонов А.И., Горошевский В.П., Белотелов В.Н.* // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса, 2016. № 6. С. 54-60.
[11]. Геодинамические факторы техногенной оценки воздействия на ландшафт при разработке нефтегазовых месторождений / *Никонов А.И., Тупысев М.К., Шаповалова Е.С., Юрова М.П.* //Нефтепромысловое дело, 2014. № 12. С.51-56.

# УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ГОРОДОВ В КОНТЕКСТЕ СОВРЕМЕННОЙ УРБАНИЗАЦИИ

Юрьева М.М., Ермолина М.А.
Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

# SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN THE CONTEXT OF MODERN URBANIZATION

Yurieva M. M., Ermolina M. A.
St. Petersburg State University, St. Petersburg

**Annotation**. The report addresses the main problems of modern cities in the context of the rapid population growth and urbanization. Actually, environmental problems of the city are more than just the local questions. They became the global challenges which have an impact on human's health and ecological conditions. To solve these pressing issues effectively we have to reorganize the cities to make them sustainable. Sustainable cities do not harm and pollute the atmosphere and water. They minimize the level of greenhouse gases and the usage of fossil energy to decrease a major impact on the environment. The main characteristics of sustainable cities are examined in the current report.

**Key words**: sustainable development, urbanization, overpopulation, sustainable cities

Процесс урбанизации стал неотъемлемой характеристикой современного мироустройства и давно приобрел повсеместный характер. Ежегодно

количество городского населения увеличивается примерно на 60 млн. человек. Если в начале XX века в городах проживало около 14 % мирового населения, то к 1950 году население городов достигло 28%, а к 2010 - 50,5% и продолжает увеличиваться с каждым годом.[1] По мнению аналитиков, к 2050 году доля городского населения может перешагнуть отметку в 70%.[2] Возникает вопрос: не окажется такое стремительное развитие городов опасным или даже губительным для самого человека и для планеты в целом?

С одной стороны, быстрые темпы урбанизации говорят о стремительном развитии человеческой цивилизации. Именно достижения в промышленности, науке, в частности в медицине, улучшение жилищных условий стали причиной роста населения и разрастания городов. Но, с другой стороны, быстрые, почти «молниеносные» темпы урбанизации имеют множество негативных последствий. Во-первых, урбанизации происходит разрастание города в ширину и его постепенный выход за муниципальные границы. Города превращаются в городские агломерации, которые постепенно «поглощают» природные ландшафты. Там, где раньше находились леса, луга или болота, появляется жилищная застройка, которая препятствует развитию естественных экосистем. Во-вторых, крупные города становятся главной причиной загрязнения атмосферы. В черте таких городов или на близлежащих территориях функционируют крупные предприятия, которые с каждым годом наращивают производство в связи с ростом городов и увеличением числа потребителей. Вместе с этим, растет количество автотранспорта, который является одним из главных источников загрязнения атмосферы. Только в Москве на него приходится до 90% всех выбросов (остальные 10% приходятся на промышленные предприятия).[3] Из-за загрязненного воздуха ежегодно в мире умирает около 7 млн. человек.[4] Помимо атмосферы, загрязнению подвержены поверхностные и подземные воды. Причиной является деятельностью промышленных и коммунальных предприятий, не имеющих современных очистительных сооружений, нефтепродукты от автотранспорта и ядохимикаты в составе сельскохозяйственных удобрений. В мировой океан ежегодно попадают тонны твердых бытовых отходов, которые отравляют и убивают его обитателей. На сегодняшний день в водах Тихого океана зарегистрирован “мусорный остров” - скопление твердых бытовых отходов, площадь которых составляет 1,6 млн кв. км., что в три раза превышает площадь Франции.[5] Мусорное пятно в Тихом океане - яркий пример отсутствия качественной переработки твердых бытовых отходов, необходимой в условиях бурной урбанизации. Только в 2016 году количество мусора в мире увеличилось на 2 млрд. тонн. При этом, большая часть этих отходов так и осталась непереработанной. В странах с низким уровнем дохода до 90% от всего мусора не поступает в центры переработки, одна часть попадает на свалки, где с течением времени начинает загрязнять почву и выделять парниковые газы,

которые провоцируют глобальное потепление. Другая часть твердых бытовых отходов оказывается на мусоросжигательных полигонах. При его сгорании в воздух попадают пыль, окиси азота, тяжелые металлы и различные канцерогенные соединения.[6]

Перечисленные выше проблемы - это лишь часть всех возможных последствий урбанизации и перенаселения для окружающей среды и человека. Современная экологическая ситуация в мире требует регулирования темпов роста населения и городов, сокращение выбросов в атмосферу, внедрение и улучшение системы переработки мусора для устойчивого развития планеты. Достижению этих целей может помочь строительство экогородов, а также модернизация существующих городов в пользу их устойчивого развития.

Для того, чтобы изменить мегаполисы и небольшие города и добиться их устойчивого развития, Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде (ООН-Хабитат) разработала ряд рекомендаций, опубликованный в Глобальном Докладе о населённых пунктах (2009).[7] Согласно ему, устойчивые города - это такие города, которые добились минимального потребления невозобновляемых ресурсов и устойчивого потребления возобновляемых. В условиях стремительной урбанизации и роста численности населения сделать город “устойчивым” представляется сложной, но осуществимой целью.

Во-первых, нужно развивать возобновляемые источники энергии. Их использование поможет свести к минимуму объемы потребления природного топлива. Сегодня существуют большие возможности использования солнечной, ветровой, гидро- и геотермальной энергии как в крупных, так и в небольших городах. Например, электроэнергией, поступающей с гидроэлектростанций, в течение десятилетий пользуются такие города, как Ванкувер (Канада) и Крайстчерч (Новая Зеландия). Существуют городские проекты использования солнечной энергии, как, например, во Фрайбурге (Германия), но в мире еще нет крупных городов, которые бы полностью обеспечивались электричеством за счет возобновляемой энергии. Это требует широких обязательств городов на муниципальном, региональном и международном уровнях. Также в рамках городского планирования необходимо создать такую инфраструктуру, которая бы обеспечила эффективную работу возобновляемых источников энергии для жизни города.

Во-вторых, устойчивые города должны стремиться к нулевому балансу выбросов углекислого газа, т. е. ни один дом, жилой квартал или предприятие не должны производить выбросов этого газа. В некоторых странах строительство экологически чистых домов стимулируется государством. В Дании, Германии и Нидерландах более 10 назад появились подобные здания и их количество с каждым годом увеличивается. Сокращению объемов выбросов CO2 также способствует высадка деревьев и сохранение “зеленых” зон в городах. К тому же, это приводит к естественному охлаждению

зданий и жилых домов, в результате чего сокращаются затраты энергии на работу кондиционеров. [8]

В-третьих, эко-города должны иметь “устойчивый” транспорт. Для качественного передвижения из одной части города в другую требуется развить сеть велосипедных и пешеходных дорожек, а также выделить полосы для общественного транспорта (в особенности на возобновляемой энергии), который должен иметь приоритет по сравнению с автомобилями. Легковые автомобили на природном топливе следует заменить на электромобили, которые работают на возобновляемых источниках энергии. Возможность внедрения экологичных видов транспорта напрямую зависит от плотности городской застройки. Плотно застроенная центральная часть города дает возможность эффективной работы общественного транспорта, в то время как слабо заселенные участки города зависят от легковых автомобилей. Поэтому застройка территории должна проектироваться с учетом доступа общественного транспорта, что поможет уменьшить экологический след города, уменьшить количество пробок и шума от автомагистралей. В США, к примеру, компактный метод застройки новых территорий к 2030 г. позволит сократить объем ежегодных выбросов углекислого газа на 60%.[9] Среди всех видов общественного транспорта в приоритете должен быть рельсовый транспорт (трамваи, метро и т.д.). Он не только сокращает экологический след города, но и обладает более высокой скоростью, чем автомобиль в черте города. Только в Китае к 2020 г. собираются проложить 6,8 тысячи километров новых рельсовых дорог.[10]

Делая выводы, хочется отметить, что бурный рост городов сегодня стал одной из явных характеристик современного мироустройства. Появились крупные города и мегаполисы, в которых мы обнаружили немало экологических проблем, требующих немедленного решения. Эффективно справляться с ростом населения, загрязнением воды и атмосферы, вырубкой лесов могут только устойчивые города. Такие города отличаются в меру плотной застройкой, приоритетом общественного и велосипедного транспорта, наличием пешеходных и “зеленых” зон, а также минимальным выбросам углекислого газа. Это можно обеспечить за счет грамотного городского планирования, новых технологий и регулирования плотности застройки городов.

Литература:

[1] UN-Habitat Urban Data [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://urbandata.unhabitat.org/ (дата обращения: 12.04.2019).

[2] Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld (дата обращения: 12.04.2019)

[3] “Требования к экологичности ужесточены” [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://tass.ru/moskva/3583529 (дата обращения 17.04.2019)

[4] ВОЗ: ежегодно из-за загрязненного воздуха погибают около 7 млн человек [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://newizv.ru/news/society/02-05-2018/voz-ezhegodno-iz-za-zagryaznennogo-vozduha-pogibayut-okolo-7-mln-chelove (дата обращения 17.04.2019)

[5] Площадь мусорного пятна в Тихом океане достигла размеров трёх Франций [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://newizv.ru/news/tech/24-03-2018/ploschad-musornogo-pyatna-v-tihom-okeane-dostigla-razmerov-treh-frantsiy (дата обращения 17.04.2019)

[6] Solid Waste Management [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/brief/solid-waste-management (дата обращения: 17.04.2019)

[7] Global Report on Human Settlements. – UN-Habitat, 2009 – 136 p.

[8] Глазычев В. Л. Урбанистика. — М.: Европа, 2008

[9] Георгиевский А. Б., Мозелов А. П., Овчинникова Н. П. Человек и город. - Санкт-Петербург: Балтийский государственный технический университет, 2007.

[10] “Китай планирует построить 6,8 тысячи километров железных дорог в 2019 году” [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://ria.ru/20190103/1549002822.html (дата обращения: 17.04.2019)

# АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ


Абакумов Е.В 311
Абрамов Д.В. 37
Аджикелямова Н А. 40
Адушева Д.Ю. 44
Азарова С.В. 170
Алексашин А.В. 161
Аринина А.В. 328, 348
Ахмадильшина М.А. 47
Ахтямов Р.Г. 145
Бабынин Э.В. 307
Бадеева Е.К. 307
Бажутин П.И. 50
Барабанова Л.В. 132
Барабошкина Т.А. 381
Башарова К.С. 226
Белозерский Г.Н. 396
Беляев П. Ю. 53
Билая Н.А. 56
Бирулина А.Г. 60
Бобырев С.В. 332
Богачёва В.А. 64
Борисова К.А. 414
Бродский А.В. 68
Брыксин М.Р. 71
Булахова К.Я 74
Бухвалова А.Д. 78
Буцыленко И.Е. 400
Валиева А.С. 81
Варваров В.А. 233
Вахрушева Н.Э. 85
Величко Н.В. 271
Вельченко А.Н. 88
Власенко С.С. 93
Вознесенский М. 149
Володина Д.А. 96
Волошедова В.В. 100
Волошина А.Д. 307
Волчкова О.В. 191, 195
Выучейская Д.С. 143
Гагарина Л.В. 102
Георгиевский М.В. 37
Глебов Д.Е. 106
Глушкова А.С. 108
Гольм М.А. 110
Горбунов Г.Н. 113
Горовенко Л.А. 117
Гришнякова А.И. 316
Гудимов А.В. 176
Гузева А.В. 56, 121
Гусева Е.В. 128
Гусева М.А. 56
Данзанова М.В. 264
Даувальтер В.А. 121
Демина Л.Л. 250
Дрогальцева М.С. 100
Дымова Т.В. 261
Дьячковский Р.А. 124
Евенкова Т.Д. 132, 414
Евсеева А. М. 134
Епифанцев К.В. 139
Еремин Г.Б. 143
Ермолина М.А. 434
Ефременко В.В. 145
Жигалин А.Д. 381
Заболотских В.В. 204, 324, 358
Задкова А.Г. 128
Зарипова К.М. 56
Зеленковский П.С. 56, 362, 366, 394, 411
Зуб О.Н. 240
Зыкова Ю.Н 184
Ибрагимова К.К. 47
Иванова Н.М. 134
Игорсдоуттир Ю. 149
Изосимова О.С. 222, 261
Изотова В.А. 152
Калаев Р.Э. 156
Калаева С.З. 156
Калинина Н.И. 259
Карпов Н.Д. 158
Карпухин К.Ю. 161
Каюкова Е.П. 110, 165
Квашина А.М. 168
Киселев Г.Н. 68
Климова А.А. 170
Клубов С.М. 173
Кобечинская В.Г. 40, 64
Коврига Е.В. 158
Ковшов А.А. 373
Когаров В.В. 300

Комарова Е.П. 176
Кондратьев О.И. 179
Коннова Ю.А. 170
Кончакова Н.В. 71, 274
Королев В.А. 33, 219, 253, 296
Короткова А.В. 184
Коршак К.А. 188
Кошелев А.В. 161
Крахина Е.А. 304
Крийт В.Е. 191, 195, 200
Ксенафонтова А.Р. 204
Кубанычбек Р.У. 233
Курашко И.А. 281
Курдюкова М.Ф. 207
Куриленко В.В. 6
Кутявина Т.И. 108
Кушеева В.С. 210
Лавриненко М.В. 213
Ларнатович П.А. 216
Лебедев С.В. 316, 366
Легостаева Я.Б. 422
Липатникова О.А. 250
Лобус И.А. 219
Лубенец К.Ю. 222, 362
Лубкова Т.Н. 81
Лукичева А.И. 78
Лютова А.А. 226
Ляшко Г.Г. 259
Малькова Н.Ю. 226
Маркелова Н.Л. 78, 156
Марченкова Л.А. 369
Масалова А.А. 293
Маслова А.Ю. 226, 233
Мачулин Д.Л. 236
Мачулина Н.Ю. 236, 320
Медведев К.С. 128
Месропян Д.Д. 240
Миндубаев А.З. 307
Минзанова С.Т. 307
Миронова Л.Г. 307
Миронюк С.Г. 244
Мицуков А.С. 121
Нажарова Л.Н. 426
Назаренко О.В. 88
Немченко Е.И. 250
Нестеров Д.С. 253
Нечаев Д.А. 257
Низамов Н.С. 40
Никитина В.Н. 259
Никитинская М.А. 156
Никифоровский А.А. 37
Новикова Ю.А. 373
Носков С.Н. 143
Нурмакова Ж.И. 261
Огонеров В.В. 264
Ольховатенко В.Е. 285
Ольховикова Н.Ю. 268
Осмоловская О. 149
Остах С.В. 210, 268
Павлечко А.Г. 271
Павлова Н.А. 264
Панкратова К.В. 102
Пахлян И.А. 168
Переломов Л.В. 100
Петрова М.Д. 226
Пивень П.В. 336
Пичуева Е.С. 274
Подгорная Т.И. 278
Подковырова М.А. 281
Подлипский И.И. 132, 188, 191, 195, 200, 373
Подурец А. 149
Полякова Н.В. 394
Потапов А.А. 213
Прохорова В.А. 226
Прошина В.В. 281
Прянишников Е.Г. 285
Пчелинцева Н.Ф. 81
Ракитин Т.Д. 289
Рахманов Ю.А. 113
Ровенская О.П. 293
Родькина И.А. 106
Романова И.В. 296
Русова Н.И. 300
Рыбалко А.Е. 53
Рычажков А.А. 345
Савушкина Е.Ю. 304
Сазонова В.В. 304
Сапармырадов К.А. 307
Сапарова Ш.А. 311
Себровский К.Э. 316
Седрисев К.А. 320
Семихвостова О.В. 324
Сергиенко О.И. 113
Сибирцев В.С. 233
Сигора Г.А. 402

Сидоров А.А. 134
Сикорский И.А. 411
Сиргалина Д.Р. 328
Скориков Д.С. 332
Скрипкина Н.В. 336
Сладкова Ю.Н. 191, 195, 200
Слуковский З.И. 121, 339
Смирнов Ю.Д. 351
Соловьев М.А. 100
Сопова М.Н. 342
Судариков С.М. 74, 93, 345
Сумина А.В. 216, 342, 356
Сурнина Т.А. 348
Сучкова М.В. 351
Талаева О.В. 356
Таловская А.В. 96
Танких С.Н. 358
Терещенко Н.В. 222, 362, 366
Титова Т.С. 145
Тихомирова Е.И. 44, 161, 332
Тихонова Н.А. 373
Толкунова А.А. 369
Третьяков В.Ю. 173
Трефилова Л.В. 85, 152, 377
Трифонов Р.Н. 377
Трофимов В.Т. 25, 381, 388
Трындина Т.С. 78
Тятюшкина А.М. 394
Ушакова Л.В. 110
Файзрахманов В.В. 396
Федоров В.Н. 373
Харькина М.А. 81, 381, 388
Хованова Н.В. 207
Холина О.И. 400
Хоменко Т.Ю. 402
Хорошавин А.В. 289, 406
Хотак М.Ю. 300
Цехмистер Е.Н. 414, 417
Череватов Н.В. 316
Чернова Е.С. 409
Чертес К.Л. 179
Чиграй С.Н. 311
Чилингер Л.Н. 60
Чубарова Ю.М. 411
Чуняева Е.О. 173
Чухарева Н.В. 257
Шадринова О.В. 422
Шакиров Т.Р. 426
Шалунова Е.П. 173
Шамбилова А.В. 117
Шаповалова Е.С. 430
Шебеста А.А. 173
Шилин М.Б. 124
Щербаков С.В 50
Юнусова Р.З. 64
Юрьева М.М. 434

# СОДЕРЖАНИЕ

Введение……. 4

Куриленко В.В. Науки о Земле и экологическая геология…… 6

Трофимов В.Т. Теоретические позиции изучения и неопределенности оценки опасных природных процессов при инженерно-экологических изысканиях……... 25

Королев В.А. Управление эколого-геологическими системами в связи с концепцией устойчивого развития…… 33

Абрамов Д.В., Георгиевский М.В., Никифоровский А.А. Лес и цифровые модели рельефа …….. 37

Аджикелямова Н.А., Кобечинская В.Г., Низамов Н.С. Особенности биоморфологической структуры растительности лугов как индикатора интенсивности антропогенной нагрузки в предгорной зоне Крыма……. 40

Адушева Д.Ю., Тихомирова Е.И. Промышленные аллергены в контексте экологических проблем промышленных и городских агломераций…… 44

Ахмадильшина М.А., Ибрагимова К.К. Использование клевера ползучего (*Trifolium repens* L) в качестве биоиндикатора состояния городской среды……. 47

Бажутин П.И., Щербаков С.В. Влияние удаленности речной сети на интенсивность развития карста……... 50

Беляев П. Ю., Рыбалко А. Е. Характеристика геологических опасностей залива Петра Великого по результатам полевых исследований 2018 года…….. 53

Билая Н.А., Зарипова К.М., Гузева А.В., Гусева М.А., Зеленковский П.С. Эколого-геохимические особенности донных осадков Ладожского озера……... 56

Бирулина А.Г., Чилингер Л.Н. Применение ГИС-технологий для анализа геохимической ситуации перекрестков Томска……... 60

Богачёва В.А., Кобечинская В.Г., Юнусова Р.З. Биоиндикация демутационных процессов растительности на антропогенно преобразованных территориях в предгорной зоне Крыма…….. 64

Бродский А.В., Киселев Г.Н. Проблемы сохранения местонахождений ископаемой фауны трилобитов и цефалопод из особо охраняемых природных территорий Ленинградской области…….. 68

Брыксин М.Р., Кончакова Н.В. Проблемы при ограничении использования земель на территориях эксплуатации газопроводов… 71

Булахова К.Я., Судариков С.М. Эколого-геохимические особенности грунтовых вод северной части Крымского полуострова в условиях повышенной антропогенной нагрузки…… 74

Бухвалова А.Д., Лукичева А.И., Трындина Т.С., Маркелова Н.Л. Исследование геоморфологических особенностей речной долины реки Рыкуша……... 78

Валиева А.С., Харькина М.А., Лубкова Т.Н., Пчелинцева Н.Ф. Динамика загрязнения донных отложений р. Клязьма на участке от Пушкино до Владимира……... 81

Вахрушева Н.Э., Трефилова Л.В. Биоиндикация благополучия почв……. 85

Вельченко А.Н., Назаренко О.В. Экологические проблемы реки Северский Донец…… 88

Власенко С.С., Судариков С.М. Исследование региональных эколого-гидрогеологических условий шельфа Карского и Баренцева морей в связи с поисками углеводородов……... 93

Володина Д.А., Таловская А.В. Пылевая и ртутная нагрузка в зоне воздействия цементных заводов по данным изучения снегового покрова (Кемеровская и Новосибирская обл.)…… 96

Волошедова В.В., Соловьев М.А., Дрогальцева М.С., Переломов Л.В. Формы соединений цинка в аллювиальных почвах промышленного города……... 100

Гагарина Л.В., Панкратова К.В. Влияние противогололедных реагентов на тканые материалы……. 102

Глебов Д.Е., Родькина И.А. Геоэкологическая ситуация на территории г. Рязань……... 106

Глушкова А.С., Кутявина Т.И. Влияние природных и антропогенных факторов на качество воды малых водоемов г. Кирова…… 108

Гольм М.А., Ушакова Л.В., Каюкова Е.П. Качество питьевых вод Бахчисарайского района Крыма……... 110

Горбунов Г.Н., Рахманов Ю.А., Сергиенко О.И. Управление твердыми коммунальными отходами с применением микро газотурбинных технологий…… 113

Горовенко Л.А., Шамбилова А.В. Использование вертикального озеленения для улучшения экологической обстановки в отдельных районах городской среды…….. 117

Гузева А.В., Слуковский З.И., Даувальтер В.А., Мицуков А.С. Тяжелые металлы в современных отложениях оз. Большой Вудъявр: уровень накопления и формы нахождения…….. 121

Дьячковский Р.А., Шилин М.Б. Исследование геоэкологического и гидрохимического состояния экосистем парка Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета им. С.М. Кирова……. 124

Задкова А.Г., Медведев К.С., Гусева Е.В. Геологическое моделирование техногенных линз…… 128

Евенкова Т.Д., Подлипский И.И., Барабанова Л.В. Значение эколого-генетического мониторинга в оценке состояния окружающей среды……... 132

Евсеева А.М., Иванова Н.М., Сидоров А.А. Определение родов и видов теребратулид в байтуганских слоях нижнеказанского подъяруса в окрестностях с. Русский Байтуган…….. 134

Епифанцев К.В. Измерение выходных параметров при переработке RDF-сырья для уменьшения вредного влияния на экологию на территории Всеволожского района Ленинградской области…… 139

Еремин Г.Б., Носков С.Н., Выучейская Д.С. Изменения санитарного законодательства по нормированию условий инсоляции…… 143

Ефременко В.В., Ахтямов Р.Г., Титова Т.С. Оценка и обеспечение безопасности при перевозке углеводородов водным транспортом.. 145

Игорсдоуттир Ю., Подурец А., Вознесенский М., Осмоловская О. Композитные наноматериалы для фотодеградации органических красителей в мультикомпонентных водных средах……... 149

Изотова В.А. Трефилова Л.В. Роль агробиопрепаратов в системе рационального природопользования……... 152

Калаев Р.Э., Никитинская М.А., Калаева С.З., Маркелова Н.Л. Определение степени негативного воздействия антигололедных реагентов методом биоиндикации……... 156

Карпов Н.Д., Коврига Е.В. Проблемы мусороперерабатывающей отрасли в Краснодарском крае……. 158

Карпухин К.Ю., Алексашин А.В., Кошелев А.В., Тихомирова Е.И. Гуминовый органоминеральный детоксикант для биологической ремедиации почв……... 161

Каюкова Е.П. Экологические функции подземной гидросферы….. 165

Квашина А.М., Пахлян И.А. Основные мероприятия по охране недр при доразработке Ключевого месторождения……... 168

Климова А.А., Коннова Ю.А., Азарова С.В. Использование методов биотестирования для оценки токсичности буровых шламов…. 170

Клубов С.М., Шебеста А.А., Шалунова Е.П., Третьяков В.Ю., Чуняева Е.О. Качество питьевой воды в населенных пунктах Изборско-Мальской долины (Псковская обл.) по гидрохимическим показателям в 2018 году…… 173

Комарова Е.П., Гудимов А.В. Геоэкологические особенности среды и онлайн биоиндикация……... 176

Кондратьев О.И., Чертес К.Л. Управление осадкой массива ТКО через биоингибирование метаногенов с использованием промышленных отходов НПЗ…….. 179

Короткова А.В., Зыкова Ю.Н. Фитосанация в системе сельскохозяйственного природопользования…….. 184

Коршак К.А., Подлипский И.И. Эколого-геохимическая оценка водосборной площади озера Дудергофское. Построение мультипликативных ореолов аномалий……... 188

Крийт В.Е., Сладкова Ю.Н., Волчкова О.В., Подлипский И.И. Проведение санитарно-эпидемиологической экспертизы результатов лабораторных исследований питьевой воды: основные проблемы…….. 191

Крийт В.Е., Сладкова Ю.Н., Волчкова О.В., Подлипский И.И. К вопросу о гармонизации гигиенических нормативов содержания химических веществ в питьевой воде…….. 195

Крийт В.Е., Сладкова Ю.Н., Подлипский И.И. Методические подходы к расчету показателя суммарного загрязнения и их влияние на оценку качества почвы городских и сельских поселений…… 200

Ксенафонтова А.Р., Заболотских В.В. Капсульная технология восстановления нефтезагрязнённых почв……. 204

Курдюкова М.Ф., Хованова Н.В. Характеристика состояния подземных вод Алтайского края и Республики Алтай…… 207

Кушеева В.С., Остах С.В. Модельный подход организации мониторинга, предупреждения и ликвидации нефтяного загрязнения геологической среды на объектах нефтедобычи…… 210

Лавриненко М.В., Потапов А.А. Оценка возможности организации зоны санитарной охраны на подземном водозаборе ООО «Коралл» (Тверская обл., Россия)…….. 213

Ларнатович П.А., Сумина А.В. К вопросу озеленения разделительных полос городских автодорог…… 216

Лобус И.А., Королев В.А. Эколого-геологические системы песчаные в урбанизированной среде города Москвы……. 219

Лубенец К.Ю., Изосимова О.С., Терещенко Н.В. Экологическая оценка окружающей среды деревни Малые Колпаны Гатчинского района по содержанию тяжелых металлов и нефтепродуктов в почве…… 222

Лютова А.А., Сибирцев В.С., Маслова А.Ю., Башарова К.С., Прохорова В.А. Оценка свойств новых биоразлагаемых полимерных материалов на основе ПВХ с добавками бентонита и полигидроксибутирата…….. 226

Малькова Н.Ю., Петрова М.Д. К вопросу о пересмотре гигиенического норматива лазерного излучения для населения…… 229

Маслова А.Ю., Сибирцев В.С., Кубанычбек Р.У., Варваров В.А. Исследование влияния на жизнедеятельность микроорганизмов различных количеств ионов щелочноземельных металлов……. 233

Мачулин Д.Л., Мачулина Н.Ю. Оценка состояния компонентов окружающей среды в районе Усинского нефтяного месторождения……... 236

Месропян Д.Д., Зуб О.Н. Определение степени загрязнения почв нефтепродуктами и оценка вреда при техногенном загрязнении территорий…….. 240

Миронюк С.Г. Эколого-геологическая опасность локальных флюидовыделений из субмаринных осадочных толщ…….. 244

Немченко Е.И., Липатникова О.А., Демина Л.Л. Использование индикаторных отношений элементов для палеореконструкции окислительно-восстановительной обстановки придонных вод (на примере Черного моря)..... 250

Нестеров Д.С., Королёв В.А. Преобразования свойств глинистых грунтов при их очистке электроосмосом…… 253

Нечаев Д.А., Чухарева Н.В. Применение комбинированных устройств при ликвидации аварийного разлива нефти на водной поверхности акваторий……. 257

Никитина В.Н., Ляшко Г.Г., Калинина Н.И. Характеристика источников электромагнитных полей на рабочих местах с персональными компьютерами в свете новых требований к оценке фактора…….. 259

Нурмакова Ж.И., Дымова Т.В., Изосимова О.С. Естественные и техногенные причины воспламенения на газопроводах и их экологические последствия…… 261

Огонеров В.В., Павлова Н.А., Данзанова М.В. Мерзлотно-гидрогеологические особенности пойменно-намывных территорий в криолитозоне (на примере г. Якутска)…….. 264

Ольховикова Н.Ю., Остах С.В. Комплексная оценка размера вреда, причиненного геологической среде нефтехимическими отходами, и реализуемых мероприятий по её реабилитации…… 268

Павлечко А.Г., Величко Н.В. Таксономический состав антарктических циано-бактериальных консорциумов…….. 271

Пичуева Е.С., Кончакова Н.В. Современные механизмы регулирования санитарно-защитных зон…… 274

Подгорная Т.И. Анализ и управление природными рисками для градостроительства на Дальнем Востоке России……... 278

Прошина В. В., Подковырова М. А., Курашко И.А. Функциональное зонирование особо охраняемых природных территорий как инструмент взаимодействия между недропользователями и коренными малочисленными народами Крайнего Севера на примере природного парка «Нумто»…….. 281

Прянишников Е.Г., Ольховатенко В.Е. Геологические условия разработки открытым способом Айнского золоторудного месторождения……. 285

Ракитин Т.Д., Хорошавин А.В. Экологические инновации как современные природоохранные технологии в российской нефтегазовой отрасли при освоении Арктики……. 289

Ровенская О.П., Масалова А.А. Экологические проблемы переработки отходов……. 293

Романова И.В., Королёв В.А. pH-eH условия дорожных остатков противогололёдных реагентов по результатам мониторинга в 2016-2019 годы в ЮЗАО г. Москвы…… 296

Русова Н.И., Когаров В.В., Хотак М.Ю. Альголизация вод как биотехнология реабилитации водных экосистем бассейна Верхнего Дона…… 300

Савушкина Е.Ю., Крахина Е.А., Сазонова В.В. Оценка степени влияния мегаполиса на малые реки……. 304

Сапармырадов К.А., Миндубаев А.З., Волошина А.Д., Бабынин Э.В., Минзанова С.Т., Миронова Л.Г., Бадеева Е.К. Микроорганизмы, выработавшие устойчивость к белому фосфору…….. 307

Сапарова Ш.А., Чиграй С.Н., Абакумов Е.В. Уровни базального дыхания почв урбанизированных экосистем и залежных земель ЯНАО…….. 311

Себровский К.Э., Гришнякова А.И., Лебедев С.В., Череватов Н.В. Цифровая модель рельефа Кирхгофской возвышенности для радиоэкологических исследований…….. 316

Седрисев К.А., Мачулина Н.Ю. Вермиреактор – устройство с автоматизированной системой измельчения и подачи отходов для производства органического удобрения…….. 320

Семихвостова О.В., Заболотских В.В. Перспективы получения и использования альтернативного биотоплива…….. 324

Сиргалина Д.Р., Аринина А.В. влияние антропогенной нагрузки на пребывание и экологию *Hirundo rustica* и *Delichon urbicum*…… 328

Скориков Д.С., Бобырев С.В., Тихомирова Е.И. Применение геоинформационных технологий при мониторинге мелководных участков волгоградского водохранилища……... 332

Скрипкина Н.В., Пивень П.В. Перспективы развития ветроэнергетики в Российской Федерации…….. 336

Слуковский З.И. Геохимические маркеры техногенного преобразования окружающей среды на примере современных отложений малых озер Карелии……... 339

Сопова М. Н., Сумина А.В. Несанкционированные свалки как экологическая проблема современных городов……. 342

Сударикov С.М., Рычажков А.А. Моделирование геофильтрационных процессов, влияющих на устойчивость бортов карьеров Коашвинского месторождения апатит-нефелиновых руд, с использованием численных моделей конечных элементов…….. 345

Сурнина Т.А., Аринина А.В. Видовое богатство орнитофауны урбанизированных ландшафтов республики Карачаево-Черкесия….. 348

Сучкова М.В., Смирнов Ю.Д. Экологический мониторинг состояния малых рек силами общественных активистов и организаций… 351

Талаева О.В., Сумина А.В. К вопросу раздельного сбора и переработки твердых коммунальных отходов в России…… 356

Танких С.Н., Заболотских В.В. Диагностика, восстановление и рекультивация почв временных стоянок автомобилей на территории 14 квартала г.о. Тольятти…….. 358

Терещенко Н.В., Зеленковский П.С., Лубенец К.Ю. Оценка степени загрязнения донных отложений Кольского залива в районе г. Мурманска нефтепродуктами……... 362

Терещенко Н.В., Зеленковский П.С., Лебедев С.В. Эколого-геохимическая оценка загрязнения донных отложений Кольского залива в районе г. Мурманска тяжелыми металлами……. 366

Толкунова А.А., Марченкова Л.А. Проблемы утилизации попутно-добываемых пластовых вод при разработке месторождений нефти и газа…… 369

Тихонова Н.А., Новикова Ю.А., Федоров В.Н., Ковшов А.А., Подлипский И.И. Проблемы унификации подходов к контролю качества питьевой воды систем централизованного водоснабжения по химическим показателям…….. 373

Трифонов Р.Н., Трефилова Л.В. Оценка экологического состояния урбаноземов методом фитотестирования…… 377

Трофимов В.Т., Харькина М.А., Барабошкина Т.А., Жигалин А.Д. Трансформация экологических функций литосферы при разработке месторождений полезных ископаемых……. 381

Трофимов В.Т., Харькина М.А. Экологические функции абиотических сфер земли и нормативные документы на инженерно-экологические изыскания для строительства……. 388

Тятюшкина А.М., Зеленковский П.С., Полякова Н.В. Оценка экологического состояния водных объектов с применением метода биоиндикации (на примере озёр национального парка «Смоленское Поозерье»)…….. 394

Файзрахманов В.В., Белозерский Г.Н. Анализ масштабов загрязнения окружающей среды в случае ветрового разноса с озера Карачай в 1967 году……... 396

Холина О.И., Буцыленко И.Е. К вопросу реализации права на благоприятную окружающую среду в деятельности КУБГТУ……... 400

Хоменко Т.Ю., Сигора Г.А. Оценка качества воды централизованного и нецентрализованного водоснабжения Севастопольского региона…… 402

Хорошавин А.В. Анализ проблем реализации принципа расширенной ответственности производителя за утилизацию отходов от использования товаров в РФ……. 406

Чернова Е.С. Орнитологический аспект эколого-биологического воздействия полигона бытовых отходов на селитебную и рекреационную территорию…… 409

Чубарова Ю.М., Зеленковский П.С., Сикорский И.А. Эколого-геохимическая оценка почв заповедника «Опукский» (Республика Крым, Россия)…… 411

Цехмистер Е.Н., Евенкова Т.Д., Борисова К.А. Результаты экологического опробования и оценки загрязненности почвогрунтов свалки ТБО у с. Трудолюбовка (Республика Крым, Бахчисарайский район)……. 414

Цехмистер Е.Н. Применение различных методов расчета суммарного показателя загрязнения почв при эколого-геохимической оценке изоляции отходов на рекультивированных полигонах ТКО (г. Санкт-Петербург)…….. 417

Шадринова О.В., Легостаева Я.Б. Состояние природно-техногенных экосистем на территории Якутской алмазоносной провинции……... 422

Шакиров Т.Р., Нажарова Л.Н. Рациональное недропользование и применение зелёных технологий по добыче и переработке калийных солей ВМКМС…… 426

Шаповалова Е.С. Влияние разработки нефтегазовых месторождений на изменения речной сети региона……... 430

Юрьева М.М., Ермолина М.А. Устойчивое развитие городов в контексте современной урбанизации……... 434

Авторский указатель…… 439

---

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДО– И НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

Труды Международной молодежной научной конференции: Том XIX

Научный редактор: Куриленко В.В.
Редактор, верстка: Лебедев С.В.
Публикуется в авторской редакции.