



ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ РЕГИОНОВ

7 апреля 2016

**Труды IV Международной
научно-практической конференции**

Екатеринбург

2016

Свердловское областное отделение общественной организации международной
академия наук экологии, безопасности человека и природы

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Институт экономики УрО РАН

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ РЕГИОНОВ

**Труды IV Международной научно-практической
конференции**

Екатеринбург

2016

УДК 330.15:622

Ответственный редактор: д.г-м.н., профессор Семячков А.И.

Рецензент: д.г-м.н., профессор Болтыров В.Б.,

Экологическая и техносферная безопасность горнопромышленных регионов: Труды IV Международной научно-практической конференции 7 апреля 2016 / Отв. редактор Семячков А.И. – Екатеринбург: Уральский государственный горный университет, 2016. – 464 с.

В сборнике трудов представлены результаты авторских исследований по экологии как науке о взаимодействии природы и общества, а также техносферной безопасности – науки рассматривающей вопросы обеспечения безопасности человека в современном мире.

Публикуемые материалы могут предоставить интерес для студентов, аспирантов, профессорско-преподавательского состава вузов, реализующих программы высшего профессионального образования в области экологии, природопользования и техносферной безопасности, а также для специалистов науки и производства горнопромышленного комплекса.

УДК 330.15:622

© Уральский государственный
горный университет, 2016

Содержание

	стр.
Аблешов Т.А. ПОЧВЕННО-МЕЛИОРАТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЗЕМЕЛЬ ВНУТРЕННЕГО ТЯНЬ-ШАНЯ	8
Адиева Р.Н., Жумалиев Н.Э. ВЛИЯНИЕ ВНУТРЕННЕЙ МИГРАЦИИ НАСЕЛЕНИЯ НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ КАРТИНУ ГОРОДА БИШКЕК	14
Анохин П.М., Русинов А.Б. СЛУЖБЫ СВЯЗИ, ИНФОРМИРОВАНИЯ И ОПОВЕЩЕНИЯ О СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЯХ	22
Анохин П.М. БОРЬБА С ЗАГРЯЗНЕНИЕМ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ	29
Антонинва С.Ю. Шубина Л.А. Собенин А.В. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ПРИ ОСВОЕНИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ	35
Болтыров В.Б., Нарышкин Ю.В., Бобина Т.С., Стороженко Л.А., Суваннудом Б. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ	41
Гаев А.Я., Килин Ю.А., Алферов И.Н., Гаев И.А., Голубничая М.С. О ПРИЧИНАХ АВАРИЙ И КАТАСТРОФ НА ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ	50
Гурулев А.А., Орлов А.О., Цыренжапов С.В. РАДИОМЕТРИЧЕСКИЙ СПОСОБ ПОИСКА НАЛЕДЕЙ НА ЛЕДЯНЫХ ПОКРОВАХ ВОДОЕМОВ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК	55
Двинских С.А., Китаев А.Б. УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОД ВОДОИСТОЧНИКОВ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ Г. ПЕРМИ	60
Дуйшеналиев Ч. РОЛЬ ПОЛИТИЧЕСКОЙ ГЕОГРАФИИ В ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЩЕСТВА КЫРГЫЗСТАНА	66
Екимова О.А. Парфенова Л. П. ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ТЕРРИТОРИИ Г. КРАСНОУРАЛЬСКА	74
Ермолаев А.И., Токмаков В.В., Бурмистренко В.А., Козлинеева Л.В., Липская Н.С. ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАПЫЛЕННОСТИ ВОЗДУХА РАБОЧЕЙ ЗОНЫ В ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ АГИНСКОГО ПОДЗЕМНОГО РУДНИКА	80
Жантемирова К.К. ОСНОВНЫЕ ПРИОРИТЕТНЫЕ ВИДЫ ТУРИЗМА В КЫРГЫЗСТАНЕ	87
Железняк И.И., Крылов С.Д., Кодаков Н.А. ДИСТАНЦИОННЫЕ МИКРОВОЛНОВЫЕ МЕТОДЫ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ВЫРАБОТОК В МАССИВАХ ГОРНЫХ ПОРОД ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ	93

Железняк И.И., Свиридов К.К. КРИОГЕННОЕ РАЗРУШЕНИЕ И РАЗМОРАЖИВАНИЕ МАССИВОВ ДИСПЕРСНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД ДЛЯ ИХ РАЗРАБОТКИ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД В УСЛОВИЯХ РЕЗКО КОНТИНЕНТАЛЬНОГО КЛИМАТА ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ	98
Игнатьева М.Н., Коротеев Г. Д., Литвинова А.А. ОТ РЕСУРСНОГО ПОДХОДА К ЭКОСИСТЕМНОМУ	103
Кардапольцева В.В., Качалова А.А. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ В ЮВЕЛИРНО-КАМНЕРЕЗНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	108
Кардапольцева В.В., Мережников А.Н. КАСЛИНСКИЙ ЧУГУННЫЙ ПАВИЛЬОН КАК ОБЪЕКТ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПОДХОДА	115
Карыбаев С.К. , Дуйшеналиев Ч. НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПЛАН ДЕЙСТВИЙ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ СТРУКТУРНОЙ ПЕРЕСТРОЙКИ ЭКОНОМИКИ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ КЫРГЫЗСТАНА	123
Касимов Н. С., Кошелева Н. Е., Алексеенко А. В. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ СОЕДИНЕНИЯМИ ПАУ ПРИ ОТКРЫТОЙ ДОБЫЧЕ БУРОГО УГЛЯ (МЕСТОРОЖДЕНИЕ ШАРЫНГОЛ, СЕВЕРНАЯ МОНГОЛИЯ)	135
Коновалов В.Е. Колчина М.Е. ФОРМИРОВАНИЕ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ В УСЛОВИЯХ УРАЛЬСКОГО ГОРНОПРОМЫШЛЕННОГО РЕГИОНА	143
Кошелева Н. Е., Корляков И. Д., Касимов Н. С. ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЧВ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ЭОЛОВОГО ПЕРЕНОСА УГОЛЬНОЙ ЗОЛЫ В БЛИЗИ Г. УЛАН-УДЭ	150
Кульнев В.В. О РЕЗУЛЬТАТАХ ПРОВЕДЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ БОЛЬШОГО ВАСИЛЬЕВСКОГО ОЗЕРА МЕТОДОМ КОРРЕКЦИИ АЛЬГОЦЕНОЗА В 2014 – 2015 ГГ (ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ АСПЕКТ)	159
Логинов В.Г., Балашенко В.В. МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО И ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ СЕВЕРНОЙ ТЕРРИТОРИИ	166
Мамедов А.Ш. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ОЦЕНКА ТЯЖЕСТИ ТРУДОВОГО ПРОЦЕССА ЛИЧНОГО СОСТАВА ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ	173
Мамедов А.Ш. ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ТРАВМАТИЗМ И ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ КАК СОЦИАЛЬНЫЙ ФАКТОР (НА ПРИМЕРЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ МЧС РОССИИ)	177
Мельчаков Ю.Л., Козаренко А.Е., Суриков В.Т., Архипов М.В. К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ПРИЧИН НА НЕСБАЛАНСИРОВАННОСТЬ ЦИКЛОВ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ	183

**ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ СОЕДИНЕНИЯМИ ПАУ ПРИ ОТКРЫТОЙ
ДОБЫЧЕ БУРОГО УГЛЯ (МЕСТОРОЖДЕНИЕ ШАРЫНГОЛ,
СЕВЕРНАЯ МОНГОЛИЯ)**

**POLLUTION OF SOIL WITH PAH-COMPOUNDS DURING BROWN COAL
OPEN MINING IN NORTHERN MONGOLIA (SHARYNGOL DEPOSIT)**

*Касимов Н. С.¹, Кошелева Н. Е.¹, Алексеенко А. В.²
Kasimov N.S., Kosheleva N.E., Alekseenko A.V.*

¹МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва

²Санкт-Петербургский государственный горный университет

Ключевые слова: мониторинг окружающей среды; экология почв; угледобыча, ПАУ.

Аннотация. Получена оценка загрязнения почв полициклическими ароматическими углеводородами (ПАУ) в зоне влияния угольного разреза в г. Шарынгол в Северной Монголии, где в 2013 г. проведено опробование поверхностного слоя почв. В 20 образцах методом люминесцентно-битуминологического анализа определено содержание 11-ти ПАУ. В почвах городских ландшафтов обнаружены высококонтрастные аномалии ПАУ (бенз(а)пирена, пирена, антрацена, тетрафена и хризена), сформировавшиеся под влиянием выбросов при сжигании угля и выбросов автотранспорта; максимальные концентрации суммы ПАУ обнаружены в зоне малоэтажной жилой застройки. Расчет канцерогенного потенциала показал, что содержания ПАУ в настоящее время не представляют экологической опасности.

Abstract. Assessment of soil contamination by polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in the zone of Sharyngol coal mine influence in Northern Mongolia is performed; sampling of the soil surface layer was conducted in 2013. The content of 11 PAHs was defined in 20 samples by luminescence-bitumenological analysis. High-contrast anomalies of PAHs (benzo(a)pyrene, pyrene, anthracene, tetrafen and chrysene), formed under the influence of coal combustion and vehicle emissions, are found in soils of urban landscapes; the maximum concentrations of the sum of PAHs are found in the area of low-rise buildings. Calculation of the carcinogenic potential showed that contents of PAHs do not currently pose an environmental hazard.

Введение

Добыча полезных ископаемых в Монголии является одним из наиболее динамично развивающихся секторов экономики. На ее территории расположены крупные угольные месторождения – Багануур, Налайх, Таван-Толгой, Шарынгол, Шивээ-Овоо. Разработка угля, осуществляемая монгольскими и иностранными компаниями, относится к наиболее деструктивно влияющим на окружающую среду видам человеческой деятельности. С угледобычей обычно связано существенное загрязнение

горнопромышленных ландшафтов ПАУ, особенно при возгорании отвалов и сжигании угля. ПАУ – высокомолекулярные органические соединения, в структуре которых содержится два и более бензольных кольца. Группа ПАУ включает несколько сотен индивидуальных соединений, многие из которых обладают канцерогенной и мутагенной активностью и представляют опасность для здоровья человека.

Сжигание угля является мощным источником углеводородов в ландшафтах. В отвалах при самовозгорании содержащих пирит горных пород происходит пирогенная эмиссия ПАУ [6]. В углях изначально присутствует некоторое количество ароматических соединений, количество которых резко увеличивается при температурном воздействии за счет последовательной ароматизации и циклизации [8]. В городах дополнительным источником полиаренов являются выбросы автотранспорта, истирание дорожного покрытия и шин [2]. Именно этим обусловлена актуальность исследования состояния ландшафтов в зоне влияния угольных шахт и карьеров. Цель данной работы – оценить загрязнение почв полициклическими ароматическими углеводородами (ПАУ) в зоне влияния угольного разреза в г. Шарынгол в Северной Монголии. Решались следующие задачи: (1) выявить основные источники и пути загрязнения ландшафтов ПАУ при разработке месторождения и другой хозяйственной деятельности; (2) оценить степень геохимической трансформации и экологическую опасность загрязнения почв в зоне влияния угледобычи.

Объект исследования

Район исследования расположен на Орхон-Селенгинском среднегорье, относится к подзоне сухих степей со средней температурой января $-22,4^{\circ}\text{C}$, июля $+20,9^{\circ}\text{C}$ и годовой суммой осадков 286 мм. Под ковыльно-полынными фитоценозами на карбонатных почвообразующих породах формируются тёмно-каштановые мучнисто-карбонатные почвы с мощным (до 20 см) гумусовым горизонтом [4]. Добыча бурого угля в Шарынголе ведётся карьерным способом. Сформированные за 50 лет отвалы в настоящее время занимают около 800 га,

что более чем в 2 раза больше площади города. Отвалы высотой до 30 м служат механическим барьером на пути переноса воздушных масс из города, препятствующим рассеянию поступающих в городские ландшафты поллютантов. В зимний период, когда формируются температурные инверсии и происходят самые значительные по объему выбросы продуктов сжигания угля, средняя скорость ветра в 1,5–2 раза ниже летней, что усиливает загрязнение городских ландшафтов.

Методы и материалы

Опробование почв и техногенных поверхностных образований (ТПО) на исследуемой территории проведено летом 2013 г. Отобрано 65 смешанных (в 3–4 кратной повторности) проб из поверхностного (0–5 см) почвенного горизонта, к которому, как правило, приурочены максимальные концентрации загрязняющих веществ. Съемка по регулярной сетке с шагом 1 км охватывала все основные геохимические ландшафты и типы землепользования, в городской застройке шаг опробования уменьшался до 200–500 м. Образцы почв и ТПО высушивались при комнатной температуре, из них удалялись крупные включения пород и корней, затем они измельчались и просеивались через сито Ø 0,25 мм. Для детального анализа выбраны 20 образцов почв, а также проба шарынгольского угля, в которых методом люминесцентно-битуминологического анализа определено содержание 11-ти ПАУ в Лаборатории углеродистых веществ биосферы географического факультета МГУ.

Для образцов городских почв и ТПО отвалов рассчитаны коэффициенты концентрации полиаренов $K_c = C_{отв.}/C_{ф.}$, осредненные по функциональным зонам и в целом по территории исследования, где $C_{ф.}$, $C_{отв.}$ – содержание индивидуальных ПАУ в фоновых и техногенно нарушенных почвах соответственно. Показатель K_c характеризует уровень загрязнения ТПО отвалов и городских почв по сравнению с фоновыми почвами. Для индикации эколого-геохимического состояния почв и общей структуры их загрязнения ПАУ рассчитывалось отношение суммы замещенных к сумме незамещенных

ПАУ ($\Sigma\text{З}/\Sigma\text{н}$). Антропогенные ПАУ состоят преимущественно из высокомолекулярных незамещенных полиаренов, тогда как в современных донных отложениях и почвах фоновых регионов обнаружены в основном замещенные углеводороды [1]. Экологическая опасность загрязнения почв оценивалась путем расчета для каждой функциональной зоны города канцерогенного потенциала ПАУ, равного сумме токсичных эквивалентов индивидуальных ПАУ по отношению к бенз(а)пирену [5]. Результирующая сопоставлялась с принятой в России ПДК бенз(а)пирена, равной 20 нг/г [3].

Результаты и их обсуждение

В городских почвах Шарыngoла преобладают гомологи нафталина, фенантрен, хризен, пирен, антрацен, тетрафен и бенз(а)пирен (табл. 1). Средняя для рассматриваемой территории величина K_c для рассматриваемых ПАУ составляет 21,7 с локальными максимумами в трансаккумулятивных ландшафтах с малоэтажной застройкой: бенз(а)пирена до 222, пирена до 242, антрацена до 1132, тетрафена до 1745, и хризена до 2953.

Таблица 1

Среднее содержание ПАУ, нг/г (1) в поверхностном (0–5 см) горизонте фоновых и техногенно нарушенных почв Шарыngoла и коэффициенты их концентрации K_c (2)

ПАУ (токсичный эквивалент)	Фоновые почвы	Отвалы карьера		Многоэтажная застройка		Малоэтажная застройка		Аграрные ландшафты	
	1	1	2	1	2	1	2	1	2
Гомологи:									
Нафталина (0,001)	8,22	119	14,5	295	35,9	84,2	10,2	4,8 8	0,59
Бензфлуоренов	0,11	0,11	0,97	0,03	0,23	0,28	2,48	1,3 8	12,2
Фенантрена (0,001)	27,1	103	3,8	233	8,57	550	20,3	5,5 4	0,20
Хризена (0,01)	0,40	7,67	19,23	31,5	79,0	242	606	–	–
Пирена (0,001)	0,64	5,49	8,6	25,2	39,4	41,3	64,6	–	–
Незамещенные:									
Бенз(а)пирен (1)	0,02	0,25	10,6	1,30	54,7	1,29	54,4	–	–
Тетрафен	0,03	4,59	132	17,3	498	15,9	458	–	–
Бенз(ghi)перилен (0,01)	–	1,00	–	18,2	–	6,62	–	–	–

Дифенил	1,18	–	–	15,2	12,9	3,57	3,02	7,4 0	6,27
Антрацен	0,13	1,27	10,10	27,9	222	34,4	274	–	–
Σ замещенных	36,5	236	6,46	585	16,0	918	25,1	11, 8	0,32
Σ незамещенных	1,36	7,11	5,21	79,8	58,5	61,7	45,3	7,4 0	5,43
Общая $\Sigma=\Sigma_3+\Sigma_H$	37,9	243	6,4	665	17,6	980	25,9	19, 2	0,5

*Прочерк означает не обнаружено

Совместное воздействие сжигания угля при отоплении жилых домов и выбросов автотранспорта привели к загрязнению поверхностного горизонта почв и ТПО и формированию аномалий в зонах жилой малоэтажной и многоэтажной застройки (рис. 1). Расположение источников эмиссии – сжигания угля и выбросов автотранспорта – сыграло решающую роль в формировании аномалий. Наибольшие концентрации суммы ПАУ (более 600 нг/г) обнаружены в селитебных ландшафтах, максимальное значение 4146 нг/г зафиксировано в зоне малоэтажной застройки, где уголь постоянно используется в частных домах для отопления и приготовления пищи. Достаточно высокое суммарное содержание ПАУ характерно для зоны многоэтажной застройки (390–930 нг/г), где активно используется автотранспорт, в т.ч. грузовой. Содержание суммы ПАУ в ископаемом угле месторождения Шарыngoл составляет 2780 нг/г. Загрязнение ПАУ при отсутствии самовозгорания и тления отвалов угольного карьера проявилось слабо, их сумма в поверхностном горизонте ТПО варьирует в пределах 90–390 нг/г, т.е. максимальное содержание в отвалах совпадает с минимальным в зоне многоэтажной застройки. Коэффициент концентрации суммы ПАУ в отвалах K_c составляет в среднем 6,4, достигая в отдельных пробах ТПО, отобранных в элювиальных позициях, 10,3.

Отношение суммы замещенных к сумме незамещенных ПАУ Σ_3/Σ_H во всех функциональных зонах превышает значение 1,0. В почвах ненарушенных и слаборазушенных территорий и на отвалах Σ_3/Σ_H достигает максимальных значений – 26,8 и 33,2 соответственно, что говорит о преобладании в них

замещенных низкокольчатых ПАУ природного генезиса. В почвах селитебных ландшафтов отношение Σ_3/Σ_n составляет 7,3 в районах многоэтажной застройки и 14,9 в зоне частных домов, что указывает на значительное участие в их загрязнении незамещенных высококольчатых техногенных ПАУ.

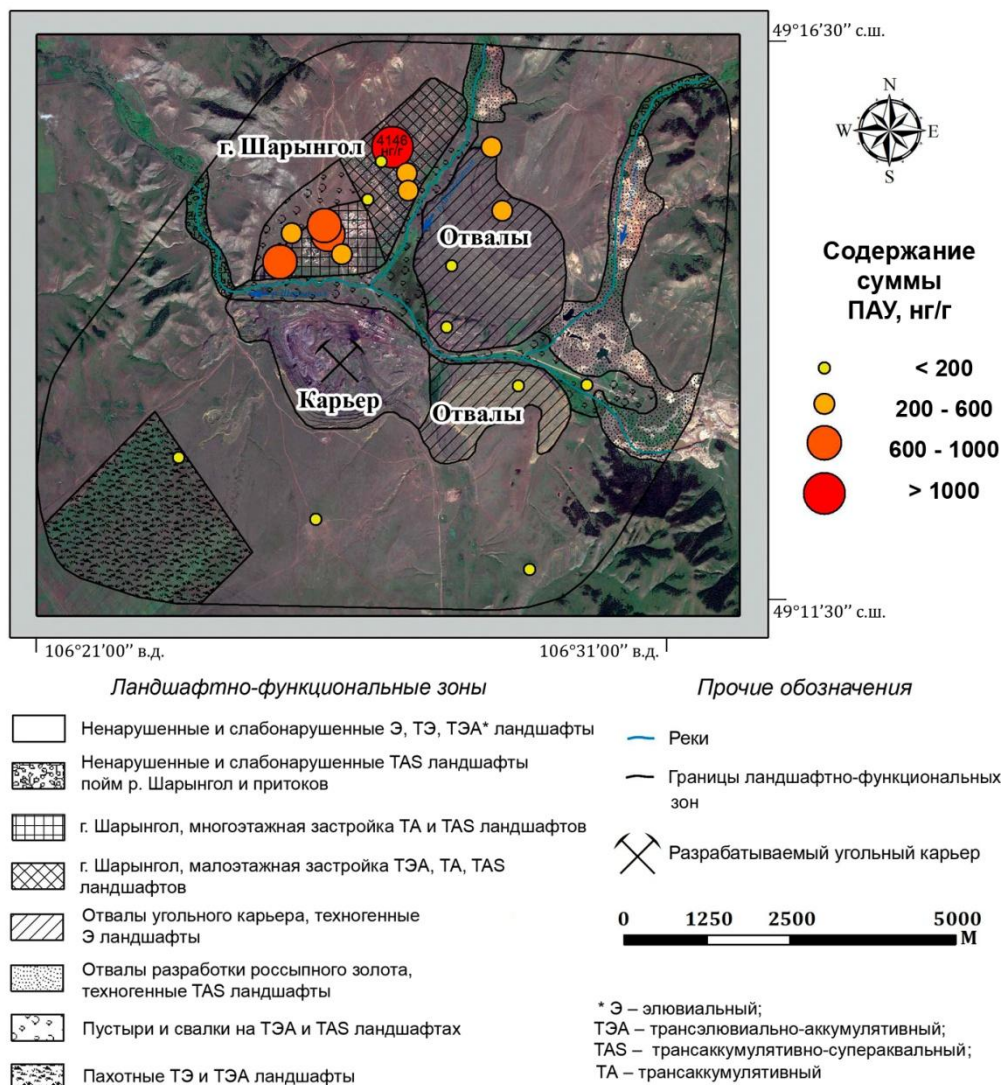


Рисунок 1 – Распределение содержаний суммы ПАУ в почвах и ТПО

Отношение суммы замещенных к сумме незамещенных ПАУ Σ_3/Σ_n во всех функциональных зонах превышает значение 1,0. В почвах ненарушенных и слабонарушенных территорий и на отвалах Σ_3/Σ_n достигает максимальных значений – 26,8 и 33,2 соответственно, что говорит о преобладании в них замещенных низкокольчатых ПАУ природного генезиса. В почвах селитебных ландшафтов отношение Σ_3/Σ_n составляет 7,3 в районах многоэтажной застройки и 14,9 в зоне частных домов, что указывает на значительное участие в их загрязнении незамещенных высококольчатых техногенных ПАУ.

Загрязнение территории оценивалось на основе анализа уровней содержания ПАУ в различных ландшафтно-функциональных зонах (табл. 2). В связи с тем, что величина ПДК установлена только для бенз(а)пирена, опасность загрязнения почв другими ПАУ определена путем вычисления их канцерогенного потенциала. Токсичный эквивалент отдельного ПАУ равен произведению его концентрации на соответствующий коэффициент эквивалентности, установленный для 7 из 11 определенных в пробах ПАУ [7]. Сопоставление с принятой в России ПДК бенз(а)пирена показало, что концентрации всех полиаренов находятся на допустимом уровне и в настоящее время не представляют экологической опасности.

Таблица 2

Суммарное загрязнение городских почв и ТПО отвалов Шарыngoла ПАУ
(канцерогенный потенциал, нг/г)

Функциональные зоны (число проб)	Отвалы угольного карьера (n = 12)		Многоэтажной застройки (n = 10)		Малоэтажной застройки (n = 13)		Пашня (n = 4)	
Канцерогенный потенциал ПАУ, нг/г	<i>mean</i>	<i>min – max</i>	<i>mean</i>	<i>min – max</i>	<i>mean</i>	<i>min – max</i>	<i>mean</i>	<i>min – max</i>
	0,57	0,09 – 1,99	2,35	0,57 – 3,88	4,45	0,09 – 20,0	0,01	-

Выводы

1. Для селитебных ландшафтов Шарыngoла характерна геохимическая специализация, обусловленная влиянием добычи и сжигания углей, а также пылением отвалов, приводящими к формированию техногенных аномалий ПАУ – бенз(а)пирена, пирена, антрацена, тетрафена и хризена.

2. Ведущим фактором пространственной дифференциации углеводородов является расположение и близость к источникам эмиссии. Наиболее интенсивные выбросы ПАУ связаны со сжиганием угля в отоплении города, а также с выбросами автотранспорта, которые достигают максимальных значений в зоне малоэтажной жилой застройки.

3. Расчет канцерогенного потенциала показал, что содержания ПАУ в настоящее время находятся на уровне ниже ПДК и не представляют экологической угрозы.

Благодарности

Полевые исследования выполнены при поддержке Совместной российско-монгольской комплексной биологической экспедиции РАН и АН Монголии, химико-аналитические работы и интерпретация данных – по гранту РФФИ № 14-27-00083. Авторы благодарны к.г.н. А.С. Цибарт за содействие в проведении химико-аналитических работ. Авторы признательны академику Ч. Дугаржаву и губернатору сомона Шарынгол А. Довдонийну за поддержку полевого этапа работ.

Список источников

1. Геннадиев А.Н., Пиковский Ю.И., Чернянский С.С., Алексеева Т.А., Ковач Р.Г. Формы и факторы накопления полициклических ароматических углеводородов в почвах при техногенном загрязнении (Московская область) // Почвоведение. 2004. № 7. С. 804–818.
2. Геохимия полициклических ароматических углеводородов в горных породах и почвах / Под ред. А.Н. Геннадиева и Ю.И. Пиковского. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1996. 188 с.
3. ГН 2.1.7.2041-06 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве». М.: 2006.
4. Краснощёков Ю.Н. Почвенный покров и почвы горных лесов Северной Монголии. Новосибирск: Наука, 2013. 196 с.
5. Никифорова Е.М., Кошелева Н.Е. Полициклические ароматические углеводороды в городских почвах (Москва, Восточный округ) // Почвоведение, 2011, № 9, с. 1114-1127.
6. Цибарт А.С., Геннадиев А.Н. Полициклические ароматические углеводороды в почвах: источники, поведение, индикационное значение (обзор) // Почвоведение. 2013. №7. С. 788-802.
7. Malcolm H.M., Dobson S. The calculation of an environmental assessment level (EAL) for atmospheric PAHs using relative potencies / Department of the Environment, London, UK, 1994. P. 34–46.
8. Wang R., Liu G., Chou C.-L., Liu J., Zhang J. Environmental Assessment of PAHs in Soils around the Anhui Coal District, China // Archives of Environmental Contamination and Toxicology. 2010. V.59. P.62-70.

Научное издание

**Экологическая и техносферная безопасность
горнопромышленных регионов:
Труды IV Международной научно-практической конференции**

Редактор: Семячков А.И.

Подписано к печати _____
Формат 60х84 1/16. Уч.-изд. Л. 20,2. Бумага типографская
Усл. печ. л. 18, 13 Тираж _____ экз.
Заказ № _____

620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»
Информационно-издательский центр