

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
ЯМАЛО-НЕНЕЦКИЙ АВТОНОМНЫЙ ОКРУГ

НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК
Ямало-Ненецкого автономного округа

Выпуск № 3 (104)

УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ АРКТИКИ

Салехард
2019

УДК 631.95(571.121)
ББК 63.3:65.28(Рос-6Яма)
Н 34

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Синицкий
Антон Иванович
Вороненко
Александр Григорьевич
Лобанов
Андрей Александрович
Агбалян
Елена Васильевна
Колесников
Роман Александрович
Моргун
Евгения Николаевна
Петрашова
Дина Александровна
Серебрякова
Руслана Вячеславовна
Сухова
Екатерина Александровна

директор ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики», к.г.-м.н.;

заместитель директора ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики», к.п.н.;

заместитель директора ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики», д.м.н.;

заведующий научно-исследовательским сектором эколого-биологических исследований ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики», д.б.н.;

заведующий научно-исследовательским сектором геолого-географических исследований ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики», к.г.н.

научный сотрудник сектора геолого-географических исследований ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики», к.б.н.;

ученый секретарь Научно-исследовательского центра медико-биологических проблем адаптации человека в Арктике Кольского научного центра РАН, к.б.н.;

переводчик – ведущий научный сотрудник сектора регионоведения ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики», к.фил.н.;

корректор – младший научный сотрудник сектора социально-гуманитарных исследований ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики».

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Абакумов
Евгений Васильевич
Богданов
Владимир Дмитриевич

Головнев
Андрей Владимирович
Егоров Александр
Анатольевич

Кошкарева
Наталья Борисовна
Кириллов
Владимир Викторович

профессор кафедры прикладной экологии биологического факультета Санкт-Петербургского государственного университета, д.б.н.;

директор Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук, член-корреспондент Российской академии наук, д.б.н.;

директор Музея антропологии и этнографии им. Петра Великого (Кунсткамера) Российской академии наук, член-корреспондент РАН, д.ист.н., профессор;

заведующий кафедрой биогеографии и охраны природы Санкт-Петербургского государственного университета, доцент кафедры Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета ботаники и дендрологии, к.б.н.;

главный научный сотрудник Института филологии Сибирского отделения Российской академии наук, д.фил.н.;

заведующий лабораторией водной экологии Института водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук, к.б.н.

Н 34



УДК 631.95(571.121)
ББК 63.3:65.28(Рос-6Яма)

© Государственное казенное учреждение Ямало-Ненецкого автономного округа «Научный центр изучения Арктики»

СОДЕРЖАНИЕ

Моргун Е.Н., Абакумов Е.В.

ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В ЯНАО: РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ (1932-2019 ГГ.).....4

Ковешников М.И., Крылова Е.Н., Красненко А.С.

ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗООБЕНТОСА В ОЗЕРЕ БОЛЬШОЕ ЩУЧЬЕ (ПОЛЯРНЫЙ УРАЛ).....10

Громадский А.Н., Арефьев С.В., Волков Н.Г., Камнев Я.К., Сеницкий А.И.

ДИСТАНЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ ЗА ТЕМПЕРАТУРНЫМ РЕЖИМОМ ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ ПОД ЗДАНИЯМИ Г. САЛЕХАРД.....17

Свириденко Б.Ф., Мурашко Ю.А., Свириденко Т.В.

МОНИТОРИНГ ПОПУЛЯЦИЙ ПОЛУШНИКА ЩЕТИНИСТОГО ISOETES SETACEA В ПРИРОДНОМ ПАРКЕ «НУМТО» (ХАНТЫ-МАНСИЙСКИЙ АВТОНОМНЫЙ ОКРУГ – ЮГРА).....22

Митько А.В.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА В УСЛОВИЯХ НОВОГО ЭТАПА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ.....29

Агбалян Е.В., Шинкарук Е.В., Попова Т.Л., Максименко Ю.И.

ЭССЕНЦИАЛЬНЫЕ И ТОКСИЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ В БИОСУБСТРАТАХ ЖИТЕЛЕЙ ПОЛУОСТРОВА ЯМАЛ.....35

Попова Т.Л., Агбалян Е.В., Шинкарук Е.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И АДАПТИВНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ГОРОДСКОГО НАСЕЛЕНИЯ ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА.....46

Солодовников А.Ю., Солодовникова З.А.

ДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ПОКАЗАТЕЛИ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА В НАЧАЛЕ 3-ГО ТЫСЯЧЕЛЕТИЯ.....52

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ.....60

ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В ЯНАО: РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ (1932-2019 ГГ.)

AGRICULTURAL RESEARCH AND CROP YIELDS IN THE YAMAL-NENETS AUTONOMOUS DISTRICT: RETROSPECTIVE ANALYSIS (1932-2019)

Аннотация. В работе сделан ретроспективный анализ 87-летней динамики плодородия почв пахотных и залежных земель Ямало-Ненецкого автономного округа, исследована урожайность различных сельскохозяйственных культур, возделываемых на территории округа. Пахотные земли размещаются на территории ЯНАО неравномерно, их суммарная продуктивная площадь составляет около 4,8 %.

Abstract. The article provides a retrospective analysis of the 87-year dynamics of soil fertility in arable and fallow lands of the Yamal-Nenets Autonomous District. The productivity of various crops cultivated in the district was studied. Arable land is unevenly distributed in the territory of the Yamal-Nenets Autonomous District; the total productive area is about 4.8%.

Ключевые слова: урожайность, сельское хозяйство, Ямал, пахотные почвы, огороды, залежные почвы, агроценозы, криогенные экосистемы.

Keywords: productivity, agriculture, Yamal, arable soils, vegetable gardens, fallow soils, agro-ecosystems, cryogenic ecosystems.

Принятие в 2018 г. Федерального закона «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» накладывает на регионы РФ особые обязательства по локализации сельскохозяйственной продукции и внедрению лучших практик органического земледелия, что особенно важно для удаленных и частично изолированных в логистическом смысле регионов, к которым относится и Ямало-Ненецкий автономный округ.

Переход к высокопродуктивному и экологически чистому агрохозяйству, разработка и внедрение систем рационального применения средств химической и биологической защиты сельскохозяйственных растений и животных, хранение и эффективная переработка сельскохозяйственной продукции, создание безопасных и качественных, в том числе функциональных, продуктов питания невозможно без глубокого анализа ресурсов почв и почвенного покрова залежных и пахотных земель.

Действующие и залежные агроэкосистемы являются уникальными объектами, которые представлены моделями развития, деградации, продеградации и, в целом, – эволюции компонентов биогеоценозов во времени и пространстве в связи с разнонаправленной динамикой агрогенного воздействия в течение XX века на территории РФ. Ямало-Ненецкий автономный округ в этом смысле представляет особый интерес, поскольку здесь происходило как масштабное освоение земель, так и неконтролируемый перевод их в залежное состояние и выведение их из залежного состояния в последнее время. Имели место также процессы осушения и интенсивной мелиорации.

Согласно официальным источникам в настоящее время в России выведено из оборота и не используется от 30 до 40 млн га пашни, которая переводится в залежь и трансформируется под влиянием естественных и антропогенных процессов почвообразования, саморазвития почв, зарастания лесом, задернения, залужения, заболачивания и др. [1; 2].

Несмотря на экстремальные природно-климатические условия, наличие ледовых явлений в течение 8-10 месяцев в году, очаговый характер промышленно-хозяйственного освоения территории, Ямало-Ненецкий автономный округ также располагает достаточной возможностью обеспечения населения основными сельскохозяйственными культурами, возделываемыми в условиях Крайнего Севера (овощи, ячмень, многолетние травы). В качестве важного фактора развития сельскохозяйственного производства в ЯНАО выступает совершенствование эффективности использования агропотенциала природного и эффективного плодородия пахотных и залежных почв в соответствии их эколого-генетическим статусом, гранулометрией, с учетом среднесуточных гидротермических климатических показателей (степень увлажненности, гидротермика теплого периода, количество осадков холодного периода, фациальные особенности их усвоения почвами). Еще в 1933 году академик И.Г. Эйхфельд в книге «Борьба за Красный Север» писал: «Надо бы подвергнуть критическому пересмотру все старые установки в отношении сельскохозяйственных возможностей на Крайнем Севере» [3].

Опыт успешного агропроизводства, в том числе овощеводства и картофелеводства, в Арктическом поясе имеется, о чем свидетельствует регулярное рассмотрение этого вопроса на Circumpolar Arctic conferences, которых уже состоялось 10. На этих конференциях крайне слабо представлены работы по земледелию на Крайнем Севере в России. Тем не менее, овощеводство распространено даже в Гренландии, в связи с чем актуализация практик земледелия в ЯНАО является весьма актуальной и вероятной.

Невзирая на сравнительно длительную историю зауральского и северного овощеводства – около четырех веков – выращивание сельскохозяйственных культур в Северном Зауралье до настоящего времени прогрессировало мало. Первые упоминания о разведении капусты, лука, огурцов, брюквы на тобольском Севере (на территории нынешнего города Салехарда) встречаются в 1907 году в трудах А.А. Дунина-Горкавича [4]. В 1932 года в городе Салехарде создана Ямальская зональная овощная опытная станция Всесоюзной Академии сельскохозяйственных наук им. В.И. Ленина (с 1938 года переименована в Салехардскую комплексную зональную опытную станцию института Полярного земледелия, животноводства и промыслового хозяйства). На станции осуществлялись масштабные опытные работы в области растениеводства, почвоведения и агрономии: разработка агротехнических мероприятий, подбор, выведение новых ценных сортов зерновых, овощных и кормовых культур, – вплоть до 2007 года, когда научные работы постепенно были свернуты [5-14].

В ЯНАО существовали десятки хозяйств, занимавшихся земледелием, большая часть из них прекратила свое существование, а почвы и угодья перешли в залежное состояние. Имеется также ряд теплиц, как действующих, так и заброшенных, которые представ-

ляют интерес для изучения почвенных процессов и параметров плодородия в условиях закрытого грунта. На сегодняшний день, по данным департамента агропромышленного комплекса, из 31 предприятия АПК ЯНАО, целенаправленным выращиванием сельскохозяйственных культур занимаются 7 (МСП «Мужевское», МУП «СХК «Ноябрьский», ООО Агрофирма «Приполярная», АО «Совхоз Пуровский», ООО «Агрофирма «Толькинская», ООО «Ямальский картофель», ИП Степаненко Т.О.). Посевные площади на 2017 год по ЯНАО составляли 28,7 га открытого грунта и 2854 м² закрытого грунта (под теплицы). В 2018 году эти показатели несколько увеличились: 36 га под поля и огороды и 4012 м² – под тепличных культур. В 2019 г. – 38 га и 4012 м² соответственно. Таким образом, суммарная площадь продуктивных агроценозов в ЯНАО составляет около 4,8 %.

Для жителей Крайнего Севера, где короткое лето и очень суровая, продолжительная зима с полярной ночью, крайне необходимы свежие овощные культуры, учитывая в них высокое содержание витаминов и наличие других биологически активных веществ. При транспортировке овощей из других регионов, часть ценных свойств теряется. В связи с чем, возобновление активного выращивания сельскохозяйственных культур на территории ЯНАО округа дополнительно актуализируется.

Поэтому для ЯНАО, где количество почв, перешедших в залежное состояние является критическим для дальнейшего устойчивого существования агропромышленного комплекса, необходимо комплексное изучение агропотенциала природного и эффективного плодородия как пахотных, так и залежных почв на различных стадиях постантропогенной эволюции в соответствии с их эколого-генетическим статусом.

Материалы и методы. Подходы к решению данной проблемы основаны на использовании сравнительно-географического, эколого-экономического, картографического и других методов по принципу анализа и обобщения обширного фактического материала, собранного с ретроспективой в 87 лет.

Полученные результаты и обсуждения.

В 1933 году площадь возделываемого участка Ямальской зональной овощной опытной станции составляла около 60 га слабоструктурированных легкосуглинистых почв на супесчаной материнской породе (в 2,5 км от Салехарда вверх по коренному берегу р. Полуй) [15]. И хотя для данного опытного хозяйства характерно было «отсутствие научной работы по строго выдержанной методике с недостаточным количеством квалифицированных кадров, научных и вспомогательных работников, наличие строго не выдержанных сроков закладки опытов, чаще с задержками», первые результаты уже были получены. А полноценная обработка участка началась в 1933 году [16]. Первый посев – в 1934 году. Удобрения вносили в виде перепревшего навоза из расчета 80 т/га. В 1936 году участок удобряли уже выборочно. Сотрудниками начаты опыты по изучению применения различных доз удобрений (суперфос-

фат, костяная мука, калийная соль, зола). Весной 1937 года внесли перегной 100 т/га с последующей заправкой на глубину 18 см и песчаную золу (1 т/га) под борозду. К сожалению, книги истории опытного участка в то время не велось. Также отсутствовали планы размещения культур и внесения минеральных удобрений.

В 1937 году возделывали такие культуры как: редис, репа, редька, картофель, капуста (кочанная, цветная, кольраби, брюква), свекла, репа, вика-овсяная смесь [16]. Несмотря на обильное внесение золы (4 т на 1 га) кислотность почвы продолжала оставаться довольно высокой. При этом отмечалось влияние неблагоприятных условий на урожай сельскохозяйственных культур – медленное оттаивание почвы и избыточная влажность в период весеннего сева, наличие пестроты фона, высокая кислотность почвы, раннее появление заморозков, небольшое количество осадков и неравномерное их распределение за вегетационный период, появление капустной мухи (почти вся капуста в 1937 г. пропала). Еще одним лимитирующим фактором стало неправильное размещение культур по предшественнику. Но, невзирая на все эти факторы, урожайность составляла: брюквы – 27,6-19,3 ц/га, капусты – 80-72 ц/га, репы – 250-241 ц/га, редьки – 180-117 ц/га, турнепса – 350-338 ц/га, свеклы – 106 ц/га, картофеля – 117 ц/га, лука-севок на репку – 53 ц/га, гороха – 180-165 ц/га.

Аналогичная ситуация наблюдалась и на других пахотных землях округа: так, в период 1933-1949 гг. удобренные навозом пахотные участки Шурышкарского района (поля колхоза «Заря», поселок Горки) ежегодно давали стабильные урожаи: картофель – до 25 тонн/га, капуста – до 30 т/га, репа – до 30 т/га, ячмень – до 2 т зерна с 1 га. Ежегодно скашивали до 2-3,5 т с 1 га разнотравного сена: по прирусловым полосам на левом берегу Большой Оби, по притокам Кольга-поол, Кантор, Выл-посл – мятликовое сено, по притокам «Унтас», Кольчин-ао, Рынгин – сено полевицы белой. Крупнотравные луга (крупностеблевые злаки – нейник и канареечник) давали до 3,5 т/га сена. Наиболее богатые участки – до 6 т сена/га. На пойме (осоково-вейниковые луга) – 2,2-3 т/га [17].

По другим хозяйствам округа урожайность овощных культур за 1937-1938 гг. составляла: капуста белокочанная – 91 ц/га (Салехардский совхоз), 17,28-15,26 ц/га (Салехардская неуставная артель) и 13,06 ц/га (Аксарковская трудовая артель); репа – 100,22 ц/га, 32,7-29,58 ц/га и 72,0 ц/га соответственно. Кроме того, в Салехардском совхозе урожайность брюквы достигала 61,0 ц/га, кольраби – 13,0 ц/га, моркови – 73 ц/га, редьки – 31 ц/га [16].

В 1945 году урожай картофеля (яровизация) не превышал 25,5 ц/га [18].

Итоги уборки урожая по колхозам округа (общая площадь полей – 246 га) в 1948 году составили: Салехардский горсовет (картофель – 43,35 ц/га, капуста – 115,6 ц/га, прочие овощи – 4,2 ц/га); хозяйства Шурышкарского района (картофель – 5,8 ц/га, капуста – 135,5 ц/га, прочие овощи – 19,82 ц/га, парниковые

культуры – 8,8 ц/га, тепличные – 9,1 ц/га); хозяйства Приуральского района (картофель – 64 ц/га, капуста – 115 ц/га, прочие овощи – 8,7 ц/га, парниковые культуры – 8,0 ц/га, тепличные – 10 ц/га); хозяйства Надымского района (картофель – 8,5 ц/га, прочие овощи – 0,7 ц/га); хозяйства Тазовского района (прочие овощи – 3,0 ц/га); хозяйства Красноселькупского района (картофель – 29 ц/га, прочие овощи – 0,4 ц/га). Таким образом, средняя урожайность по округу составляла: картофель – 100,6 ц/га, капуста – 125 ц/га, прочие овощи – 14,5 ц/га, парниковые культуры – 8,5 ц/га, тепличные – 9,8 ц/га [19]. А в таких колхозах, как «Заря» (п. Горки, Шурышкарский район) с 1 га собрано по 235 ц/га картофеля; «Путь Ленина» (с. Мужы, Шурышкарский район) – 200 ц/га. Вновь раскорчевано по колхозам 21 га [20].

В 1956 году за колхозами ЯНАО было закреплено 84 тыс. га, которые использовались не полностью. Так, согласно отчетных материалов, из 56,8 тыс. га сенокосов было освоено только 8,6 тыс. га или не более 15 %. Урожайность лугов колебалась от 8 до 30 ц/га в зависимости от видового состава и расположения района. В северных районах ЯНАО отмечалась более низкая производительность лугов, чем в южных. Урожай овса на силос составлял до 250 ц/га зеленой массы (при совместном внесении навоза 40 тонн на га) и минеральных удобрений. Урожайность ячменя – от 15 до 30 ц/га [21].

Максимальная урожайность сельскохозяйственных культур в 1952-1959 гг. составляла: ячмень на зерно – 21,0 ц/га (1955 г), однолетние травы – 172 ц/га (1954 г) и 124,2 ц/га (1959 г), картофель – 212 ц/га (1957 г) и 245,6 ц/га (1959 г), овощи – 244 ц/га (1954 г) и 421,1 ц/га (1959 г), в том числе капуста – 662,7 ц/га (1959 г).

За этот период площади полей в ЯНАО под картофель уменьшились с 250,0 га (в 1952 г) до 125,0 га (в 1959 г); под капусту – увеличились с 3,5 га (1952 г) до 6,27 га (в 1959 г). Площади парниковых рам увеличились от 1424 м² (1952 г) до 2537 м² (1959 г), а площади теплиц – от 1112 м² (1952 г) до 1636 м² (1959 г) [22].

До 1962 г. единственной силосной культурой был овес [23].

Максимальный урожай турнепса (сорт Бортфельдский) составил 350 ц/га (1938 г), репы (сорта Соловецкая и Карельская) – 250 ц/га (в 1938 г). Урожай брюквы за 1944-1946 гг. – 68-70 ц/га; урожай капусты (сорт Мозговая зеленая Сиверская) – 258,4 ц/га.

В 1962-1964 гг. выращивали уже 3 сорта мальвы. Максимальную урожайность дала Мальва курчавая – 470 ц/га в 1962 г [23].

Урожай других культур составил: кормовые бобы (зеленая масса): 68,7-25,3 ц/га (в среднем за 2 года – 58 ц/га). Тогда как овес – 147 ц/га, горох – 191 ц/га. Горох – 100-264 ц/га (1963-1964 гг.). Гибридная брюква (1963-1964 гг.): урожай корнеплодов – 440 ц/га. Урожай ботвы – 336 ц/га. Горчица белая – 210-245 ц/га, редька масличная 192-378 ц/га (зеленая масса), кормовые

кольраби – 297-401 ц/га, рапс озимый (зеленая масса) – 152-601 ц/га [23].

Многие исследователи, занимающиеся вопросами земледелия на Севере (акад. Н.И. Вавилов, И.Г. Эйхфельд, Ю.А. Ливеровский, Е.И. Цыпленкин, М.Ф. Шробиндер, и др.) считают, что основой развития земледелия на Севере должно стать искусственное внесение достаточного количества органоминеральных удобрений. Отмеченные особенности почв Севера подтверждаются исследованиями на Ямальской опытной сельскохозяйственной станции [24]. Агрохимическими анализами было установлено, что внесение навоза и минеральных удобрений эффективно сказывается на повышении плодородия почвы и росте урожайности, внесение минеральных удобрений по навозному фону обеспечивает сравнительно большой запас азота, фосфора и калия.

В 1971 г. валовые урожаи сортов и сеянцев картофеля были 76,5-100,7 ц/га. Урожайность картофеля на контрольном варианте – 79,56 ц/га (104,04 ц/га – валовый урожай). Урожайность капусты – 163,5-186,2 ц/га, репы (план) – 150 ц/га, редиса (в пленочной теплице) – 2,500 кг с 1 м² (площадь делянки – 5,2 м²); лука на перо – 19,7 кг с 1 м² (площадь делянки – 6,75 м²); огурцов – 10 кг с 1 м², зеленой массы овса – 96,3 ц/га, урожай сена – 17,1 ц/га. Репа – погибла по причине неблагоприятных метеорологических условий (акт от 20 июля 1971 г., г. Салехард) [25].

В 1974 г. урожайность сеянцев и гибридов картофеля (52 вида) составляла 330,0 ц/га – 158,3 ц/га (в зависимости от сорта). Предшественником был картофель. Поле вспахано 19 июня 1974 г. безотвальным плугом, Под боронование внесены минеральные удобрения из расчета на 1 га (20 июня 1974 г.): аммиачной селитры – 3,0 ц, суперфосфата – 2,5 ц, калийной соли – 2 ц. Закладка опыта произведена 23 июня 1974 г. Урожай огурцов – 7,5 кг с 1 м².

Урожайность картофеля составила 522,40 ц/га, капусты – 726,10 ц/га, редиса – 115,90 ц/га, редьки – 626,00 ц/га, моркови – 388,80 ц/га; лука на перо – 16,40 кг/м², огурцов – 7,50 кг/м², томатов – 2,00 кг/м². Максимальный урожай зеленой массы овса получен в варианте навоз+ NPK по извести и составил 154,3 ц/га [26].

В 1976 г. урожай зеленой массы трав составил 106 ц/га (контроль – 14,5 ц/га). Урожай картофеля в 1975 г. – 139,0 ц/га, в 1976 – 319,6 ц/га. Урожай гибрида брюквы Куузипу: корнеплоды – 382,9 ц/га, ботва – 383,9 ц/га, общий – 766,7 ц/га. Урожай зеленой массы овса – 214,0 ц/га [27]. Урожай кольраби – 278,3 ц/га, брюквы – 572,5 ц/га, турнепса – 154,4 ц/га, гибрида брюквы Эско – 713,6 ц/га, репы – 81,7 ц/га [28].

Урожай зеленых культур в переносной пленочной теплице: чабера – 2,620 кг/1 м², скорпионера – 3,1 кг/1 м², базилика – 2,130 кг/1 м², мелиссы – 2,9 кг/1 м², огуречной травы – 7,0 кг/1 м², аниса – 2,150 кг/1 м², тмина – 2,0 кг/1 м², фенхеля обыкновенного – 5,5 кг/1 м², фенхеля овощного – 5,2 кг/1 м², щавеля широколистного – 4,750 кг/1 м², щавеля крупнолистного – 4,6 кг/1 м², щавеля

одесского – 5,0 кг/1 м², щавеля алтайского – 4,350 кг/1 м², щавеля местного (Казахстан) – 4,9 кг/1 м², щавеля майкопского – 6,1 кг/1 м², ревеня циклоп – 3,0 кг/1 м², ревеня Виктория – 5,8 кг/1 м², кориандра огородного – 10,4 кг/1 м², бамии Ереванской – 2,2 кг/1 м², укропа – 6,0 кг/1 м², петрушки – 4,3 кг/1 м². Мята перечная и мята курчавая не возли [29].

В коллекционном питомнике, заложенном в 1981 г., были выделены многолетние и однолетние кормовые культуры. Из 1-летних кормовых культур высший урожай отмечался: мальва Гибридная-5 – 533,0 ц/га, рапс яровой – 525 ц/га, редька масличная – 509,3 ц/га. Из многолетних наивысшими были урожаи у костреца безостого и волоснеца сибирского. Урожай рапса ярового (зеленая масса) зависел от сроков посева: на первом сроке – 283,1 ц/га, на втором сроке – 167,2 ц/га, на третьем сроке – 116,0 ц/га [30].

Максимальные урожайности отмечались: в 1955 г. урожай белокачанной капусты – 400 ц/га, в 1959 г. урожай картофеля – 246 ц/га, капусты – 650 ц/га [14].

За 1990-2010 гг. информации очень мало или она отсутствует [31].

В 2012 году сотрудниками ГНУ ВНИИ Ветеринарной энтомологии и арахнологии (г. Тюмень) проведено картирование сельскохозяйственных угодий Пуровского, Приуральского и Шурышкарского районов Ямало-Ненецкого автономного округа для ведения экологически чистого картофелеводства. Определен перечень сортов картофеля, способных давать максимальный урожай на почвах исследуемых районов (9 сортов, превышающие стандарт): Хибинский ранний (от 4,1 до 12,4 т/га): Удача (от 14,4 до 26,4 т/га), Фамбо (от 13,4 до 29,8 т/га), Универсал (от 13,4 до 26,9 т/га), Жуковский (от 15,2 до 32,4 т/га), Никита (от 15,2 до 34,2 т/га), Барон (от 16,1 до 29,3 т/га), Новичок (от 16 до 19 т/га), Восход (от 12,5 до 23,8 т/га), Мечта (от 13 до 24,4 т/га). Устойчивые показатели в условиях ЯНАО получены от сортов Мутаген Агрия от (12,4 до 22,4 т/га) и Ямальский ранний (10,1 до 18,4 т/га). Отмеченные сорта имеют и высокую скороспелость [32].

В 2017-2018 гг. по данным департамента АПК ЯНАО урожайность картофеля по округу составила: МСП «Мужевское» (Шурышкарский район) – 85,8 ц/га (2017 г), 83,3 ц/га (2018 г); ООО «Агрофирма «Приполярная» (Красноселькупский район) – 81,6 ц/га (2017 г), 193 ц/га (2018 г); ООО «Агрофирма «Толькинская» (Красноселькупский район) – 86,25 ц/га (2017 г), 87,5 ц/га (2018 г); ООО «Ямальский картофель» (г. Салехард) – 86,14 ц/га (2017 г), 85,7 ц/га (2018 г); ИП Степаненко Т.О. (г. Салехард) – 85,72 ц/га (2017 г), 100 ц/га (2018 г). Средняя урожайность по ЯНАО – 85,23 ц/га (2017 г), 100,42 ц/га (2018 г), план на 2019 г. – 98,69 ц/га. Урожайность овощей открытого грунта, выращиваемых ООО «Агрофирма «Приполярная» (Красноселькупский район) – 79,4 ц/га (2017 г), 41,6 ц/га (2018 г).

Проведенные ретроспективные исследования динамики плодородия пахотных почв и залежных земель ЯНАО показали, что многие из них (в том числе

залежные почвы) характеризуются довольно высоким уровнем актуального плодородия [33-35]. Это отличает их от таковых в бореальном поясе. В случае тундры и лесотундры элементы питания растений долгое время остаются в составе почвенного поглощающего комплекса. Напротив, в условиях тайги, где доминирует промывной водный режим, почвы быстро теряют элементы питания. Наиболее динамично изменяется показатель кислотность тундровых залежных почв. Наиболее стабильный показатель – содержание гумуса, что свидетельствует о низких темпах гумификации.

Выводы и рекомендации.

Агроэкологические вопросы и проблемы сельскохозяйственного производства актуализируются в связи с локализацией земледелия, в том числе, органического, на Крайнем Севере. Параметризация процессов почвообразования является важнейшей задачей фундаментального и прикладного почвоведения

с целью управления почвенными ресурсами в суровых климатических и сложных криологических условиях. Параметризация процессов необходима для их количественной и качественной оценки, что в дальнейшем может быть использовано для управления процессами и агроэкологическим потенциалом агроэкосистем. Эта задача решается несколькими путями: (1) параметризация компонентов почвообразовательного потенциала среды, (2) бонитировка почв, (3) оценка экосистемных сервисов (услуг), в том числе, функциональных, депозитарных, пространственных, обеспечивающих и ресурсных.

Полученные данные об урожайности сельскохозяйственных культур в условиях Крайнего Севера должны лечь в основу системы бонитировки почв агроландшафтов ЯНАО. С учетом географической и агроэкологической специфики почвенного покрова ЯНАО система бонитировки почв должна быть регионально-адаптированной.

ЛИТЕРАТУРА

1. Люри Д., Горячкин С., Караваева Н. и др. Динамика сельскохозяйственных земель России в XX веке и постагрогенное восстановление растительности и почв. М, Геос, 2010. – 416 с.
2. Иванов И.В., Александровский А.Л., Макеев А.О. и др. Эволюция почв и почвенного покрова. Теория, разнообразие природной эволюции и антропогенных трансформаций почв. М. ГЕОС. 2015. – 915 с.
3. Борьба за Крайний Север: крат. итоги работы Поляр. отд-ния ВИР, 1923–1933. — Л.: ВИР, 1933. — 45 с.
4. ФМ-90-4-204. Черных Н.И., Громик В.Д. Рекомендации по выращиванию овощей на пришкольном участке в условиях Обского Севера. – 1986 г. – 74 с.
5. Кошелева И.Т., Толстухина А.С. К вопросу об окультуривании почв Северного Приобья// Почвоведение. 1957. – №2. – С.78-82.
6. Каплюк Л.Ф. Некоторые свойства глеевато подзолистых почв Северного Приобья в районе Салехарда // Почвоведение. – 1964. – № 12. – С. 48 -58.
7. Филппова Л.Н. Формирование культурных луговых ценозов при освоении лесотундры в районе Салехарда: Автореф. дис. канд. с.х. наук., Л., 1966. – 29с.
8. Черных Н.И. Опыт освоения лесотундровых почв под сельскохозяйственные культуры// Сельское и промысловое хозяйство Ямало-Ненецкого национального округа: Тр. Ямальский СХОС. – Т.2. – Салехард, 1977. – С. 14-19.
9. Демин А.П. Влияние минеральных удобрений на продуктивность травостоя в пойме реки Обь// Сиб. вестник с.-х. науки. 1984. – № 6. – С. 41-45.
10. Тихановский А.Н. Рапс урожайный на Обском Севере // Урал. нивы. – 1991. – № 1. С.21.
11. Пуртов Г.М. Сельскохозяйственное освоение Обского Севера. Новосибирск: Наука, 1994. – 320 с.
12. Исекеев И.И., Тихановский А.Н. Возделывание кормовых культур на Ямале/ РАСХН. Сиб. отд-ние. Новосибирск, 1997. – 252 с.
13. Мальцева А.В. Урожайность и качество клубней сортов картофеля на Крайнем Севере Тюменской области / А.В. Мальцева // Агропродовольственная политика России. 2012. – №12. – С. 46-48.
14. Тихановский А.Н. Болезни картофеля в условиях крайнего севера// Защита картофеля. – 2018. – №1. – С. 3-5.
15. ФМ-90-4-2. Отчет агронома С.А. Малыгина на тему «Становление и развитие овощной опытной станции». – 1936 г. – 106 с. «Отчет о работе в течение лета 1932 г. при хозяйстве Сельхозкомбината научного сотрудника ВИРА М.И. Куричева».
16. ФМ-90-4-5. Отчет о работе отдела овощеводства открытого грунта при Салехардской комплексной зональной опытной станции ГУСМП. – 1938 г. – 58 с.
17. ФМ-90-4-27. Научный отчет М.К. Барышников на тему «Земельно-луговые фонды ЯНАО (1933-1949 гг.)». – 1949 г. Салехардская комплексная зональная опытная станция – 133 с.
18. ФМ-90-4-21. Отчет о научно-исследовательской работе сельскохозяйственной опытной станции за 1945 г. – 51 с.
19. ФМ-90-4-25. Отчеты о научно-исследовательской работе. Решения Ученого совета Ямальской опытной сельскохозяйственной станции. Отчет об итогах уборки урожая. Методические указания, инструкции, акты проверки станции. – 1949 г. – 63 с.
20. ФМ-90-4-24. Отчет о научно-исследовательской работе станции за 1948 г. – 232 с.
21. ФМ-90-4-56. Организационные и агротехнические мероприятия, обеспечивающие

в колхозах и совхозах ЯНАО максимальный выход продукции при наименьших затратах труда и материальных средств. – Ямальская опытная сельскохозяйственная станция. – 1956 г. – 193 с.

22. ФМ-90-4-86. Тематические отчеты сотрудников Ямальской опытной сельскохозяйственной станции, Том 3. – 1959 г. – 312 с.

23. ФМ-90-4-124. Обобщение результатов многолетних исследований по полевому кормодобыванию, Ямальская опытная сельскохозяйственная станция. – 1964 г. – 79 с.

24. ФМ-90-4-123. Научный отчет Ямальской опытной сельскохозяйственной станции по культуре картофеля. – 1964 г. – 125 с.

25. ФМ-90-4-153. Тематические отчеты сотрудников Ямальской опытной сельскохозяйственной станции, 1971. – 107 с.

26. ФМ-90-4-160. Тематические отчеты сотрудников Ямальской опытной сельскохозяйственной станции, 1974. – 61 с. НИР по теме «Разработать и усовершенствовать технологию выращивания овощных культур и картофеля» (1971-1975 гг.).

27. ФМ-90-4-194. Тематические отчеты сотрудников Ямальской опытной сельскохозяйственной станции. Том 1. – 1976. – 89 с.

28. ФМ-90-4-175. Тематические отчеты сотрудников Ямальской опытной сельскохозяйственной станции. Том 2. – 1976. – 249 с.

29. ФМ-90-4-176. Тематические отчеты сотрудников Ямальской опытной сельскохозяйственной станции. Том 3. – 1976. – 141 с.

30. ФМ-90-4-199. Отчеты о научно-исследовательских работах сотрудников Ямальской опытной сельскохозяйственной станции. – 1982 г. – 113 с. НИР по теме «Разработать приемы освоения и окультуривания

целинных земель, агротехнику возделывания на них кормовых культур в зоне лесотундры (краткий). Г.М. Пуртов, Н.И. Черных, А.Н. Тихановский. Салехард, 1982 г.» (1971-1975 гг.).

31. ФМ-90-4-225. Отчеты о научно-исследовательских работах сотрудников Ямальской опытной сельскохозяйственной станции. – 1994-1995 гг. – 199 с.

32. Отчет о НИР «Осуществление мониторинга земельных участков Ямало-Ненецкого автономного округа пригодных для внедрения инновационных технологий культивации картофеля», ГНУ ВНИИ Ветеринарной энтомологии и арахнологии, Тюмень, 2012 г. – 55 с.

33. Dmitrakova, J., Abakumov, E. 57205547159; 57207943567; Dynamics of soil organic carbon of reclaimed lands and the related ecological risks to the additional CO₂ emission (2019) Springer Geography, pp. 97-105.

34. Pershina, E.V., Ivanova, E.A., Korvigo, I.O., Chirak, E.L., Sergaliev, N.H., Abakumov, E.V., Provorov, N.A., Andronov, E.E. 55025444700; 56640659000; 57090785200 ;56912351700;55022842900;57207943567;6701639336;13605813400; Investigation of the core microbiome in main soil types from the East European plain (2018) Science of the Total Environment, 631-632, pp. 1421-1430.

35. Alekseev, I., Abakumov, E. 57193279100; 57207943567; Permafrost-affected former agricultural soils of the Salekhard city (Central part of Yamal region) (2018) Czech Polar Reports, 8 (1), pp. 119-131.

Работа выполнена в рамках проекта СПбГУ «Урбанизированные экосистемы Арктического пояса Российской Федерации: динамика, состояние и устойчивое развитие» (Pure СПбГУ ID: 11752931).

УДК 574.587 (292.491)
DOI 10.26110/ARCTIC.2019.104.3.002

Ковешников Михаил Иванович

ФГБУН Институт водных и экологических проблем
Сибирского отделения РАН (ИВЭП СО РАН).
Лаборатория водной экологии. научный сотрудник, к.б.н.
656038 Россия, г. Барнаул, ул. Молодёжная 1, ИВЭП СО РАН.
89095000996 koveshnikov@iver.ru

Крылова Евгения Николаевна

ФГБУН Институт водных и экологических проблем
Сибирского отделения РАН (ИВЭП СО РАН).
Лаборатория водной экологии. младший научный сотрудник, без звания.
656038 Россия, г. Барнаул, ул. Молодёжная 1, ИВЭП СО РАН.
89069415370 ken71@iver.ru

Красненко Александр Сергеевич

ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики»
старший научный сотрудник, к.б.н.
629730 г. Надым, ул. 8-й проезд.
89220406099 aleks-krasnenko@yandex.ru

M.I. Koveshnikov, E.N. Krylova, A.S. Krasnenko

ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗООБЕНТОСА В ОЗЕРЕ БОЛЬШОЕ ЩУЧЬЕ (ПОЛЯРНЫЙ УРАЛ)

TAXONOMIC COMPOSITION AND SPATIAL DISTRIBUTION OF ZOOBENTHOS IN BOLSHOE SHCHUCHYE LAKE (POLAR URALS)

Аннотация. Исследован зообентос озера тектонического происхождения Большое Щучье (Полярный Урал). Определены таксономический состав, численность, биомасса и доминирующий комплекс для различных субстратов и глубин озера, а также для прилегающих к нему участков рек Пырятанё и Большая Щучья. Приведён список из 96 таксонов видового ранга.

Abstract. The zoobenthos of a lake of tectonic origin Bolshoe Shchuchye (Polar Urals) was investigated. The taxonomic composition, abundance, biomass, and dominant complex were determined for various substrates and depths of the lake, as well as for adjacent sections of the Pyryatanyo and Bolshaya Shchuchya rivers. A list of 96 species-rank taxa is given.

Ключевые слова: зообентос, тектонические озера, Полярный Урал, озеро Большое Щучье.

Keywords: zoobenthos, tectonic lakes, Polar Urals, Bolshoe Shchuchye Lake.

Введение

Исследование зообентоса в северной части Западной Сибири, которая примерно соответствует Ямало-Ненецкому автономному округу Тюменской области, ведётся с начала прошлого века и по настоящее время. Анализ пристатейных списков за 1947–2017 годы показал наличие 47 источников от 24 авторов по этой теме, основные исследователи – Степанов Л.Н., Богданов В.Д., Шарапова Т.А. Однако обширная территория ЯНАО исследована крайне неравномерно. Большинство данных по зообентосу касается низовий и дельты Оби, водоёмов центральной и юго-западной частей Ямала и притоков юга Тазовской губы, что исторически связано с планированием строительства Нижнеобской ГЭС и освоением крупных нефтегазовых месторождений. Малообследованными остаются территории Сибирских Увалов, северного Ямала, склоны Урала в бассейне Малой Оби, центральные части Тазовского и Гыданского полуостровов. Не обследованы восточное побережье Обской губы, большая часть побережья Тазовской и Гыданской губ, а также побережье и острова Карского моря.

Север Западной Сибири преимущественно представляет собой тундру или лесотундру с характерными для многолетней мерзлоты озёрами термокарстового происхождения, на фоне которых уральские горные озёра тектонического происхождения представляют собой уникальный в экологическом и фаунистическом плане объект исследования. Озеро Большое Щучье – самое глубокое озеро ЯНАО, второе на Урале по объёму воды и 14-е из глубочайших озёр РФ. Вытекающая из озера река Большая Щучья, сливаясь с притоками Сэрмалъяхой и Малой Щучьей, впадает в Обь. Озеро включено в Горнохадатинский биологический заказник, потенциально опасными источниками антропогенного влияния являются неорганизованный туризм и трасса газопровода «Бованенково–Ухта».

Некоторые результаты предыдущих исследований зообентоса озера и связанных с ним рек отражены в публикациях [1–3], где для верхнего течения р. Большая Щучья указано 59 видов, а для озера Большое Щучье лишь 13 видов. Специального исследования зообентоса глубочайшего для севера Западной Сибири озера, с охватом разных глубин и всех типов мелководных экотопов, по-видимому, ещё не проводилось.

Цель нашего исследования – определение состава, структуры и пространственного распределения зообентоса в озере Большое Щучье. Работа проведена в рамках мероприятий комплексной научно-исследовательской арктической экспедиции «Ямал–Арктика 2016» НП Межрегиональный экспедиционный центр «Арктика», прочие результаты этой экспедиции были опубликованы ранее [4–9].

Материал и методы

Материалом исследования послужили пробы, собранные 15–18 августа 2016 года на 14 участках озера Большое Щучье, в нижнем течении основного

притока (р. Пыратанё) и верхнем течении единственной вытекающей из озера реки Большая Щучья, в пределах координат: от 67°56'22.0"N 66°14'09.5"E на севере до 67°50'0.9"N 66°23'25.6"E на юге (рис. 1)

Средняя глубина озера – 78 м, максимальная – 163 м [9], большая часть дна занята илами. Глубина нарастает быстро, поэтому мелководные участки (0.1–0.5 м), условно принимаемые нами за литораль, имеют очень небольшую площадь относительно глубоководья. Большая часть мелководий по западному и восточному побережью озера представлена валунно-щебнистыми или валунно-галечниковыми осыпями, обрастающими фитоэпилитомом в защищённых от прибоа «карманах». На таких участках встречаются прибрежные осоково-моховые заросли, характерные для арктической флоры [4]. Северное и южное мелководья, подверженные прибою, представлены дресвяно-галечниковыми пляжами. В юго-восточной оконечности озера имеется заиленный, частично отделённый от озера залив с зарастающим побережьем и рдестами в центре. Для обследованных участков рек характерно наличие мхов – от куртин среди песка до сплошного покрова на щебне.

Скорость течения в протоках р. Пыратанё изменялась от 0,2 до 0,5 м/с, в р. Большая Щучья – 1 м/с. Температура в реках изменялась от 10 до 12 °С; на поверхности озера – от 10 до 16 °С; на глубине 10–25 м – от 8 до 10 °С; на глубине 50–100 м – 5 °С. Пробы с мягких грунтов до максимальной глубины 137 м собирали с лодки дночерпателем Петерсена (по 2 выемки), пробы с прибрежно-водной растительности и каменистых мелководий – с помощью скребка и промывалки с размером ячеек сита 350 мкм, фиксировали 70° спиртом. Всего было собрано 25 проб, в том числе: 12 количественных проб глубоководного бентоса, 6 количественных проб бентоса и 2 качественные пробы перифитона в литорали; 3 количественные пробы бентоса, 1 количественная и 1 качественная проба перифитона в рипали.

Камеральную обработку проводили общепринятыми методами [10], использовали микроскопы МБС 10 и Nikon Eclipse 80i с фотонасадками, весы ВТ-500. Червей определяла Е.Н. Крылова, прочие группы – М.И. Ковешников.

Результаты и обсуждение

В пробах зообентоса и зооперифитона было обнаружено 96 таксонов беспозвоночных видового ранга (далее – видов), включая 3 вида планктонных рачков (*Cladocera* n. det., *Ostracoda* n. det., *Copepoda* n. det.) и 1 вид прибрежных жуков (*Elaphrus riparius*). В реках обнаружено 42 вида, в литорали озера – 59, на глубоководных участках – 17 видов. Из общего числа обнаруженных видов – 46 (или 48 %) ранее не было указано для территории ЯНАО.

Таксономический состав зообентоса и зооперифитона в озере Большое Щучье и на прилегающих к нему участках рек (* отмечены исключительно речные виды): **Bryozoa** – *Paludicella*

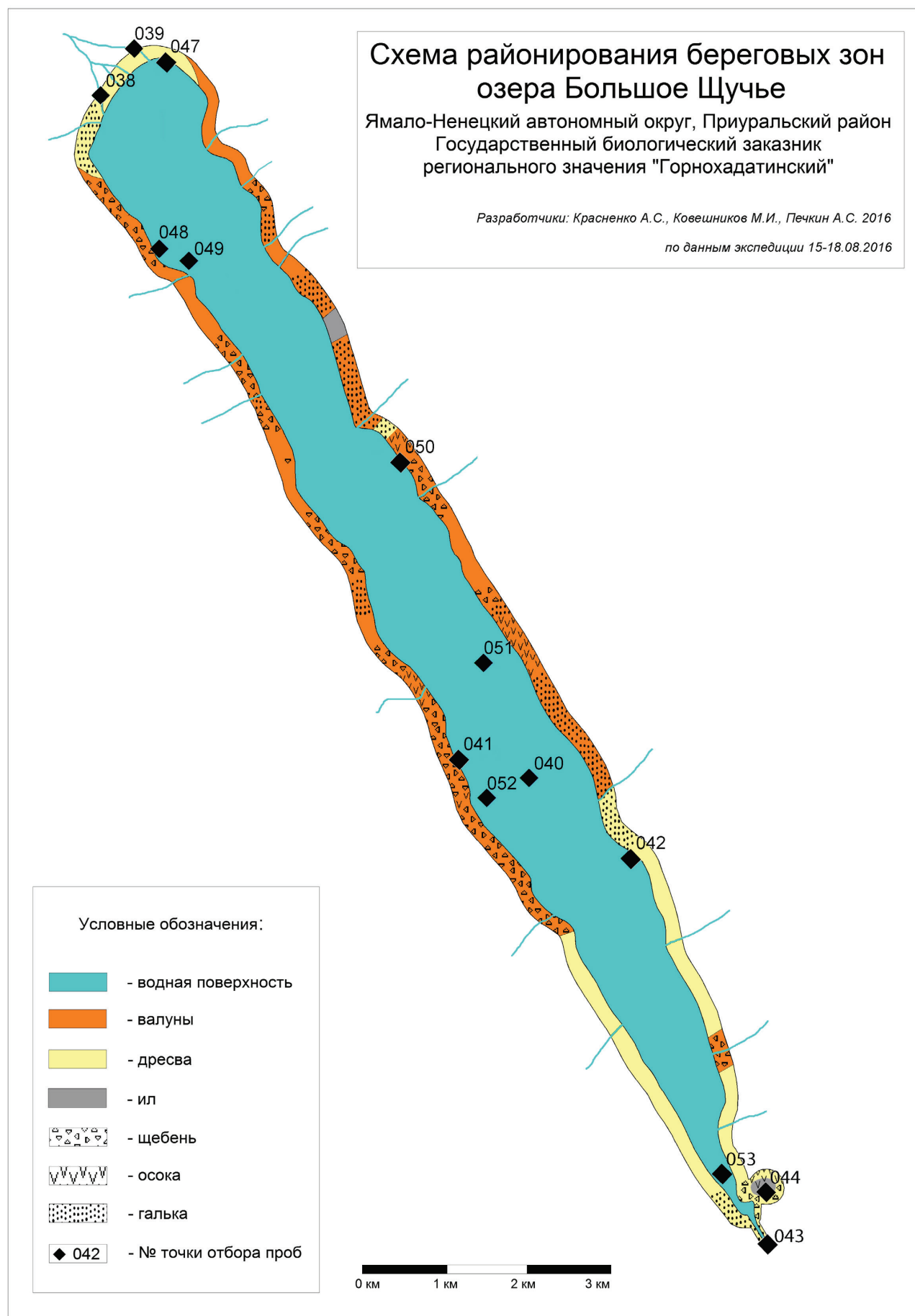


Рис. 1. Схема районирования береговых зон озера Большое Щучье и участки отбора проб

articulata; **Nematoda** – *Nematoda n.det., Mononchus sp., Dorylaimus crassus, Prodorylaimus longicaudatoides, Mermitidae n.det.; **Oligochaeta** – Bythonomus lemani, Enchytraeus sp., Nais pseudobtusa, N. variabilis, Spirosperma (inval. Peloscolex) ferox, Alexandrovia onegensis, Pristina bilobata, Stylodrilus heringianus, Tubificidae n. det., Uncinails uncinata; **Gastropoda** – Anisus sp., Choanomphalus (Pseudogyraulus) sp.; **Bivalvia** – Conventus sp., Euglesa (Casertiana) sp.; **Crustacea** – Cladocera n. det., Ostracoda n. det., *Copepoda n. det., Pallasiola quadrispinosa; **Acariformes** – *Sperchon sp., *S. laurenticus, Lebertia (Pilolebertia) porosa, Hygrobates (Hygrobates) foreli; **Collembola** – *Isotoma viridis; **Plecoptera** – *Arcynopteryx compacta, *Isoperla sp., *Nemoura sp., Paracapnia sp.; **Ephemeroptera** – *Ameletus inopinatus, *Baetis gr. rhodani, *Siphonurus sp.; **Coleoptera** – Gyrinus (Girinulus) minutus, Elaphrus riparius; **Trichoptera** – Apatania subtilis, Anisogamodes sp. (conf. flavipunctatus), *Asynarchus gr. lapponicus, Limnephilus sp. (conf. coenosus), L. borealis, *L. bipunctatus, Agrypnia varia; **Chironomidae** – Ablabesmyia gr. monilis, *Abiskomyia virgo, *Boreoheptagyia sp., Camptochironomus pallidivittatus, Chironomus f. l. plumosus, Ch. salinarius, *Corynoneura edwardsi, C. scutellata, *Cricotopus (Cricotopus) gr. fuscus, *C. (Cricotopus) gr. tibialis, C. (Isocladius) gr. brevipalpis, C. (Isocladius) gr. laricomalis, *C. (Isocladius) gr. silvestris, Cryptochironomus gr. defectus, *Eukiefferiella gr. brehmi (conf. atrofasciata), *E. gr. brehmi (conf. clypeata), *E. gr. gracei (conf. longicalcar), Heterotrissocladius gr. marcidus, H. gr. subpilosus, Hydrobaenus gr. lapponicus, *H. gr. pilipes, *H. gr. lugubris, Limnophyes sp., Micropsectra gr. praecox, *Nanocladius gr. bicolor, *Orthocladius (Euorthocladius) saxosus, O. (Euorthocladius) sp., *O. (Mesorthocladius) gr. frigidus, O. (Orthocladius) defenses, *O. (Orthocladius) nitidoscutellatus, O. (Orthocladius) setosus, *Parakiefferiella bathophila, P. gracillima, Paratanytarsus confuses, P. lauterborni, Paratrachocladius inaequalis, Procladius (Holotanytus) nigriventris, Protanytus morio, Psectrocladius fabricus, Pseudodiamesa gr. nivosa, Pseudosmittia rutneri, Rheotanytarsus sp., Stictochironomus crassiforceps, Stilocladius sp., Tanytarsus sp., T. gr. lestagei, T. gr. mendax; **Heleidae** – Mallochohelea setigera, Palpomyia lineata; **Li-**

moniidae – Dicranota bimaculata; **Simuliidae** – *Prosimulium sp.

В целом, на озере Большое Щучье и на примыкающих к нему участках рек, чаще других видов встречались бокоплав Pallasiola quadrispinosa (в 36% проб), планктонные рачки (Copepoda) и личинки звонца Orthocladius setosus (по 32% проб). Третье место (по 26 %) разделяют двустворчатый моллюск Conventus sp., личинки ручейника Anisogamodes sp., веснянки Paracapnia sp. и звонца Tanytarsus gr. lestagei.

Количество видов в пробе колеблется от одного – на северном прибойном песчаном пляже озера, до 29 – в осоково-моховых зарослях литорали и рипали. Численность и биомасса – от 0.03 тыс.экз./м² и 0.01 г/м² на прибойном песчаном пляже до 16.52 тыс.экз./м² и 60.77 г/м² в устьях проток р. Пырятанё.

В состав доминирующего по биомассе комплекса (≥10%) на обследованных участках чаще других входили наиболее встречающиеся виды: бокоплав Pallasiola quadrispinosa и личинки ручейника Anisogamodes sp. (в 6 и 4 пробах, соответственно). Большое участие в формировании биомассы также принимали моллюски Choanomphalus sp., Conventus sp., личинки звонца Heterotrissocladius gr. subpilosus и червь Spirosperma ferox (по 2 пробы).

В состав доминирующего по численности комплекса чаще других входили личинки веснянки Paracapnia sp. (в 4 пробах), бокоплав Pallasiola quadrispinosa и личинки звонца Heterotrissocladius gr. subpilosus (по 3 пробы). Большое участие в формировании численности также принимали червь Spirosperma ferox и личинки звонца Tanytarsus gr. mendax (по 2 пробы).

Видовое богатство донного населения и разнообразие структуры его доминирующего комплекса было выше на мелководных участках и в реках, чем на глубоководных илистых грунтах, занимающих большую часть озёрного дна. Пространственное распределение зообентоса для различных экотопов района исследований приведено в таблицах (табл. 1–3).

Таблица 1. Число видов (S), численность (N, тыс.экз./м²), биомасса (B г/м²) и доминирующий комплекс зообентоса в глубоководных экотопах озера (№ участка).

Глубина, субстрат	№	S	N	B	N-доминанты, и субдоминанты	B-доминанты и субдоминанты
6 м, ил	053	12	2.78	1.44	<i>Heterotrissocladius gr. subpilosus</i> , <i>Tanytarsus longipes</i> , <i>Tanytarsus gr. mendax</i> , <i>Conventus sp.</i>	<i>Conventus sp.</i> , <i>Tanytarsus gr. mendax</i> , <i>Pallasiola quadrispinosa</i>
16 м, дресва	042/2	1	0.09	0.07	<i>Heterotrissocladius gr. subpilosus</i>	<i>Heterotrissocladius gr. subpilosus</i>
25 м, ил	048/2	4	0.35	0.18	<i>Tanytarsus gr. mendax</i> , <i>Stylodrilus heringianus</i> , <i>Pallasiola quadrispinosa</i> , <i>Copepoda n. det.</i>	<i>Tanytarsus gr. mendax</i> , <i>Pallasiola quadrispinosa</i> , <i>Stylodrilus heringianus</i>
42 м, ил	048/1	2	0.50	0.36	<i>Heterotrissocladius gr. subpilosus</i>	<i>Heterotrissocladius gr. subpilosus</i> , <i>Conventus sp.</i>
43 м, ил	052	2	0.05	0.01	<i>Mermitidae n. det.</i> , <i>Paracapnia sp.</i>	<i>Mermitidae n. det.</i> , <i>Paracapnia sp.</i>
137 м, ил	040	7	0.55	0.37	<i>Spirosperma ferox</i> , <i>Alexandrovia onegensis</i>	<i>Spirosperma ferox</i> , <i>Alexandrovia onegensis</i>
Среднее	–	4.7	0.72	0.41	–	–

Таблица 2. Число видов (S), численность (N, тыс.экз./м²), биомасса (B г/м²), доминирующий комплекс зообентоса (зб) и зооперифитона (зф) в мелководных экотопах озера (№ участка).

Субстрат, (зб/зф)	№	S	N	B	N-доминанты, и субдоминанты	B-доминанты и субдоминанты
заросли, (зф)	044	29	–	–	<i>Psectrocladius fabricius</i> , <i>Hydrobaenus</i> gr. <i>lapponicus</i> , <i>Nais pseudobtusa</i>	<i>Choanomphalus</i> sp.
заросли, (зф)	050	10	–	–	<i>Anisogamodes</i> sp., <i>Pallasiola quadrispinosa</i>	<i>Anisogamodes</i> sp., <i>Pallasiola quadrispinosa</i>
камни и обрастания (зб)	044/1	15	11.64	2.39	<i>Paratanytarsus lauterborni</i> , <i>Cricotopus</i> gr. <i>laricomalis</i>	<i>Choanomphalus</i> sp., <i>Anisus</i> sp., <i>Paratanytarsus lauterborni</i>
камни, (зб)	049	7	0.80	1.96	<i>Pseudodiamesa</i> gr. <i>nivosa</i> , <i>Orthocladus setosus</i> , <i>Orthocladus defensus</i> , <i>Paracapnia</i> sp., <i>Pallasiola quadrispinosa</i>	<i>Pallasiola quadrispinosa</i>
камни, (зб)	041	8	2.65	5.49	<i>Pseudosmittia ruttneri</i> , <i>Reotanytarsus</i> sp., <i>Paracapnia</i> sp.	<i>Pallasiola quadrispinosa</i> , <i>Anisogamodes</i> sp.
дресва, (зб)	042/1	7	0.57	0.43	<i>Bythonomus lemani</i> , <i>Paracapnia</i> sp.	<i>Bythonomus lemani</i> , <i>Pallasiola quadrispinosa</i>
дресва, (зб)	047	1	0.03	0.01	<i>Apatania subtilis</i>	<i>Apatania subtilis</i>
ил, (зб)	044/2	17	3.05	2.34	<i>Spirosperma ferox</i>	<i>Spirosperma ferox</i>
Среднее	–	11.8	3.12	2.10	–	–

Таблица 3. Число видов (S), численность (N, тыс.экз./м²), биомасса (B г/м²), доминирующий комплекс зообентоса (зб) и зооперифитона (зф) в мелководных экотопах рек (№ участка).

Скорость, субстрат, (зб/зф)	№	S	N	B	N-доминанты, и субдоминанты	B-доминанты и субдоминанты
0.2 м/с, топляк, (зф)	039	11	3.95	34.14	<i>Limnephilus bipunctatus</i> , <i>Cricotopus</i> gr. <i>silvestris</i> , <i>Cricotopus</i> gr. <i>tibialis</i>	<i>Limnephilus bipunctatus</i>
0.2 м/с, песок и мох, (зб)	039	12	4.50	6.08	<i>Tanytarsus</i> gr. <i>lestagei</i> , <i>Pseudodiamesa</i> gr. <i>nivosa</i> , <i>Hydrobaenus</i> gr. <i>lapponicus</i>	<i>Pseudodiamesa</i> gr. <i>nivosa</i>
0.5 м/с, галька и осока, (зф)	038	–	–	–	–	<i>Anisogamodes</i> sp.
0.5 м/с, галька и мох, (зб)	038	20	16.52	36.88	<i>Prosimulium</i> sp., <i>Orthocladus</i> gr. <i>frigidus</i> , <i>Orthocladus saxosus</i> , <i>Eukiefferiella</i> conf. <i>longicalcar</i>	<i>Prosimulium</i> sp., <i>Anisogamodes</i> sp., <i>Arcynopteryx</i> conf. <i>polaris</i>
1.0 м/с, щебень и мох, (зб)	043	15	15.75	7.82	<i>Boreoheptagyia</i> sp.	<i>Boreoheptagyia</i> sp.
Среднее	–	14.5	10.18	21.23	–	–

На глубоководных, большей частью заиленных, участках (6–137 м) было обнаружено 17 видов. Для них характерны низкие показатели численности (0.05–2.78 тыс.экз./м²), биомассы (0.01–1.44 г/м²) и видового богатства (1–12) – с единственным видом на дресвяном грунте, и с максимальным количеством и разнообразием на неглубоком участке вблизи истока реки Большая Щучья. Донное сообщество глубоководных участков достаточно однообразно, но с увеличением глубины меняется структура доминирующего комплекса. На глубине 6–42 м преобладают бокоплав *Pallasiola qua-*

drispinosa, двустворка *Conventus* sp., звонцы *Heterotrissocladus* gr. *subpilosus* и *Tanytarsus* gr. *mendax*. На максимальной глубине 137 м также обнаружены 7 обычных для глубоководья озера видов: черви *Spirosperma ferox* и *Alexandrovina onegensis*, Mermitidae n.det., *Stylodrilus* sp., *Stylodrilus heringianus*, двустворка *Conventus* sp., звонец *Heterotrissocladus* gr. *subpilosus*; но доминируют уже малощетинковые черви. На глубине 6 м биомасса зообентоса соответствовала олиготрофному уровню по шкале С.П. Китаева [11]. Амплитуда биомасс на прочих глубоководных участках, начиная с глубины

16 метров, соответствовала ультраолиготрофному уровню. Учитывая батиметрическую карту озера [9], такой уровень трофности и характер донного населения можно присвоить водоёму в целом.

Несмотря на незначительную площадь мелководий [9], в литорали озера было обнаружено наибольшее число видов – 59, что связано с наибольшим разнообразием условий обитания. Для литорали характерны более высокие значения численности, биомассы и видового разнообразия, чем для глубоководья. Наименее продуктивны дресвяные пляжи северной и южной оконечностей озера: ультраолиготрофность, 1–7 видов, доминирует червь *Bythonomus lemani*. Во время шторма на дресве был обнаружен только ручейник *Apatania subtilis*. На большей (открытой каменистой) части литорали обнаруживали уже от 7 до 15 видов в пробе, средняя биомасса в каменистой литорали соответствовала альфа-мезотрофному уровню, максимальная – бета-мезотрофному. Здесь по численности доминируют звонцы, а по биомассе – бокоплав *Pallasiola quadrispinosa* и ручейник *Anisogamodes sp.*. На защищённых от прибойя участках литорали, при наличии обрастаний фитоэпилитона или зарослей макрофитов, увеличивается число видов (10–29), в состав доминант, наряду с прежними видами, входит брюхоногий моллюск *Choanomphalus sp.* Донное сообщество юго-восточного заиленного залива, несмотря на его мелководность, аналогично сообществу глубоководного заиленного участка озера. В этом заливе так же обнаружено 17 видов, доминирует червь *Spirosperma ferox*, но биомасса соответствует уже не ультраолиготрофному, а олиготрофному уровню, как на минимальной обследованной глубине глубоководного участка (6 метров).

В реках было обнаружено 42 вида донных беспозвоночных при 11–20 видах в пробе. В речных пробах наблюдали наибольшие показатели численности и биомасса зообентоса: от 4.50 тыс.экз./м² и 6.08 г/м² – на песке, до 16.52 тыс.экз./м² и 36.88 г/м² – на галечнике. Амплитуда биомасс колеблется от бета-мезотрофного до бета-евтрофного уровня, последнему соответствует и среднее значение биомасс речного зообентоса. На галечниковом грунте в состав доминирующего комплекса входят ручейник *Anisog-*

amodes sp., характерный и для каменистой литорали озера, мошка *Prosimulium sp.* и звонцы подсемейств Orthoclaadiinae и Diamesinae. На песке доминируют звонцы *Tanytarsus gr. lestagei* и *Pseudodiamesa gr. nivosa*. На затопленных ветках карликовых деревьев доминируют ручейник *Limnephilus bipunctatus* и звонцы рода *Cricotopus*. Население сплошных зарослей мха на щебне в основном представлено личинками подёнки *Boreoheptagia sp.*

Заключение

В озере Большое Щучье, в дельте реки Пырятанё и в истоке реки Большая Щучья в августе 2016 года было обнаружено 96 таксонов зообентоса и зооперифитона видового ранга: мшанки – 1, круглые черви – 5, малощетинковые черви – 10, брюхоногие моллюски – 2, двустворчатые моллюски – 2, раки – 4, водяные клещи – 4, ногохвостки – 1, веснянки – 4, подёнки – 3, жуки – 2, ручейники – 7, комары-звонцы – 47, мокрецы – 2, болотницы – 1, мошки – 1.

Для глубоководных участков озера отмечено 17 видов зообентоса, формирующих пелюфильное донное сообщество, где основу биомассы в профундали создаёт червь *Spirosperma ferox*, а в сублиторали – двустворка *Conventus sp.* и звонцы *Heterotrissocladus gr. subpilosus*, *Tanytarsus gr. mendax*. В литорали озера было обнаружено 59 видов. Здесь преобладает литофильное сообщество, где основу биомассы создают бокоплав *Pallasiola quadrispinosa* и ручейник *Anisogamodes sp.*, а в зарослях затишных участков – и брюхоногий моллюск *Choanomphalus sp.* В реках обнаружено 42 вида, для них характерно литореофильное сообщество, где основу биомассы создают ручейники *Anisogamodes sp.* и *Limnephilus bipunctatus*, подёнка *Boreoheptagia sp.*, мошка *Prosimulium sp.* и звонцы подсемейств Orthoclaadiinae и Diamesinae.

По биомассе зообентоса примыкающие к озеру Большое Щучье участки рек можно отнести к бета-евтрофному типу. Небольшая литораль озера варьирует от ультраолиготрофных дресвяных пляжей до бета-мезотрофных зарослей, но главным образом представлена альфа-мезотрофным каменистым побережьем. Основная часть дна озера представлена илистым глубоководьем ультраолиготрофного типа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богданов В. Д., Богданова Е. Н., Гаврилов А.Л., Мельниченко И. П., Степанов Л.Н., Ярушина М.И. Биоресурсы водных экосистем Полярного Урала. Екатеринбург: УрО РАН, 2004. 167 с.
2. Богданов В.Д., Богданова Е. Н., Госькова О. А., Мельниченко И. П., Степанов Л. Н., Ярушина М. И. Экологическое состояние притоков Нижней Оби. Реки Харбей, Лонготъеган, Щучья. Екатеринбург: Изд-во Уральского ун-та, 2005. 236 с.
3. Палатов Д.М., Чертопруд М.В. Реофильная фауна и сообщества беспозвоночных тундровой зоны на примере Южного Ямала // Биология внутренних вод. 2012. № 1. С. 23–32.
4. Зарубина Е.Ю. Видовое разнообразие и структура растительного покрова оз. Б. Щучье (Полярный Урал) // Научный вестник ЯНАО № 1 (94). Материалы Международного симпозиума «Предупреждение распространения инфекционных болезней животных в условиях меняющегося климата». Салехард, 2017. № 1 (94). С. 21–25.
5. Ермолаева Н.И., Бурмистрова О.С. Зоопланктон оз. Бол.Щучье//Научный вестник ЯНАО № 1 (94). Материалы Международного симпозиума «Предупреждение распространения инфекционных болезней животных в условиях меняющегося климата». Салехард, 2017. № 1 (94). С. 15–20.
6. Ковешников М.И., Красненко А.С. К изучению хариуса *Thymallus arcticus*. Озеро Бол. Щучье, Полярно-Уральский Природный парк // Научный вестник ЯНАО № 1 (94). Материалы Международного симпозиума «Предупреждение распространения инфекционных болезней животных в условиях меняющегося климата». Салехард, 2017. № 1 (94). С. 38–44.
7. Винокурова Г.В. Фитоэпипитон озера Бол. Щучье и связанных с ним рек (Полярный Урал) // Научный вестник ЯНАО № 1 (94). Материалы Международного симпозиума «Предупреждение распространения инфекционных болезней животных в условиях меняющегося климата». Салехард, 2017. № 1 (94). С. 11–14.
8. Митрофанова Е.Ю. Фитопланктон озера Бол. Щучье и рек его бассейна в августе 2016 года// Научный вестник ЯНАО № 1 (94). Материалы Международного симпозиума «Предупреждение распространения инфекционных болезней животных в условиях меняющегося климата». Салехард, 2017. № 1 (94). С. 55–61.
9. Печкин А.С., Кириллов В.В., Ковешников М.И., Красненко А.С., Салтыков А.В., Тимкин А.В., Дьяченко А.В. Морфометрическая характеристика озера Бол. Щучье // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2017. Выпуск № 3 (96) С.48–52.
10. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / Под ред. В.А. Абакумова. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 318 с.
- Китаев С.П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. 395 с.

УДК 551.343:551.8

DOI 10.26110/ARCTIC.2019.104.3.003

Громадский Артем Николаевич

АУ ЯНАО Управление государственной экспертизы проектной документации, г. Салехард, начальник строительного отдела, 629008, Тюменская область, Ямало-Ненецкий автономный округ, г. Салехард, ул. Совхозная д.15Б, gromadskiy@expertiza-yanao.ru

Арефьев Сергей Викторович

АУ ЯНАО Управление государственной экспертизы проектной документации, г. Салехард, начальник отдела автоматизации и информационного обеспечения, 629008, Тюменская область, Ямало-Ненецкий автономный округ, г. Салехард, ул. Совхозная д.15Б, arefiev@expertiza-yanao.ru

Волков Николай Генрихович

ООО «ГЕОИНЖСЕРВИС» (группа компаний Fugro), г. Москва, к.г.-м.н., Р.Eng., ведущий инженер, 119331, Москва, пр-т Вернадского, д. 29, офис 1104, ngv@fugro.ru

Камнев Ярослав Константинович

ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики», г. Салехард, к.ф.-м.н., старший научный сотрудник, 629008, Тюменская область, Ямало-Ненецкий автономный округ, г. Салехард, ул. Республики д.20, kamnevyk@gmail.com

Синицкий Антон Иванович

ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики», г. Салехард, к.г.-м.н., директор, 629008, Тюменская область, Ямало-Ненецкий автономный округ, г. Салехард, ул. Республики д.20, geolosoph@gmail.com

A.N. Gromadsky, S.V. Arefiev, N.G. Volkov, Y.K. Kamnev, A.I. Sinitsky

ДИСТАНЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ ЗА ТЕМПЕРАТУРНЫМ РЕЖИМОМ ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ ПОД ЗДАНИЯМИ Г. САЛЕХАРД

REMOTE TEMPERATURE REGIME MONITORING OF PERMAFROST SOILS UNDER THE BUILDINGS IN SALEKHARD

Аннотация. В статье описывается методика проведения дистанционного контроля за температурой грунтов под жилыми многоквартирными домами, а также приводятся некоторые результаты замеров температур в термометрических скважинах в период 2018 – 2019 годов, расположенных под жилым зданием в г. Салехард.

Abstract. The article describes the method of remote monitoring of soil temperature under multicompartment buildings in Salekhard. Some results of temperature measurements carried out in 2018 - 2019 in thermometric wells located under a residential building in Salekhard are also presented.

Ключевые слова: дистанционный мониторинг, термометрия вечномерзлых грунтов, геокриологический мониторинг, многолетнемерзлые грунты.

Keywords: remote monitoring, permafrost thermometry, geocryological monitoring, permafrost soils.

Введение

Вечная мерзлота (криолитозона) распространена на территории 22,8 млн. кв.км, занимая около 24% суши в северном полушарии, в том числе более 60% территории России. Наша страна обладает наиболее развитой по сравнению с другими арктическими странами инфраструктурой в районах распространения вечной мерзлоты. В Ямало-Ненецком округе, помимо нескольких городов с численностью населения более 100 тысяч человек (Новый Уренгой, Ноябрьск) также расположены автомобильные и железные дороги, аэропорты, способные принимать крупные авиалайнеры, речные и морские порты на реке Обь, в Обской губе и на арктическом побережье (Сабетта), протяженные линии электропередач, разветвленная сеть трубопроводов. При этом режимы эксплуатации объектов инфраструктуры в криолитозоне и за её пределами значительно различаются. Как правило, сооружения на вечной мерзлоте имеют меньший расчетный срок эксплуатации в силу того, что они подвержены более интенсивному износу.

Изменение климата приводит к увеличению температуры вечной мерзлоты, при этом интенсифицируются неблагоприятные геокриологические процессы, влияющие на устойчивость сооружений. Отчасти из-за этого, хотя также и из-за иных факторов, связанных с условиями эксплуатации, в последние десятилетия значительно возросло число аварий и повреждений объектов инфраструктуры в криолитозоне [1]. Инфраструктура, построенная на вечной мерзлоте, может испытывать неравномерные осадки и деформации вследствие деградации мерзлоты, вызванной различными факторами, такими как изменение климата, техногенное воздействие, перераспределение снежного покрова, изменение гидрогеологического режима и др. Даже небольшое изменение температуры мерзлых грунтов может существенно снизить их механические свойства и несущую способность.

Таким образом, как отметила в одном из своих выступлений Елена Одулиовна Сиэрра, управляющий директор по контролю за строительством компании Ростех, для безопасной эксплуатации зданий и сооружений в зоне многолетних мерзлых грунтов предлагается разработать и апробировать механизм геотехнического мониторинга крупных городов, включающий в себя требования к систематическим наблюдениям за температурным режимом грунтов оснований зданий и сооружений, деформацией фундаментов.

Согласно свода правил «Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах...», пункта 15.2, в районах распространения многолетнемерзлых грунтов мониторинг необходимо проводить для всех видов зданий и сооружений, в том числе подземных инженерных коммуникаций [2]. Эксплуатация жилых зданий на вечномерзлых грунтах согласно Постановлению Госстроя РФ от 27.09.2003 N 170 «Об

утверждении Правил и норм технической эксплуатации жилищного фонда», пункт 6.6.3 должна быть при систематическом наблюдении за их температурой и положением их верхней поверхности [3].

Продолжительность мониторинга зависит от принципа строительства и составляет для сооружений, построенных по:

I принципу - в течение всего периода эксплуатации сооружения;

II принципу: а) с использованием предварительного оттаивания грунтов - в течение 5 лет; б) с допущением оттаивания в период эксплуатации - в течение 10 лет [2].

Периодичность проведения измерений температуры грунтов регламентируется таблицей М.2 свода правил [2]. Согласно данной таблице замер температур грунтов необходимо проводить ежемесячно при строительстве (реконструкции) сооружений, а в период эксплуатации для I принципа строительства, два раза в год, в конце летнего периода и в середине зимы.

Вместе с этим, согласно пункту 15.8 того же свода правил, в процессе геотехнического мониторинга на многолетнемерзлых грунтах необходимо обеспечить своевременность информирования заинтересованных сторон о выявленных отклонениях контролируемых параметров (в том числе тенденции их изменений, превышающие ожидаемые) от проектных значений и результатов тепло- и геотехнического прогноза [2].

Измерения температур грунтов необходимы для подтверждения требуемой несущей способности грунтов основания. При строительстве по I-му принципу несущая способность грунтов напрямую зависит от их температуры, которая не должна быть выше значения заложенного в проектной документации. При превышении допустимого значения температуры несущая способность грунтов основания не обеспечивается. В связи с этим, важно знать температурное поле многолетнемерзлых грунтов основания, другими словами, на какой глубине и с какими значениями температуры грунтов мы сталкиваемся в процессе эксплуатации сооружений.

Методика проведения дистанционного контроля за температурой грунтов

Дистанционный мониторинг за температурой грунтов заключается в устройстве термометрических скважин в вентилируемом подполье на глубину не менее фактической длины сваи под данным жилым сооружением (10 метров и более). Скважины располагаются по периметру и посередине здания, информация с них о температурах грунтов осуществляется по средствам беспроводной передачи данных при помощи GSM модуля системы автоматического мониторинга мерзлоты («САМ-Мерзлота»). Температурные датчики устанавливаются на термодосе с шагом 0,5 м до глубины 2 м и далее, с шагом 1 м, до глубины 10, 12 или 14 м, в зависимости от глубины самой термометрической скважины. Для исключения воздействия наружной температуры

воздуха термометрические скважины накрываются деревянным коробом с утеплителем из минеральной ваты. Результаты замеров температуры собираются на сервере в виде численных данных. Затем, при помощи специально разработанной программы «Система геокриологического мониторинга Арктики (СИГМА)» производится анализ и визуализация данных по температуре грунтов.

Система сбора данных СИГМА решает три основных задачи: 1) сбор; 2) хранение и 3) отображение (визуализацию) данных геотехнического мониторинга температуры многолетнемерзлых грунтов. Также она предусматривает возможность автоматического приема данных с терминалов «САМ-Мерзлота», являющихся автономными контроллерами, подключенными к термометрическим косам. Дополнительно, к автоматизированному сбору, предусмотрен режим импорта данных из файлов, обеспечивающий загрузку файлов с терминалов «САМ-Мерзлота» без встроенного GSM-модуля. Хранение собранных данных осуществляется в реляционной базе данных PostgreSQL на сервере системы.

Отображение данных мониторинга реализовано с использованием платформы с открытым исходным кодом ASP.NET Core MVC. Для визуализации данных веб-интерфейс системы реализован с использованием поисково-информационной картографической службы

Яндекс. Карты. Для специалистов и всех заинтересованных лиц предусмотрен полный доступ к ресурсу с возможностью администрирования системы, осуществления выборки и выгрузки данных в форматах CSV, JSON.

Отображение (визуализация) данных геокриологического мониторинга включает в себя следующие возможности:

- 1) Отображение списка точек геокриологического контроля с описанием расположения и краткой статистикой собранных данных;
- 2) Отображение точек геокриологического контроля на Карте с возможностью просмотра расширенной информации;
- 3) Отображение плана размещения термометрических скважин;
- 4) Отображение данных измерений для выбранных термометрических скважин геокриологического контроля в виде таблицы и графиков;
- 5) Экспорт данных в форматах CSV, JSON.

Результаты замеров температуры в период с 05.07.2018 г. по 05.07.2019 г.

Приведём пример визуализации замеров температур грунтов в программе СИГМА. В вентилируемом подполье жилого многоквартирного дома в г. Салехард по адресу ул. Зои Космодемьянской 68 было установлено 4 термометрических скважины.

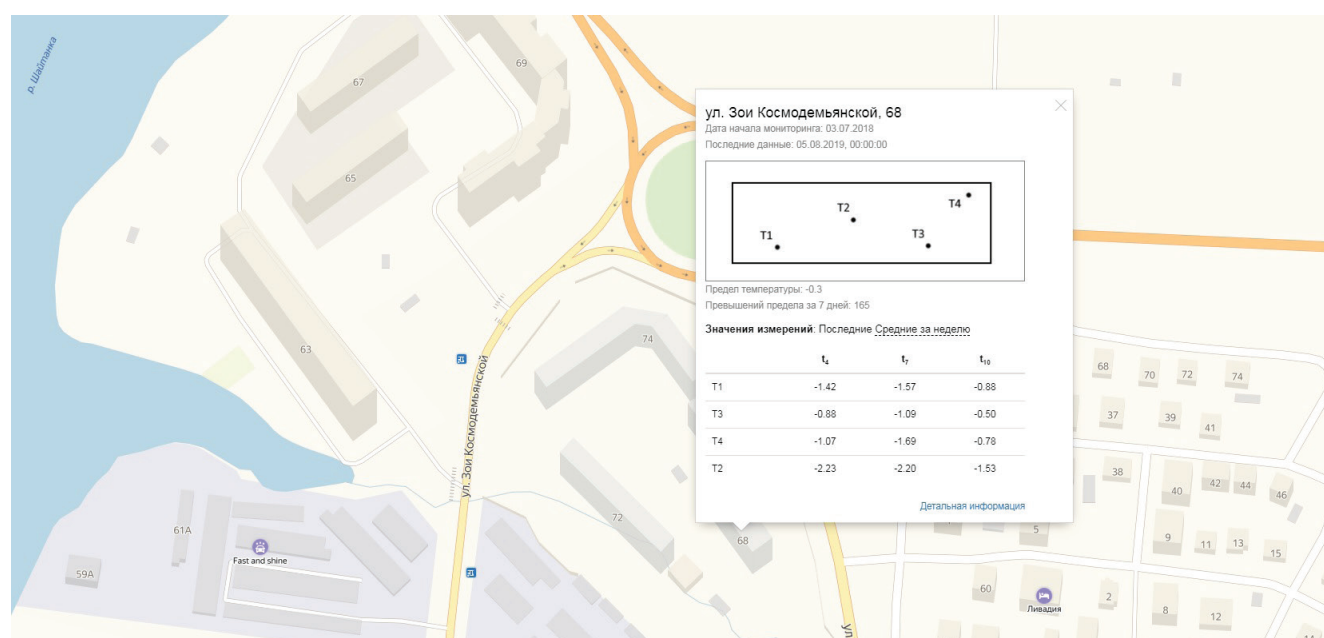


Рис.1. Схема расположения термометрических скважин в г. Салехард по адресу ул. Зои Космодемьянской д.68

Замер температур, передача данных на сервер производятся каждые 3 часа на протяжении всего периода времени наблюдений, т.е. с момента

установки температурных датчиков в июле 2018 года. В качестве примера рассмотрим результаты измерений температур на глубинах: 4 м, 7 м и 10 м в скважине T2.

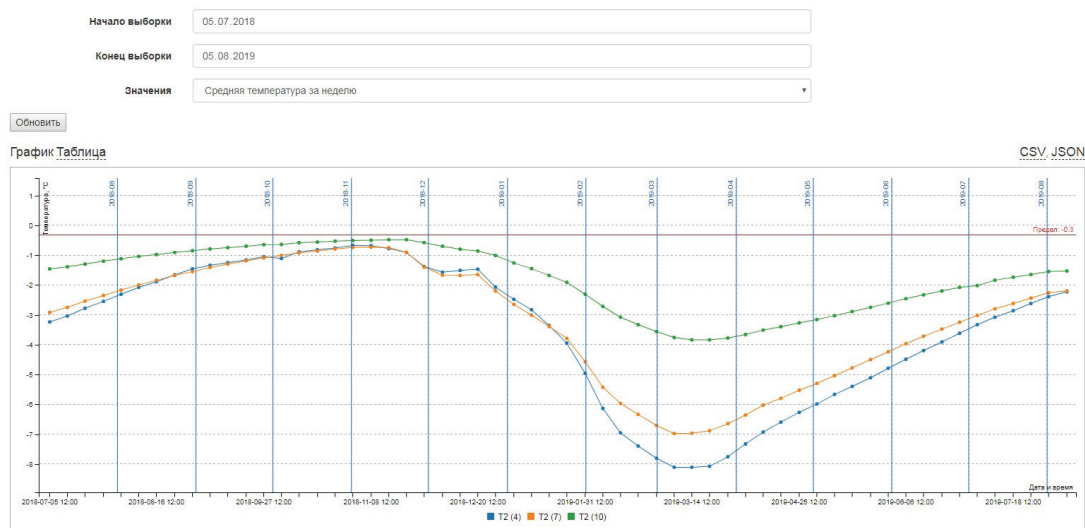


Рис.2. Результаты замеров температуры на глубинах 4 , 7 и 10 метров в скважине Т2

На графике, изображённом на рисунке 2, можно наблюдать годовые колебания температуры под жилым зданием в г. Салехард. Из результатов измерений видно, что глубина нулевых годовых колебаний под

исследуемым зданием в этой части города и на данном типе ландшафтов составляет больше 10 метров.

На рисунке 3 приведены температуры грунтов на 5 июля 2018 и 2019 годов, усреднённые за день.

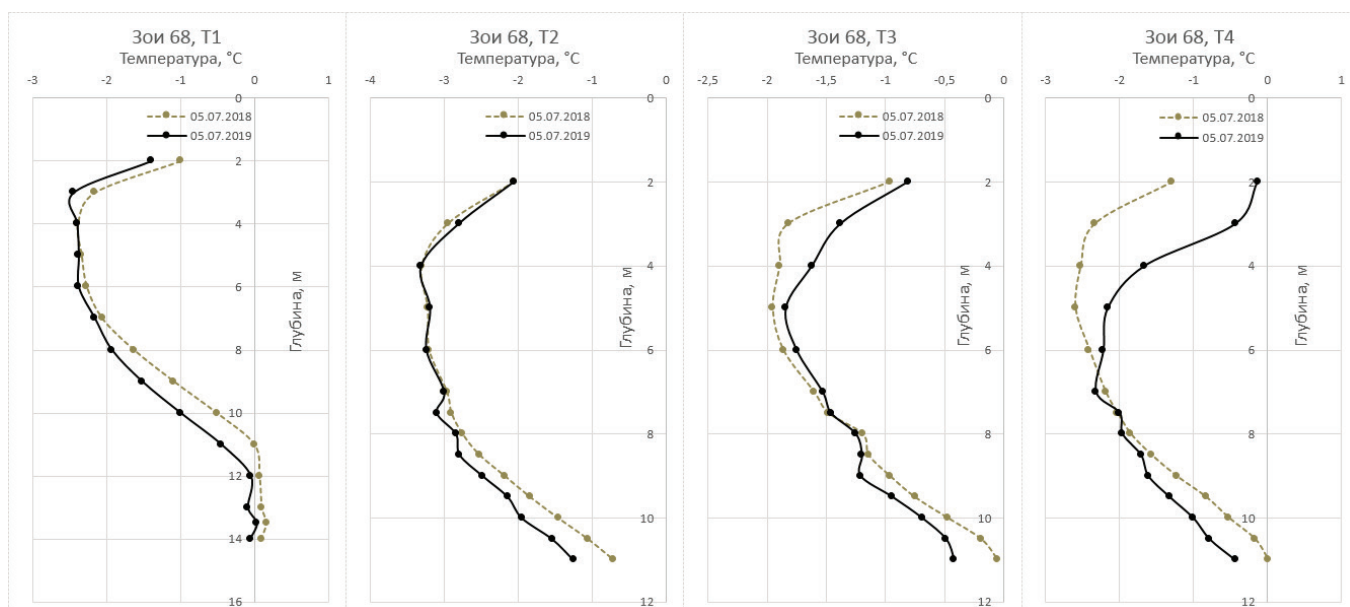


Рис. 3. Сравнение данных за 05.07.2018 г. и 05.07.2019 г. в скважинах под зданием, расположенным по адресу ул. Зои Космодемьянской д. 68.

Из сравнения данных температур грунтов в скважинах разных лет видно, что температурное поле изменчиво. Говорить о каких-то тенденциях по результатам этих замеров, взятым в отдельные дни пока преждевременно, целесообразно сравнивать среднегодовые температуры грунтов оснований, хотя бы по истечении двух лет непрерывных измерений.

Выводы

Несмотря на то, что в настоящий момент «Система геокриологического мониторинга Арктики (СИГМА)» ещё дорабатывается, её можно считать вполне работоспособной и готовой к внедрению для мониторинга за температурой грунтов под городскими инфраструктурными объектами в реальном времени. Очевидно, что внедрение такой автономной

системы в несколько раз экономически эффективнее температурных измерений выполняемых вручную в течение года и на протяжении всего времени эксплуатации здания.

Для проведения полноценного комплексного геотехнического мониторинга зданий и сооружений на территории округа необходима поддержка всех

заинтересованных сторон, органов исполнительной и законодательной власти, строительных организаций, управляющих компаний и т.п. Вместе с этим требуется разработка соответствующих окружных законов и правовых норм. В нашей стране хорошим примером является закон, принятый в Якутии в мае прошлого года «Об охране вечной мерзлоты в Республике Саха».

ЛИТЕРАТУРА:

1. Анисимов, О.А., М.А. Белолуцкая, 2004. Моделирование воздействия антропогенного потепления на вечную мерзлоту: учет влияния растительности. Метеорология и гидрология, № 11, с. 73-81.

2. Свод правил СП 25.13330.2012 "СНиП 2.02.04-88. Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах".

Актуализированная редакция СНиП 2.02.04-88 (утв. приказом Министерства регионального развития РФ от 29 декабря 2011 г. N 622).

3. Постановление Госстроя РФ от 27.09.2003 N 170 "Об утверждении Правил и норм технической эксплуатации жилищного фонда" (Зарегистрировано в Минюсте РФ 15.10.2003 N 5176).

МОНИТОРИНГ ПОПУЛЯЦИЙ ПОЛУШНИКА ЩЕТИНИСТОГО ISOËTES SETACEA В ПРИРОДНОМ ПАРКЕ «НУМТО» (ХАНТЫ- МАНСИЙСКИЙ АВТОНОМНЫЙ ОКРУГ – ЮГРА)

MONITORING OF THE POPULATIONS OF ISOËTES SETACEA IN THE NUMTO NATIONAL PARK (KHANTY- MANSIYSK AUTONOMOUS DISTRICT – UGRA)

Аннотация. В статье обобщена информация о распространении и экологии полушника щетинистого *Isoëtes setacea*, полученная на основе изучения четырех популяций, обнаруженных в ходе полевых исследований на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры в 2016–2018 гг.

Abstract. The article summarizes information on the distribution and ecology of *Isoëtes setacea*, obtained on the basis of a study of four populations found during field studies in the Khanty-Mansiysk Autonomous District – Ugra in 2016–2018.

Ключевые слова: полушник щетинистый, *Isoëtes setacea*, природный парк «Нумто», Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, состав ценозов, гидрохимические условия экотопов.

Keywords: *Isoëtes setacea*, Numto National Park, Khanty-Mansiysk Autonomous District – Ugra, composition of coenoses, hydrochemical environment of ecotopes.

Введение

Полушник щетинистый *Isoëtes setacea* Durieu (семейство полушниковых Isoëtaceae, отдел плауновидных Lycopodiophyta) в Красной книге Российской Федерации [1] имеет категорию 2 как уязвимый вид. Этот вид также включен в Красные книги многих субъектов Российской Федерации, в том числе в Красную книгу Ханты-Мансийского автономного округа – Югры [2], где ему присвоен неопределенный статус (4 категория) в связи со слабой изученностью на севере Западно-Сибирской равнины. Синонимами латинского названия данного вида являются *Isoëtes echinospora* Durieu, *Isoëtes petropolitana* Gand., *Isoëtes tennella* Leman ex Desv. [3]. В пределах Ханты-Мансийского

автономного округа – Югры было известно только 2 местонахождения *Isoëtes setacea*: в западной части оз. Танаешлор на юге природного парка «Нумто» (Белоярский р-н), и в оз. Окуновое (Нижневартовский р-н) [2, 4].

Материалы и методы исследований

В 2014–2017 гг. на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры авторами статьи обследован гидрохимическими и гидробиотическими методами 91 водный объект. В том числе в 2016–2017 гг. при целенаправленном поиске *Isoëtes setacea* в двух озерах бассейна р. Казым (Белоярский р-н, природный парк «Нумто») были обнаружены новые популяции этого вида, расположенные значительно

севернее известных местонахождений, и впервые получены материалы по химическому составу воды в гидроэкотопах вида на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры [5]. В 2018 г. по заданию ПАО «Сургутнефтегаз» дополнительно выполнено обследование еще 9 внутриболотных озер, потенциально пригодных для обитания популяций полушника щетинистого в районе производственных объектов Ватлорского и Верхнеказымского лицензионных участков на территории природного парка «Нумто». По действующему зонированию природного парка «Нумто» [6] район исследований расположен в пределах зоны хозяйственного назначения этого парка в бассейне р. Казым – правого притока Оби. Все изученные в 2018 г. водные объекты – внутриболотные озера, имеют малые глубины (от 1 до 1,6–2,0 м). Основные донные грунты – бурые торфянистые илы и слабо заиленные пески, редко – галька.

Гидробиотическое изучение выполнено по общепринятым методикам [7, 8]. В связи с относительно невысокой прозрачностью воды в местных водных объектах поиск растений *Isoetes setacea* в полевых условиях выполняли визуально на глубинах до 0,5 м, а на глубинах от 0,6 до 2 м специально модифицированными гидробиотическими граблями с сужающимися щелевидными прорезями. В маршрутах осуществляли сбор образцов и регистрацию в геоботанических описаниях всех видов макроскопических растений, выполняли определение географических координат по навигатору «Garmin Etrex», а также проводили фотосъемку видов цифровыми камерами. Высшие растения гербаризировали, макроскопические водоросли фиксировали этанолом. При проведении геоботанических исследований в водных фитоценозах закладывали временные пробные площадки площадью 100 м² для учета численности полушника щетинистого на трансектах.

Определение видового состава макроскопических растений из состава ценозов с участием полушника щетинистого выполнено по справочникам [9–13]. Таксоны сосудистых растений приведены по работе [3], мхов и печеночников – по работам [14, 15], водорослей – по [13].

В ходе гидрохимического анализа проб воды из экотопов полушника щетинистого исследованы катионный и анионный состав водной среды, содержание нефтепродуктов и некоторых тяжелых металлов. Цветность воды определяли в градусах цветности относительно хром-кобальтовой шкалы фотометрическим методом с использованием светофильтра с длиной волны 413 нм в кварцевых кюветах [16]. Измерение водородного показателя выполняли на анализаторе воды «Анион 7000» из комплект-лаборатории «Обь» с электрохимической ячейкой, состоящей из стеклянного и хлорсеребряного электродов. Настройку электродной системы проводили по стандартному набору буферных растворов, приготовленных из стандарт-титров [17]. Исследование ионного состава растворенных со-

лей в воде проводили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на ионном хроматографе «Стайер» с кондуктометрическим детектором.

Для разделения ионов использовали хроматографические колонки: при определении катионов – Shodex IC YS-50, при определении анионов – TRANSGENOMIC IC Sep AN2 [18]. Для определения массовой концентрации карбонат- и гидрокарбонат-ионов использовали значения свободной щелочности и общей щелочности, применяя соотношения и расчетные формулы [19]. Определение тяжелых металлов в пробах воды выполнено методом атомной абсорбции на спектрометре МГА-915 МД [20]. Суммарное содержание нефтепродуктов (нефтяных углеводов) в пробах воды определено на анализаторе жидкости «Флюорат 02-3М» флуориметрическим методом в гексановом экстракте [21].

Результаты исследования

Обнаруженные популяции *Isoetes setacea* расположены на севере лесной ботанико-географической зоны Западно-Сибирской равнины вблизи границы Ханты-Мансийского автономного округа – Югры с Ямало-Ненецким автономным округом. Избыточное увлажнение этой территории, равнинный характер рельефа и близкое залегание водоупорных горизонтов определяют наличие большого количества водотоков, озер и болот. Только в бассейне р. Казым насчитывается до 17,5 тысяч озер, подавляющее большинство из которых – болотные. Широко распространены также речные и термокарстовые озера. Большинство озер с площадью менее 0,1 км² является частью грядово-озеркового и грядово-мочажинно-озеркового комплексов. Имеется большое количество озер очень малых (0,1–1 км²) и малых (1–10 км²). По глубине такие озера очень мелкие (менее 2 м) и мелкие (2–5 м) [22]. Многочисленные озера региона остаются не исследованными в гидробиотическом отношении. С учетом того, что в 2 из 35 озер, изученных гидробиотическими методами в 2016–2017 гг. в бассейне р. Казым на территории природного парка «Нумто» найдены популяции *Isoetes setacea*, вероятность новых находок этого вида на данной территории составила 5,7% (от числа исследованных озер). В связи с этим было высказано предположение о том, что в средней и северной частях лесной зоны Западно-Сибирской равнины на территории Ханты-Мансийского и Ямало-Ненецкого автономных округов (особенно на Сибирских увалах) *Isoetes setacea* распространен более широко и относится к фоновым видам озер с песчаными участками дна, расположенных в лесных, лесо-болотных и болотных ландшафтах [5].

В условиях севера Западно-Сибирской равнины *Isoetes setacea* изучен еще очень слабо. На этой территории получены только первые, неполные сведения об экологических характеристиках, фитоценоотическом значении, биологических свойствах (особенностях размножения и расселения, фенологии, биогеоценоотических связях), а также об общем распространении этого вида в регионе. Согласно

литературным данным, *Isoëtes setacea* является индикатором высокого качества водной среды [1, 2]. Поэтому было предложено в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре (преимущественно в пределах природного парка «Нумто») проведение целенаправленного поиска новых местонахождений *Isoëtes setacea* и системные исследования популяций этого вида, особенно на участках, отведенных под промышленное освоение для оценки возможного влияния хозяйственной деятельности на состояние вида и, в целом, на водные экосистемы региона. Отмеченные популяции *Isoëtes setacea* в бассейне р. Казым были рекомендованы в качестве модельных объектов для современного биоэкологического мониторинга [5].

В результате мониторинга, выполненного в 2018 г. подтверждено стабильное состояние уже

известных популяций полушника щетинистого, выявленных в 2016–2017 гг. Повторное обследование показало, что обе известные популяции существуют в стабильных растительных группировках. В то же время было отмечено, что реальные размеры данных популяций значительно крупнее по площади и имеют более высокую численность. Популяция в озере, расположенном на коренном берегу р. Казым на территории Верхнеказымского месторождения насчитывает по данным обследования 2018 г. не менее 1500–2000 особей, то есть она почти в три-четыре раза многочисленнее, чем это было установлено в 2016 г. (около 400–500 особей). Популяция полушника щетинистого *Isoëtes setacea* в озере, расположенном в пределах Ватлорского месторождения также имеет признаки стабильной (рис. 1).



Рис. 1. Полушник щетинистый *Isoëtes setacea* на блоке донного грунта (слабо заиленный песок) с глубины 0,5 м из озера на территории Ватлорского месторождения (2018 г.)

В данном озере впервые была обнаружена значительная по численности другая часть популяции также вдоль северо-восточного берега (63°31'57" с.ш., 71°00'58" в.д.) на акваториях с глубинами 0,7–1,2 м и донными грунтами, представленными слабо заиленными песками. В целом в этом озере популяция полушника щетинистого занимает два участка акватории и насчитывает не менее 40000 особей, то

есть вдвое многочисленнее, чем было установлено в 2017 г. (до 19000 особей).

В ходе экспедиционной работы была отмечена также новая, в настоящее время самая северная из известных в Сибири популяция полушника щетинистого в озере без названия (63°36'45" с.ш., 70°57'13" в.д.), расположенном севернее оз. Вон-Васынглор. Эта популяция существует в диапазоне глубин 0,9–1,2 м на слабозаиленных песчаных грунтах

в составе полушниково-ежеголовниковой (*Sparganium minimum* – *Isoëtes setacea*) и полушниковой (*Isoëtes setacea*) растительных группировок при общем проективном покрытии до 5%. Численность этой популяции на обследованном участке акватории данного озера (около 0,01 км²) составляет до 10000 особей. Состав растительных группировок с участием *Isoëtes setacea*, как правило, очень простой и включает малое число видов – от 2 до 4–5. Более многочисленная из исследованных популяция (63°31'39" с.ш., 71°00'01" в.д.) связана с группировкой, относящейся к ассоциации *Batrachospermum vagum* (ПП 10–20%) + *Isoëtes setacea* (ПП 5%). В группировке единично были отмечены *Carex aquatilis*, *Carex rostrata*, *Sparganium hyperboreum*. Вторая популяция (63°31'32" с.ш., 70°36'17" в.д.), содержащая (по данным 2017 г.) до 400–500 особей, в основном была распределена по двум растительным группировкам, которые относятся к следующим ассоциациям:

1. *Carex rhynchophysa* (ПП 20%) + *Carex lasiocarpa* (ПП 10%);

2. *Sparganium minimum* (ПП 10–20%).

В число ассектаторов этих группировок, наряду с *Isoëtes setacea*, входят с очень малым обилием *Zygogonium ericetorum*, *Cladopodiella fluitans*, *Scapania paludicola*, *Pohlia wahlenbergii*, *Sphagnum subfulvum*, *Eriophorum polystachion*, *Persicaria amphibia*, *Utricularia vulgaris* [5, 23, 24].

Всего за период 2016–2018 гг. в ходе проведенных изысканий в природном парке «Нумто» было обследовано 42 озера (или их участков) и в трех озерах обнаружены популяции *Isoëtes setacea* (рис. 2). В итоге вероятность находок новых популяций этого вида в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре достигает уже 7,1% от числа обследуемых озер. Это подтверждает высказанное ранее предположение о широком распространении полушника щетинистого на данной территории [5].

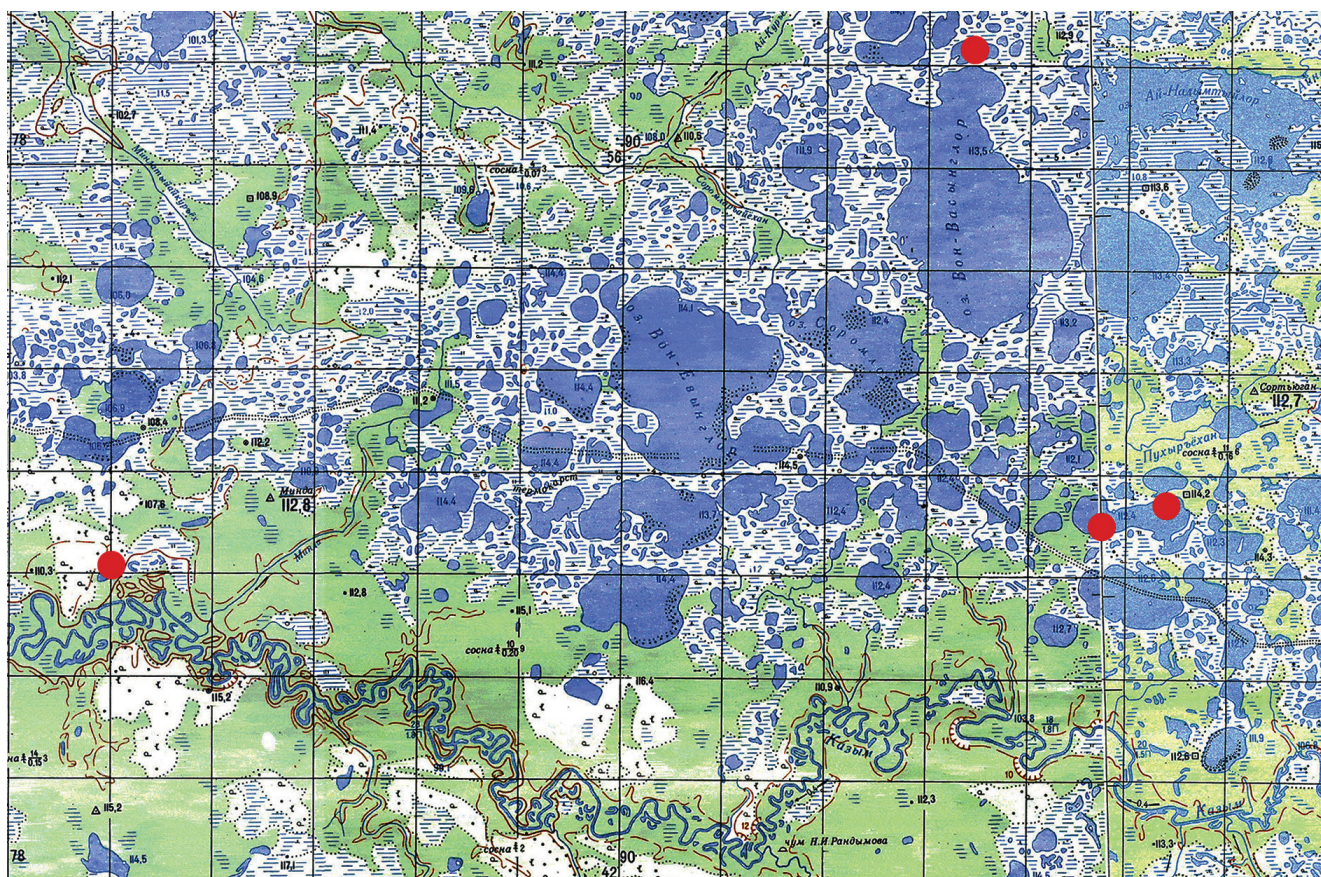


Рис. 2. Местонахождения полушника щетинистого *Isoëtes setacea* (красные точки) в природном парке «Нумто» (2016–2018 гг.)

Было отмечено, что растения полушника щетинистого, собранные на глубинах 1,0–1,2 м, имеют значительно меньшие размеры (в 2–2,2 раза), по сравнению с растениями, вегетирующими на глубине

до 0,5 м, что, вероятно, определяется уменьшением свето- и теплообеспеченности с увеличением глубины местообитания (рис. 3).



Рис. 3. Различие размеров растений полушника щетинистого *Isoetes setacea* из озера без названия на территории Ватлорского месторождения: верхний ряд (а) – с глубины 1–1,2 м, нижний ряд (б) – с глубины 0,5 м (2018 г.)

Столь же малые размеры (2,4–2,8 см) имели растения полушника щетинистого, собранные с глубины 0,9–1,2 м в озере без названия (63°36'45" с.ш., 70°57'13" в.д.) на территории Ватлорского месторождения и в озере без названия (63°31'32" с.ш., 70°36'17" в.д.) на территории Верхнекалымского месторождения. В период полевых исследований 2018 г. вегетация наземных и особенно водных растений отставала по среднегодовым показателям примерно на три недели в связи с холодным весенним сезоном. В ходе лабораторного анализа было отмечено, что растения полушника щетинистого, собранные в указанных озерах с глубины 0,9–1,2 м еще не сформировали микро- и мегаспорангии, однако в пазухах отмерших прошлогодних остатков листьев они содержат мегаспоры, сформированные в 2017 г., что делает достоверным видовое определение всех образцов как *Isoetes setacea*.

Согласно ранее опубликованным [5, 23, 25] и новым данным гидрохимического анализа проб воды, выполненного в 2018 г., в местообитаниях *Isoetes setacea* на территории природного парка «Нумто» водородный показатель (pH) составляет 5,0–6,2, цветность воды находится в диапазоне 13–51 градус по хром-кобальтовой шкале, общая минерализация не превышает 0,011 г/дм³, общая жесткость составляет 0,04–0,09 мг-экв/дм³. Преобладающим анионом является гидрокарбонатный ион, преобладающим катионом – ион кальция. Содержание нефтепродуктов (нефтяных углеводородов) равно 0,01–0,03 мг/дм³. Концентрация растворимых форм некоторых тяжелых металлов находится в следующих диапазонах: Fe – 7,9–1299,4 мкг/дм³, Pb – 0,07–0,24 мкг/

дм³, Ni – 0,00–0,56 мкг/дм³, Zn – 10,87–32,10 мкг/дм³, Cd – 0,03 мкг/дм³, Cr – 0,22–1,59 мкг/дм³, Cu – 0,13–1,77 мкг/дм³, Mn – 5,56–40,01 мкг/дм³. На основании этих данных можно отметить связь *Isoetes setacea* с прозрачными кислыми ультрапресными очень мягкими водами, содержащими малые концентрации нефтяных углеводородов и растворимых форм тяжелых металлов (за исключением железа). Установленная экологическая толерантность *Isoetes setacea* по отношению к повышенному содержанию растворимых форм железа в одном из гидроэкотопов (до 1299,4 мкг/дм³) отражает адаптацию этого вида к специфическим гидрохимическим условиям водоемов севера Западно-Сибирской равнины, где в силу биогеохимической закономерности широко распространены поверхностные воды, обогащенные этим элементом [26–30].

Заключение

По результатам трехлетних исследований можно заключить, что полушник щетинистый в природном парке «Нумто» является довольно распространенным (фоновым) видом как в водораздельных внутриболотных озерах, так и в озерах, расположенных в экотонах между болотными массивами и гривными возвышениями, занятыми лесами. Высока вероятность обнаружения популяций этого вида и в Ямало-Ненецком автономном округе. Важными условиями формирования и сохранения популяций этого вида является наличие песчаных донных грунтов и относительно высокая прозрачность воды (до дна при глубине до 1,0–1,2 м). Отметим, что не только эти параметры определяют возможность

развития вида, так как многие обследованные обширные акватории озер с такими характеристиками не содержали растений полушника щетинистого. В то же время установлено, что популяции этого вида не имели сплошного распространения в соответствующих озерах, они занимали лишь локальные акватории, поэтому при фрагментарном обследовании озер этот вид может остаться не выявленным. Например, при обследовании восточной части акватории большого озера Вон-Васынглор в 2018 г. полушник щетинистый не был обнаружен, что не исключает наличие этого вида в западной части акватории.

Все отмеченные в природном парке «Нумто» популяции полушника щетинистого отличаются признаками стабильности: ежегодно сохраняется их площадь и численность в пределах ранее выявленных значений этих показателей. Кроме того, популяции вида связаны со стабильными по составу и структуре растительными группировками. В целом общеизвестно, что полушник щетинистый требователен к высокой прозрачности и чистоте воды [31], поэтому в случае ухудшения этих характеристик может произойти снижение численности существующих популяций вида или даже их исчезновение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. М.: Тов. науч. изд. КМК. 2008. 855 с.
2. Красная книга Ханты-Мансийского автономного округа – Югры: животные, растения, грибы. Изд. 2-е. Екатеринбург: Баско. 2013. 460 с.
3. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и семья. 1995. 992 с.
4. Тюрин В.Н. Новые находки редких растений на реке Аган (окрестности г. Покачи) // Экология и природопользование в Югре. Сургут: ИЦ СурГУ. 2014. С. 50–52.
5. Свириденко Б.Ф., Свириденко Т.В., Мурашко Ю.А. Распространение, экология и ценоотические связи полушника щетинистого *Isoetes setacea* в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре // Вестник Нижневартовского гос. ун-та, 2018. № 3. С. 18–25.
6. О Положении О природном парке «Нумто» // Постановление Правительства ХМАО–Югры от 28.10.2016 № 415–п. Электронный ресурс: docs.cntd.ru/document/991008555
7. Корчагин А.А. Строение растительных сообществ. Полевая геоботаника. Т. 5. Л.: Наука. 1976. 320 с.
8. Катанская В.М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Л.: Наука. 1981. 187 с.
9. Абрамова А.Л., Савич-Любичка Л.И., Смирнова З.Н. Определитель листостебельных мхов Арктики СССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР. 1961. 716 с.
10. Савич-Любичка Л.И., Смирнова З.Н. Определитель листостебельных мхов СССР. Верхнеплодные мхи. Л.: Наука. 1970. 824 с.
11. Флора Сибири. Новосибирск: Наука. 1987–2003. Т. 1–14.
12. Определитель растений Ханты-Мансийского автономного округа / Под ред. И.М. Красноборова. Новосибирск–Екатеринбург: Изд-во Баско. 2006. 304 с.
13. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 13. Зеленые водоросли. Классы Сифонокладовые, Сифоновые. Красные водоросли. Бурые водоросли. Л.: АН СССР, 1980. 248 с.
14. Игнатов М.С., Афонина О.М. Список мхов территории бывшего СССР // Arctoa. Бриологический журн., 1992. Т. 1. № 1–2. С. 1–85.
15. Константинова Н.А., Потемкин А.Д., Шляков Р.Н. Список печеночников и антоцеротовых территории бывшего СССР // Arctoa. Бриологический журн., 1992. Т. 1. № 1–2. С. 87–127.
16. Цветность поверхностных вод суши. Методика выполнения измерений фотометрическим и визуальными методами. РД 52.24.497-2005 2008 // Экологические ведомости. 2008. № 7. С. 25–37.
17. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений рН в водах потенциометрическим методом. ПНД Ф 14.1:2.3:4.121-97. М.: Министерство охраны окружающей среды и природных ресурсов Российской Федерации. 2004. 14 с.
18. Сборник методик выполнения измерений. М.: Аквилон. 2012. 539 с.
19. Вода. Методы определения щелочности и массовой концентрации карбонатов и гидрокарбонатов // ГОСТ Р 52963-2008. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. М.: Стандартинформ. 2009. С. 362–392.
20. Количественный химический анализ вод. ПНД Ф 14.1:2.253-09. М.: Люмэкс-маркетинг. 2013. 36 с.
21. Количественный химический анализ вод. ПНД Ф 14.1:2.4.128-98. М.: Люмэкс-маркетинг. 2012. 25 с.
22. Лезин В.А., Губанов М.Н., Масленникова В.В. Поверхностные воды. Гидрография. // Атлас Тюменской области. Москва; Тюмень. 1971. Вып. 1. С. 61–76.
23. Свириденко Б.Ф., Мурашко Ю.А., Свириденко Т.В. Результаты гидрохимического и гидроботанического изучения водных объектов участка бассейна реки Казым в природном парке «Нумто» // Вестник Нижневартовского гос. ун-та, 2017. № 1. С. 13–26.
24. Свириденко Б.Ф., Мурашко Ю.А., Свириденко Т.В. Флора и растительность озер в лесо-болотных экотонах (природный парк Нумто) // Актуальные проблемы биологии и экологии. Махачкала: АЛЕФ. 2017. С. 105–113.
25. Свириденко Б.Ф., Мурашко Ю.А., Свириденко Т.В., Ефремов А.Н. Содержание нефтяных углеводородов в экотопах гидромикрофитов Западно-Сибирской

равнины (Тюменская и Омская области) // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе, 2017. № 1. С. 25–30.

26. Перельман А.И. Геохимия ландшафта. М.: Высшая школа. 1975. 342 с.

27. Нечаева Е.Г. Ландшафтно-геохимический анализ динамики таежных геосистем. Иркутск: ИГ СО РАН. 1985. 210 с.

28. Уварова В.И. Гидрохимическая характеристика водотоков Нижней Оби // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения, 2011. № 11, 132–142.

29. Хорошавин В.Ю., Ефименко М.Г. Исследование естественных процессов формирования химического

состава поверхностных вод с целью оценки критических антропогенных нагрузок и устойчивости водных экосистем таежной зоны Западной Сибири // Вестник Тюменского гос. ун-та. Экология, 2014. № 12. С. 33–44.

30. Агбалян Е.В., Шинкарук Е.В. Оценка зависимости концентраций тяжелых металлов от водородного показателя в малых озерах бассейна реки Надым // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. Географические науки, 2015. № 6. С. 457–459.

31. Красноборов И.М. Семейство *Isoëtacea* – Полушниковые, шильниковые // Флора Сибири. Т. 1. Новосибирск: Наука. 1988. С. 41.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА В УСЛОВИЯХ НОВОГО ЭТАПА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ

ECOLOGICAL SAFETY OF THE ARCTIC REGION IN THE CONDITIONS OF A NEW STAGE OF THE TECHNOLOGICAL REVOLUTION

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы обеспечения экологической безопасности в условиях интенсивного освоения Арктики. Экологический кризис все в большей степени препятствует переходу человечества к устойчивому развитию, несмотря на ряд важных политических решений, принятых в последние десятилетия на международном и национальном уровнях. По-прежнему наблюдается стремительное сокращение природного капитала планеты, сопровождающееся ростом социального неравенства, загрязнения окружающей среды и возрастанием экологически обусловленных нарушений здоровья населения.

Abstract. The article considers the issues of ensuring environmental safety in the conditions of intensive development of the Arctic. The environmental crisis is increasingly hindering the transition of mankind to sustainable development, despite a number of important political decisions made in recent decades at the international and national levels. As before, there is a rapid decline in the natural capital of the planet, accompanied by an increase in social inequality, environmental pollution and an increase in environmentally-caused violations of human health.

Ключевые слова: экология, безопасность, Арктика, регион, технологии, революция.

Keywords: ecology, safety, Arctic, region, technologies, revolution.

На рубеже тысячелетий значительную часть переселенцев (беженцев) в мире стали составлять люди, спасающиеся от экологических катастроф. Это ясно указывает на то, что общество и Правительства ведущих мировых держав пока не справились с решением задач, провозглашенных на Конференции Организации объединённых наций (ООН) по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро в 1992 году.

В утвержденной 13 мая 2017 г. Указом Президента РФ №208 «Стратегии экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года» (далее – Стратегия) провозглашена необходимость разработки системы непрерывного контроля и мониторинга экономической безопасности (далее – ЭБ) с целью детерминации, анализа и оценки угроз национальной экономики РФ и субъектов экономической деятельности. В ст. 2 Указа дано поручение Правительству РФ ежегодно представлять Президенту РФ доклад о состоянии экономической безопасности Российской Федерации и мерах по ее укреплению. Доклад обобщает результаты оперативного контроля и мониторинга состояния экономической безопасности

государства и представляет собой документ для принятия управленческих решений, направленных на ее обеспечение в краткосрочной временной перспективе. Полноценная реализация указанных целей требует разработки национальной системы управления рисками как основы обеспечения высокого уровня экономической безопасности Российской Федерации.

Не смотря на то, что в ст.1, п.7 Стратегии представлена трактовка категорий «риск», «вызов» и «угроза» экономической безопасности, в экспертном сообществе продолжают дискуссии относительно их содержания, что свидетельствует о «несформированности» понятийного аппарата теории экономической безопасности и в существенной степени затрудняет исследования в этой области научного знания. Другая проблема заключается в том, что до сих пор ни учеными, ни специалистами-практиками не сформулировано четкое представление о системе экономической безопасности государства, о ее структуре и содержании базовых подсистем, что в существенной степени осложняет процесс создания предпосылок устойчивого экономического роста,

развития страны, обеспечения ее национальной безопасности.

Для более полного понимания содержания обеспечения экономической безопасности в современных экономических условиях, обратимся к зарубежному опыту исследования проблем экономической безопасности. К настоящему времени за рубежом сложились два основных концептуальных подхода к пониманию сущности экономической безопасности.

Первый подход возник и получил распространение в развитых странах Европы и США. Экономическая безопасность понималась как доминирование высокоразвитой страны на внешних рынках за счет реализации ее более мощного экономического потенциала. Следует отметить, что этот подход был преобладающим в XX веке, но отдельные страны мира, в частности, США, до сих пор используют его при формировании государственной политики обеспечения национальной и экономической безопасности. Однако, на рубеже XX – XXI вв. произошел «пересмотр» взглядов на проблему экономической безопасности. В результате оптимальным способом ее обеспечения было провозглашено взаимовыгодное международное сотрудничество, стремление к сбалансированности национальной экономики, закрепление достойного места страны в глобальном экономическом развитии.

Второй подход разработан в развитых азиатских странах (Япония, Китай). Здесь в центр изучения проблем экономической безопасности были поставлены прикладные аспекты, в частности, вопросы выработки национальной политики обеспечения устойчивого, безопасного социально-экономического развития. При этом японские экономисты трактуют проблему экономической безопасности с позиций достижения бесперебойности поставок из внешней среды ресурсов, имеющих стратегическое значение для нормального функционирования и развития экономики страны. Китайские исследователи особое внимание уделяют достижению экономического суверенитета страны на мировой арене, ее защищенности от глобальных рисков.

Таким образом, зарубежные исследователи определяют экономическую безопасность в контексте обеспечения защиты народного хозяйства страны от неблагоприятных воздействий извне. Российские исследователи трактуют экономическую безопасность существенно шире: с позиций учета как внешних, так и внутренних факторов, обуславливающих способность национальной экономики к развитию. Российские ученые единодушны в том, что в современном обществе состояние экономической безопасности может быть достигнуто при таком развитии экономики, которое обеспечило бы:

- защиту гражданских прав и свобод населения России, достойный уровень жизни, социальный мир и спокойствие в обществе;

- эффективное решение внутренних политических, экономических и социальных проблем, исходя из национальных интересов Российской Федерации;

- адекватное влияние страны на социально-экономические процессы, происходящие в различных регионах и странах мира и затрагивающие национальные интересы России.

В любом случае, как бы ни трактовалось понятие экономической безопасности, а также структурное содержание этой категории, в современных условиях быстро меняющегося мира и высокой неопределенности, для лиц, принимающих решения (далее – ЛПР), необходим методологический аппарат, который бы лежал в основе выработки эффективных мер государственной политики, направленных на нивелирование и предупреждение возникающих вызовов, рисков и угроз в этой сфере. В основе такого аппарата может лежать система управления рисками в области экономической безопасности, которая, по нашему мнению, должна базироваться на текущем мониторинге состояния экономической безопасности, а также включать в себя анализ существующих и прогнозирование возможных рисков и вызовов в сфере социально-экономического развития страны. Можно полагать, что в настоящее время, необходимо создание и проектирование модели экономической безопасности, способной «обеспечить безопасность страны и баланс ресурсов для реализации как оперативных, так и долгосрочных задач в соответствии со стратегическими планами развития государства».

Система управления рисками в области экономической безопасности должна обеспечивать решение таких задач как:

- своевременное выявление наиболее значимых факторов, оказывающих влияние на состояние экономической безопасности, ранжирование их с учетом фактора времени не только по степени значимости, но и характеру оказываемого влияния, что по сути, представляет собой формирование набора рисков экономической безопасности;

- формирование набора управленческих воздействий, направленных на парирование, нивелирование и предотвращение условий для реализации рисков;

- прогнозирование последствий принятия тех или иных управленческих решений, их влияния на состояние экономической безопасности, а также на факторы, ее определяющие.

Очевидно, что такая модель может быть реализована при помощи различных эконометрических методов и математических инструментов, направление использования которых зависит от стоящих целей и задач, от конкретных исторических условий и уровня знаний.

Становление кибернетики в середине XX в. позволило включить механизм «обратных связей» в эконометрические модели, используя методы

векторной авторегрессии (VAR – 70-е годы и Sims – 80-е годы прошлого столетия), что дало возможность адекватно учитывать риски при формировании управленческих решений в области экономической безопасности. В 90-х годах в этих целях стали использовать векторные модели коррекции ошибок (VMEC), что позволяло устанавливать взаимосвязи для нестационарных процессов в долгосрочной перспективе.

Следующим этапом было внедрение структурных моделей экономики (VMEC), позволяющих с высокой степенью точности характеризовать все многообразие существующих в национальной экономике связей с использованием линейных уравнений взаимозависимости факторов экономического развития и динамики. Однако развитие новых технологий, а также появление новых видов экономической деятельности, существенно ограничили практику использования структурных моделей, поскольку они не позволяли быстро отражать подобного рода изменения. Вместе с тем, структурные модели хорошо себя зарекомендовали в решении задач прогнозирования. Сегодня их наиболее часто применяют во взаимоувязке с балансовыми моделями в динамических моделях общего равновесия. Сочетая в себе достоинства указанных моделей, прежде всего, возможность выявления и анализа структурных сдвигов в экономическом развитии, построение динамических моделей общего равновесия предполагает обязательное привлечение экспертов, что вызывает вполне справедливую критику прогнозов, полученных с использованием данных моделей с точки зрения объективности прогнозных оценок. Не менее важной проблемой остается вопрос включения в модели элементов, не имеющих сугубо экономического характера, но оказывающих значительное влияние на развитие национальной экономики и состояние экономической безопасности (экологические, внешнеполитические, международные риски и пр.). Таким образом, в целом в настоящее время не существует моделей, способных описать развитие реальной экономики во всем многообразии ее взаимосвязей и спрогнозировать состояние ее безопасности с учетом влияния множества факторов в условиях высокой неопределенности и риска.

Тем не менее, можно полагать, что для целей мониторинга состояния экономической безопасности страны, а также оценки влияния возникающих рисков и угроз в этой области, целесообразно использовать гибридную, комплексную модель, включающую:

- факторную подсистему, позволяющую отслеживать динамику наиболее значимых внешних и внутренних факторов, оказывающих влияние на состояние экономической безопасности;
- структурную подсистему, позволяющую сопрягать экспертные оценки с полученными количественными данными о состоянии экономической безопасности государства.

Применение гибридных моделей позволяет, при правильно проведенном процессе моделирования, получить довольно высокую точность прогнозных оценок на всем горизонте прогнозирования – кратко-, средне- и долгосрочном. «Уязвимым местом» данного класса моделей, как было указано выше, является использование экспертных оценок. Однако, можно с уверенностью полагать, что они необходимы и на этапе формирования, и на этапе внедрения модели. Это обусловлено тем, что в условиях динамично и неопределенно меняющейся среды именно с привлечением экспертных оценок возможно построение укрупненной структурно-факторной модели, которая бы давала обоснованное представление о формирующихся рисках и угрозах экономической безопасности государства. Кроме того, на этапе внедрения системы управления рисками в области экономической безопасности лица, принимающие решения, могут не обладать необходимыми компетенциями и навыками работы с новой системой управления, в том числе, навыком интерпретации полученных результатов в части, касающейся оценки значимости рисков и угроз. Именно поэтому включение подсистемы, основанной на экспертных оценках, является необходимым и обоснованным.

С принятием федерального закона «О стратегическом планировании в Российской Федерации» в стране начала формироваться система документов стратегического планирования, которая продолжает развиваться и совершенствоваться и в настоящее время. Внедрение принципов стратегического планирования в практику управленческой деятельности позволяет трактовать риски и угрозы в области экономической безопасности, в том числе и с точки зрения достижения целей, обозначенных в соответствующих стратегических документах. И здесь важную роль играет анализ вклада мероприятий, предусмотренных конкретным документом стратегического планирования, в обеспечение заданного уровня социально-экономического развития государства, обеспечивающего минимизацию угроз его экономической и национальной безопасности. В связи с этим возникает задача выявить и отобразить последствия принятых государственных решений не только на внутренние показатели-индикаторы, закрепленные в соответствующем документе стратегического планирования, но и в целом на уровень государственного и регионального социально-экономического развития. В результате решения таких задач должен быть сформирован оптимальный набор управленческих воздействий, направленных на нивелирование потенциальных критических ситуаций в ключевых областях развития национальной экономики.

В целом, стоящую на современном этапе задачу построения и внедрения в практику государственного управления системы управления рисками в области экономической безопасности возможно реализовать с использованием различных экономико-математических инструментов, каждый из которых имеет свои цели, задачи и преимущества применения. Не отрицая достоинств других методов экономико-математического моделирования и анализа социально-экономических процессов, полагаем, что одним из наиболее удобных и действенных методов является имитационное моделирование.

Как правило, в имитационную модель включаются ключевые характеристики исследуемого объекта, в данном случае, национальной экономики, а также внешние и внутренние события, способные оказать наиболее существенное влияние на его функционирование и развитие. Моделирование процессов макроэкономического уровня предполагает построение сложной имитационной модели, отражающей процесс целеполагания в его взаимосвязи с процессами социально-экономического развития государства. Для реализации указанной задачи возможно использование метода системной динамики с построением компьютерной программы численного решения уравнений, в том числе и нелинейных, лежащих в основе масштабной модели со множеством сложнейших структурных взаимосвязей. Поскольку в основу такой модели положены «петли» обратных связей или замкнутые контуры, то появляется возможность выявить внутренние свойства сложной системы, которые не лежат на поверхности. Модель позволяет проследить и оценить влияние государственных решений на показатели социально-экономического развития, а также экономической безопасности в регионах и стране в целом.

Имитационная модель системы управления рисками может носить адаптивный характер, что позволит адаптировать ее к тем или иным изменениям приоритетов государственной политики путем корректировки значений показателей, которые лежат в ее основе, а также вида их взаимосвязей. Это дает широкие возможности использования модели в решении объемного класса задач, среди которых: планирование, анализ, прогнозирование и мониторинг развития государства.

Основная сложность использования данного класса моделей для целей управления рисками экономической безопасности страны, заключается в сложности учета влияния возникающих факторов внешней и внутренней среды, которые для целей моделирования могут трактоваться, как новые события, приводящие к изменению элементов системы (модели) или связей между ними. Причем природа возникновения таких факторов, как правило, носит стохастический характер, именно поэтому на современном этапе развития данного инструментария в целях мониторинга угроз и рисков экономической безопасности особо важное

значение имеет последовательность включения в модель таких событий.

Подводя итог, можно полагать, что систему управления рисками в области экономической безопасности целесообразно строить на принципах комплексности не только по охвату элементов системы и их взаимосвязанности, но и по широте решаемых задач. Использование структурно-факторной модели дает возможность представить основное содержание элементов системы обеспечения экономической безопасности и связей между ними, а также выявить важнейшие факторы, определяющие динамику состояния экономической безопасности государства во времени. Внедрение имитационной составляющей позволит проводить эксперименты с моделью, целью которых является оценка эффективности управляющего воздействия, выявление «узких» мест в ресурсном обеспечении, необходимом для достижения состояния защищенности национальной экономики от внешних и внутренних угроз.

Такой подход позволяет значительно повысить автоматизацию управленческих процедур и регламентов, что в свою очередь будет способствовать снижению уровня субъективности при принятии управленческих решений на всех уровнях системы государственного управления РФ.

Вместе с тем полагаем, что в дальнейшем для обеспечения высокой эффективности системы управления рисками в области экономической безопасности в имитационные модели должны быть инкорпорированы математические модели, основанные на принципах работы живых систем – нейронные сети, которые в последнее годы получили широкое распространение во всех сферах человеческой деятельности, прежде всего, процедурах поддержки управленческих решений. Отличие нейронных сетей от традиционных моделей прогнозирования заключается в возможности учета гигантских объемов информации (тысячи и десятки тысяч данных за много лет), что и повышает качество аналитических процедур и точность прогнозных оценок, которая может достигать уровня свыше 90%.

Таким образом, теоретическая модель системы экономической безопасности государства должна иметь следующие характеристики: ядром должна быть интеллектуальная самообучающаяся распределенная многоуровневая система на основе нейронных сетей, обеспечивающая все необходимые вычисления при изменении целей социально-экономического развития; вновь возникающих международных и внутренних вызовов, влияющих на национальную безопасность; изменении технологических укладов и внедрение инновационных технологий с учётом достойного качества жизни населения, сбалансированности всех видов ресурсов, интересов частного капитала. При этом система должна обеспечить возможность оценки и мониторинга в режиме реального времени экономической и социальной

эффективности принимаемых государственными органами управленческих решений, результатов государственных и отраслевых программ и программ предприятий с государственным участием, а также действий крупных частных компаний; анализировать все взаимосвязи субъектов экономики государства и оценивать их в системе индикативных показателей.

По имеющимся оценкам международных организаций экологическая обстановка в Арктике оценивается как напряженная и, в силу региональных особенностей расположения промышленных предприятий, спецификой их производства, а также циркумполярным движением воздушных масс.

Региональный фактор в современных экономических процессах в мире выходит на передний план. Размывание государственных и административных границ вызывает к жизни новые трансграничные и кооперационные проекты, которые прежде были совершенно невозможны. Анализ стратегических документов Европейского Союза последних лет по отношению к Российской Федерации показывает, что, как минимум, в среднесрочной перспективе он рассматривает Россию, главным образом, как источник топливно-энергетических и иных природных ресурсов и вместе с тем как источник вероятных экологических катастроф.

Госпрограмма «Охрана окружающей среды» включает раздел, посвященный приоритетам государственной политики в сфере охраны окружающей среды, но не содержит самого перечня данных приоритетов, однако, устанавливает, что формирование приоритетов осуществляется на основе следующих политико-правовых документов: Основы экологического развития; План действий по реализации Основ экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года [11, СЗ РФ - 2012 № 52, ст. 7561]; Стратегия национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года; Климатическая доктрина Российской Федерации [12, СЗ РФ – 2009 № 51, ст. 6305]; Стратегия деятельности в области гидрометеорологии и смежных с ней областях на период до 2030 года [13, СЗ РФ – 2010 № 38, ст. 4850]; Стратегия развития деятельности Российской Федерации в Антарктике на период до 2020 года и на более отдаленную перспективу [14, СЗ РФ – 2010 № 45, ст. 5914]; Концепция развития системы особо охраняемых природных территорий федерального значения на период до 2020 года [15, СЗ РФ – 2012 № 3, ст. 452]; Стратегия развития морской деятельности Российской Федерации до 2030 года [16, СЗ РФ – 2010 № 51, ст. 6954]; Комплексная программа развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 года [ВП-П8-2322, 2012]; Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года [9, СЗ РФ – 2012 № 1, ст. 216].

Источником негативного воздействия на природу российской Арктики являются предприятия горно-металлургического комплекса с крупнейшими центрами в Норильске Красноярского края, Мончегорске, Печенге, Заполярном, Оленегорске Мурманской области [5].

Специфика перехода к устойчивому развитию северных территорий обусловлена в первую очередь тем, что Россия – единственная страна, которая ведет за Северным полярным кругом широкомасштабную хозяйственную деятельность в условиях исключительно высокой уязвимости природы. Многолетний потребительский подход к освоению пространств и ресурсов Арктической зоны Российской Федерации без учета характера воздействия той или иной деятельности на состояние окружающей среды привел к образованию локальных районов (Западно-Кольский, Норильский и др.) высокой экологической напряженности. Это потребовало скорейшего перехода на иную модель развития производительных сил. Экологическую ситуацию осложнило начавшееся освоение колоссальных запасов углеводородного сырья, открывшее новый этап эксплуатации АЗРФ. Новая модель развития этого региона должна исключить инерцию советского периода и в полной мере учесть характер современного политического устройства страны. Такая модель должна строиться с учетом не только изменяющихся внутренних и международных условий в АЗРФ в целом, но и новых, перспективных целей (включая национальную безопасность России в этом регионе) [4].

Одной из главных целей, обозначенных в «Основах государственной политики Российской Федерации в Арктике», является обеспечение экологической безопасности – сохранение и обеспечение защиты природной среды Арктики, ликвидация экологических последствий хозяйственной деятельности в условиях возрастающей экономической активности и глобальных изменений климата, разработка плана действий по ликвидации загрязнения Арктики и по защите Арктических морей России от антропогенного загрязнения; сокращение выбросов и сбросов загрязняющих веществ промышленными предприятиями, реабилитация загрязненных территорий; борьбе с трансграничным переносом загрязняющих веществ в Арктику; утилизация и захоронение радиоактивных отходов, утилизация выведенных из эксплуатации атомных подводных лодок и ледоколов; борьба с разрушением озонового слоя и его последствиями; оценка возможных экологических последствий освоения нефтегазовых ресурсов арктического шельфа, разработка методов борьбы с аварийными разливами нефти в арктических морях. Пока нет сил и средств очистить Арктику от всех отходов предыдущей деятельности человека на этих территориях [1,2,3].

Грядущие вызовы по освоению природных ресурсов Арктики и обеспечения ее экологической безопасности определяются задачами, которые позволили сформулировать основные рекомендации по научно-техническому обоснованию экологической безопасности в АЗРФ в условиях нового этапа технологической революции.

Эти задачи включают в себя:

- реализация конкурентных преимуществ России по добыче и транспортировке энергетических ресурсов;
- решение задач структурной перестройки экономики в Арктической зоне Российской Федерации на основе освоения минерально-сырьевой базы и водных биологических ресурсов региона;
- повышение экономической эффективности освоения минерально-сырьевой базы и водных биологических ресурсов арктического региона за счет использования комплексного подхода и их природных особенностей;
- создание и развитие инфраструктуры и системы управления коммуникациями Северного морского

пути для решения задач обеспечения евразийского транзита;

- завершение создания единого информационного пространства Арктической зоны Российской Федерации;
- превращение Арктической зоны Российской Федерации в ведущую стратегическую ресурсную базу Российской Федерации;

Очевидной является необходимость инновационных подходов к решению экологических проблем в Арктике, а миссией России, определяемой экологическим фактором, может явиться поддержание динамического баланса влияния на окружающую среду между природными и антропогенными воздействиями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года (утв. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. № 1662-р, с изм. от 08.08.2009 г. № 1121-р).
2. Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года (Указ Президента РФ № 232 от 08.02.2013 г.).
3. Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 г. и на даль-

нейшую перспективу (Указ Президента РФ № 1969 от 18.09.2008 г.).

4. Акимов В.А., Молчанов В.П., Соколов Ю.И. Риски чрезвычайных ситуаций в Арктической зоне Российской Федерации МЧС России. М.: ФГБУ НИИ ГОЧС, 2011.

5. Митько А.В. Основные направления управления экологическими рисками в Арктике// Материалы научно-практической конференции «Комплексные проблемы техносферной безопасности», Воронеж, 2015.- ч. 5, с. 5-12.

УДК 574.2

DOI 10.26110/ARCTIC.2019.104.3.007

Агбалян Елена Васильевна

д.б.н., заведующий научно-исследовательским сектором
эколого-биологических исследований
ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики»
+79224635909 agbelena@yandex.ru

Шинкарук Елена Владимировна

научный сотрудник сектора эколого-биологических исследований
ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики»
+79222830222 elena1608197@yandex.ru

Попова Татьяна Леонтьевна

научный сотрудник сектора эколого-биологических исследований
ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики»
+79615572567 popova-nadya@yandex.ru

Максименко Юрий Иванович

заместитель главного врача ГБУЗ ЯНАО Яр-Салинская
центральная районная больница
+73499630545 muscrb@mail.ru

E.V. Agbalyan, E.V. Shinkaruk, T.L. Popova, Y.I. Maksimenko

ЭССЕНЦИАЛЬНЫЕ И ТОКСИЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ В БИОСУБСТРАТАХ ЖИТЕЛЕЙ ПОЛУОСТРОВА ЯМАЛ

ESSENTIAL AND TOXIC ELEMENTS IN THE BIOSUBSTRATES OF THE INHABITANTS OF THE YAMAL PENINSULA

Аннотация. Исследования биосубстратов (волос) населения актуальны для оценки элементного статуса, накопления токсичных элементов и рисков для здоровья населения. Проведен скрининг содержания химических элементов в волосах населения пп. Панаевск, Салемал и жителей, ведущих кочевой образ жизни на территории Ямальского района Ямало-Ненецкого автономного округа. Определен химический состав волос на содержание 42 элементов.

Дана оценка элементного статуса в зависимости от пола, возраста, образа жизни. Анализ элементного состава волос жителей Ямальского района выявил низкие концентрации биогенного элемента меди в 60% случаев. Установлена разбалансированность жизненно важных элементов Cu:Fe:Zn - 1:2,8:24,9. Соотношение элементов указывает на высокий риск развития железодефицитной анемии у населения Ямальского района.

Проведено описание текущей экспозиции жителей автономного округа к ртути для дальнейшего мониторинга и оценки эффекта от снижения антропогенных выбросов ртути и ртутных соединений в глобальном масштабе.

Abstract. Studies of biosubstrates (hair) of the population are relevant for assessing elemental status, accumulation of toxic elements and risks to public health. The content of chemical elements in the hair of the population of Panaevsk and Salemal villages and residents leading a nomadic way of life in Yamalsky region of the Yamal-Nenets Autonomous District was screened. The chemical composition of the hair was determined for the content of 42 elements.

The assessment of elemental status depending on gender, age and lifestyle was made. The analysis of elemental composition of the hair of residents of Yamalsky region revealed low concentrations of copper nutrient in 60% of cases. The imbalance of the vital elements Cu:Fe:Zn - 1:2,8:24,9 was established. The ratio of elements indicates a high risk of iron deficiency anemia in the population of Yamalsky region.

The current exposure of the Autonomous District residents to mercury is described to monitor and evaluate the effect of reducing anthropogenic emissions of mercury and mercury compounds on a global scale in the future.

Ключевые слова: эссенциальные и токсичные элементы, элементный статус, медь, ртуть, коренные жители, полуостров Ямал.

Keywords: essential and toxic elements, elemental status, copper, mercury, indigenous peoples, Yamal Peninsula.

Химические элементы в зависимости от их биологического значения условно разделены на несколько групп: незаменимые или эссенциальные элементы, условно жизненно необходимые элементы, токсичные и условно токсичные элементы.

Эссенциальные элементы – биоэлементы, которые постоянно присутствуют в организме и для которых установлена их исключительная роль в обеспечении жизнедеятельности [Скальный и др., 2005]. Все жизненно необходимые элементы поступают в организм с пищей и питьевой водой и являются незаменимыми факторами питания. К эссенциальным элементам относятся: Fe, I, K, Ca, Co, Mg, Mn, Cu, Na, Mo, Se, P, Cr, Zn. Эссенциальные элементы при поступлении в организм в значительных концентрациях могут оказывать негативные эффекты.

Условно жизненно необходимые элементы выделены в отдельную группу в связи с тем, что постепенно накапливается всё больше данных об их важной роли в обеспечении нормальной жизнедеятельности организма. В эту группу включены следующие элементы: B, V, Si, Li, Ni.

К токсичным элементам относятся: Al, Ba, Be, Cd, As, Hg, Pb, Sb, Tl, Bi. Элементы этой группы постоянно присутствуют в организме и обладают токсичностью. Биологическая роль некоторых элементов изучена недостаточно. Токсичность элементов зависит от их дозы.

Микроэлементы, обуславливающие развитие патологических состояний при поступлении в организм в значительных количествах, объединены в группу потенциально токсичных элементов: W, Ga, Ge, Au, La, Sn, Pt, Rb, Ag, St, Zr.

Информативной биологической средой для оценки дисбаланса элементов в организме человека являются волосы [МУ 2.1.10.2809-10]. Твердые ткани характеризуют элементный статус, формирующийся в течение длительного периода, их анализ рекомендуется использовать для биомониторинга и клинической донозологической диагностики.

Элементный состав организма определяется многими параметрами. Физиологические характеристики, такие как пол, возраст, наличие патологии во многом определяют интенсивность накопления и особенность содержания тех или иных элементов в организме человека. Питание, курение, качество воздуха и воды, почвы и горные породы вносят свой вклад в геохимию человека [Барановская и др., 2011].

Клокальным факторам формирования элементного статуса населения относятся геохимические аномалии и техногенные воздействия. Биогеохимическая среда арктических территорий характеризуется дефицитом многих биоэлементов (I, Se, Co, Cu, Zn и др.) [Авцын и др.,

1991]. У жителей полуострова Ямал часто выявляются избыточные количества Mn, Fe, As, что обусловлено геохимическими факторами среды (состав питьевой воды) [Ибрагимов и др., 2011].

Особенности питания населения оказывают непосредственное влияние на элементный статус. Большая часть поллютантов поступает в организм человека с продуктами питания. Особенно уязвимы коренные жители Арктики. Загрязняющие вещества переносятся на дальние расстояния атмосферными потоками, океаническими, морскими и речными течениями и накапливаются в арктических пищевых цепях. Хищная рыба, птицы, наземные и морские млекопитающие могут накапливать высокие концентрации стойких токсических веществ [АМАР, 2015; Дударев и др., 2017].

В связи с вышеизложенным большой научно-практический интерес представляет исследование элементного статуса, содержания эссенциальных и токсичных элементов в волосах коренных жителей арктического региона.

Цель исследования: изучить особенности элементного статуса коренных жителей полуострова Ямал в зависимости от пола, возраста и образа жизни.

Данные о содержании химических элементов в волосах населения получены в рамках темы НИР «Комплексный мониторинг территории исконного проживания коренного малочисленного населения Ямало-Ненецкого автономного округа», которая выполнялась согласно Плану Ямало-Ненецкого автономного округа по организации научной деятельности на 2018 год, утвержденного постановлением Правительства Ямало-Ненецкого автономного округа от 05 февраля 2018 года № 90-П.

Материалы и методы. Проведен скрининг содержания химических элементов в волосах жителей пп. Панаевск, Салемал и жителей, ведущих кочевой образ жизни на территории южной части полуострова Ямал (Ямальский район Ямало-Ненецкого автономного округа). Обследованы жители от 19 до 58 лет.

Отбор биоматериала осуществлялся по стандартной методике ВОЗ с затылочной части головы. Количественное определение химических элементов осуществлялось в сертифицированной лаборатории методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной аргонной плазмой (ИСП-МС) и системой пробоподготовки, основанной на микроволновом разложении. Проводилось определение элементного состава биологических проб по 42 химическим элементам. Подготовка и анализ проб выполнялись в соответствии с рекомендациями МАГАТЭ и «Скрининговые методы для выявления групп повышенного риска среди рабочих, контактирующих с токсичными химическими элементами» (1989 г.), МУК 4.1.1482-03 и МУК 4.1.1483-03. К пробе

волос прилагалась анкета, в которой указан естественный цвет волос. При взятии образцов фиксировался пол, возраст, адрес проживания, наличие патологии и хронических заболеваний. Каждый обследованный житель заполнял информированное добровольное согласие, анкету участника исследования.

Статистический анализ проведен с использованием программы Statistica v.8.0 и включал описание средних арифметических значений (M) и стандартных отклонений (SD), медианы (Me), средних геометрических значений, перцентильное ранжирование, критерия Манна-Уитни, критерия Стьюдента. При $p < 0,05$ различия оценивались как статистически значимые.

Результаты исследования. Анализ элементного состава волос жителей Ямальского района выявил низ-

кие концентрации биогенного элемента меди у 60% обследованного населения (табл. 1). Содержания меди в волосах варьировали от 7,41 мкг/г до 23,74 мкг/г. Содержание молибдена в волосах жителей находилось в диапазоне от 0,0098 мкг/г до 0,04 мкг/г. В 20% случаев выявлялись пониженные концентрации молибдена в волосах. Установлено, у 15,3% обследованных жителей в волосах низкое содержание таких элементов как калий, магний и селен.

26,7% обследованных жителей имели повышенные концентрации марганца в волосах. Среднее содержание марганца для всей выборки более чем в два раза превышало верхнюю границу нормы и составляло $5,459 \pm 6,854$ мкг/г. Концентрации марганца в волосах колебались от 0,251 мкг/г до 21,93 мкг/г.

Таблица 1. Содержание эссенциальных химических элементов в волосах населения Ямальского района (мкг/г)

Элемент	Референсные величины	Содержание элемента в волосах населения			
		M $\pm$ SD	Mmax - Mmin	% (выше верхней границы)	% (ниже нижней границы)
Кальций	200-4000	1529 $\pm$ 2122	177-7710	15.3	6.7
Калий	40-2000	388.5 $\pm$ 608.2	5.9-2567	6.7	15.3
Железо	7-70	25.58 $\pm$ 17.57	10.82-74.06	6.7	-
Медь	9-50	9.848$\pm$3.859	7.41-23.74	-	60.0
Хром	0,04-1	0.481 $\pm$ 0.587	0.055-2.46	15.3	-
Фосфор	120-250	199.7 $\pm$ 30.2	142.0-270.0	6.7	-
Марганец	0,25-7	5.459$\pm$6.854	0.251-21.93	26.7	-
Магний	20-500	171.18 $\pm$ 262.84	12.78-1104	6.7	15.3
Натрий	30-2500	914.2 $\pm$ 1667.9	9.23-7192	6.7	6.7
Селен	0,2-2	0.496 $\pm$ 0.328	0.172-1.67	-	15.3
Цинк	125-500	235.7 $\pm$ 93.2	146-456	-	-
Молибден	0.015-0.1	0.0217 $\pm$ 0.0083	0.0098-0.04	-	20.0
Кобальт	0.004-0.3	0.1732 $\pm$ 0.4541	0.0081-1.91	6.7	-
Йод	0.15-10	1.983 $\pm$ 3.637	0.179-14.36	6.7	-

Наибольшую опасность для здоровья человека представляет ртуть (табл. 2). 73,3% обследованных жителей Ямальского района имели повышенные концентрации ртути в волосах, превышающие референсные величины (1 мкг/г). Средняя

концентрация ртути в волосах всей обследованной выборки составила $2,199 \pm 1,547$ мкг/г. Концентрации ртути в волосах находились в диапазоне от 0,078 мкг/г до 5,39 мкг/г.

Таблица 2. Содержание условно жизненно необходимых и токсичных элементов в волосах населения Ямальского района (мкг/г)

Элемент	Референсные величины	Содержание элемента			
		M $\pm$ SD	Mmin - Mmax	% (выше верхней границы)	% (ниже нижней границы)
Мышьяк	0-1	0.0344 $\pm$ 0.0283	0.0048-0.121	-	-
Олово	0-3	1.7523 $\pm$ 3.372	0.036-10.71	15.3	-
Бор	0-5	0.485 $\pm$ 0.430	0.048-1.83	-	-
Литий	0-0,1	0.032 $\pm$ 0.028	0.0031-0.27	6.7	-
Никель	0-2	0.418 $\pm$ 0.524	0.07-2.22	6.7	-
Титан	0-3	0.340 $\pm$ 0.429	0.009-1.6	-	-
Ванадий	0,005-0,1	0.0512 $\pm$ 0.0214	0.023-0.092	-	-
Кремний	11-70	19.90 $\pm$ 8.52	9.54-46.0	-	6.7
Серебро	0-1,5	0.1255 $\pm$ 0.1887	0.756-0.0066	-	-
Рубидий	0-1,5	0.384 $\pm$ 0.642	0.0052-2.72	6.7	-
Сурьма	0-0,3	0.0284 $\pm$ 0.0158	0.0062-0.068	-	-
Стронций	0-30	7.914 $\pm$ 13.339	0.272-54.55	6.7	-
Таллий	<5	1.258 $\pm$ 1.647	0.046-5.962	6.7	-
Вольфрам	0-0,1	0.0112 $\pm$ 0.0144	0.0014-0.047	-	-
Платина	0-0,005	0.000165 $\pm$ 0.000248	0.00005-0.0009	-	-

Золото	0-1	0.262±0.889	0.0015-3.7	6.7	-
Барий	0-6	2.204±2.922	0.141-12.01	6.7	-
Висмут	0-2	0.0834±0.1895	0.0022-0.801	-	-
Галлий	0-0,015	0.0042±0.0018	0.0016-0.0086	-	-
Германий	0-0,02	0.00803±0.00431	0.0042-0.017	-	-
Лантан	0-0,1	0.0123±0.0111	0.0013-0.043	-	-
Цирконий	0-2	0.0363±0.0200	0.0062-0.083	-	-
Уран	0-5	0.1215±0.2352	0.001-0.908	-	-
Бериллий	0-0,005	0.000965±0.000563	0.00024-0.0025	-	-
Кадмий	0-0,25	0.0444±0.0459	0.0061-0.159	-	-
Свинец	0-5	0.8745±1.3199	0.061-5.62	6.7	-
Алюминий	0-25	9.799±6.414	2.48-25.33	6.7	-
Ртуть	0-1	2.199±1.547	0.078-5.39	73.3	-

Учитывая критерий ФАО/ВОЗ, повышенные уровни ртути в волосах выявлялись у каждого второго обследованного жителя Ямалского района (46,7%). По рекомендациям ФАО/ВОЗ к повышенным уровням ртути в волосах относятся концентрации 2,2 мкг/г и более.

В единичных случаях задокументировано накопление в волосах обследованных жителей олова (15,3%), лития, никеля, рубидия, стронция, таллия, золота, бария и алюминия (6,7%).

Следует подчеркнуть, аддитивное (суммарное) действие поллютантов на одни и те же органы и системы организма представляет опасность для здоровья и

повышает вероятность развития у человека вредных эффектов. Ртуть, свинец и марганец воздействуют на центральную нервную систему, олово и ртуть – на почки, марганец и свинец – на кровь, ртуть и свинец – на репродуктивную и гормональную системы [Руководство по оценке риска..., 2004].

Дана гендерная оценка элементного статуса населения. У мужчин выявлено накопление $Hg_{1,4}$ – $Sb_{1,4}$ – $Se_{1,2}$ – $Si_{1,6}$ – $Ti_{1,7}$ – $V_{1,3}$ – $Zr_{1,3}$. Концентрации данных элементов в волосах в зависимости от гендерного признака представлены в таблице 3.

Таблица 3. Содержание элементов в волосах жителей Ямалского района по гендерному признаку

Элемент	Мужчины M±SD N=2	Женщины M±SD N=13	T Стьюдента	Достоверность различий, p
Мышьяк	0,0425±0,0103	0,0332±0,0297	-0,2	>0,05
Ртуть	3,03±1,05	2,07±1,55	-1,1	>0,05
Сурьма	0,041±0,009	0,026±0,016	-1,9	>0,05
Селен	0,572±0,113	0,485±0,345	-0,7	>0,05
Кремний	32,6±10,9	17,9±5,5	-1,9	>0,05
Титан	0,59±0,38	0,30±0,41	-0,9	>0,05
Ванадий	0,065±0,012	0,049±0,022	-1,5	>0,05
Цирконий	0,0455±0,0004	0,0349±0,0211	-1,8	>0,05

Установлена зависимость аккумуляции химических элементов в волосах жителей Ямалского района от возраста для ванадия и циркония ($r=0.5$), для калия, натрия, фосфора и рубидия ($r=0.4$) (табл. 4). Связь между показателями средней силы. С увеличением возраста повышается уровень накопления данных элементов.

Показана обратная зависимость между возрастом жителей и аккумуляцией в волосах следующих элементов: алюминия ($r=-0.6$), хрома и никеля ($r=-0.5$), галлия, йода, лантана, висмута ($r=-0.4$).

Таблица 4. Корреляционные связи между возрастом жителей Ямалского района и концентрациями химических элементов в волосах

элемент	r	элемент	r	элемент	r
Ag	-0.2	Ga	-0.4	Pt	-0.3
Al	-0.6	Ge	-0.0	Rb	0.4
As	0.3	Hg	0.3	Sb	0.3
Au	-0.2	I	-0.4	Se	-0.3
B	0.3	K	0.4	Si	-0.2
Ba	-0.3	La	-0.4	Sn	-0.2
Be	0.2	Li	0.3	Sr	-0.3
Bi	-0.4	Mg	-0.3	Tl	0.2
Ca	-0.3	Mn	0.2	Ti	0.2
Cd	0.3	Mo	-0.1	V	0.5
Co	-0.2	Na	0.4	W	-0.2
Cr	-0.5	Ni	-0.5	U	0.3
Cu	-0.3	P	0.4	Zn	-0.3
Fe	-0.1	Pb	0.2	Zr	0.5

Проведена сравнительная оценка коэффициентов концентрации элементов у жителей, проживающих в Яр-Салинской тундре и в пос. Панаевск Ямальского района относительно средних значений по Ямальному району (рис. 1). Содержания элементов в биосубстратах жителей, ведущих традиционный, кочевой образ жизни

в Ямальской тундре отличаются от средних величин по району и характеризуются накоплением широкого спектра элементов: $As_{1,2} - Au_{1,6} - B_{1,2} - Be_{1,2} - Bi_{1,6} - Cd_{1,4} - Co_{1,4} - Fe_{1,2} - Ge_{1,1} - Hg_{1,2} - K_{1,2} - La_{1,1} - Li_{1,2} - Mn_{1,4} - Mo_{1,1} - Na_{1,3} - Pb_{1,4} - Rb_{1,3} - Sb_{1,2} - Se_{1,1} - Ti_{1,4} - V_{1,4} - W_{1,3} - U_{1,6}$. В волосах жителей поселков накапливаются $P_{1,1} - V_{1,4} - Zr_{1,3}$.

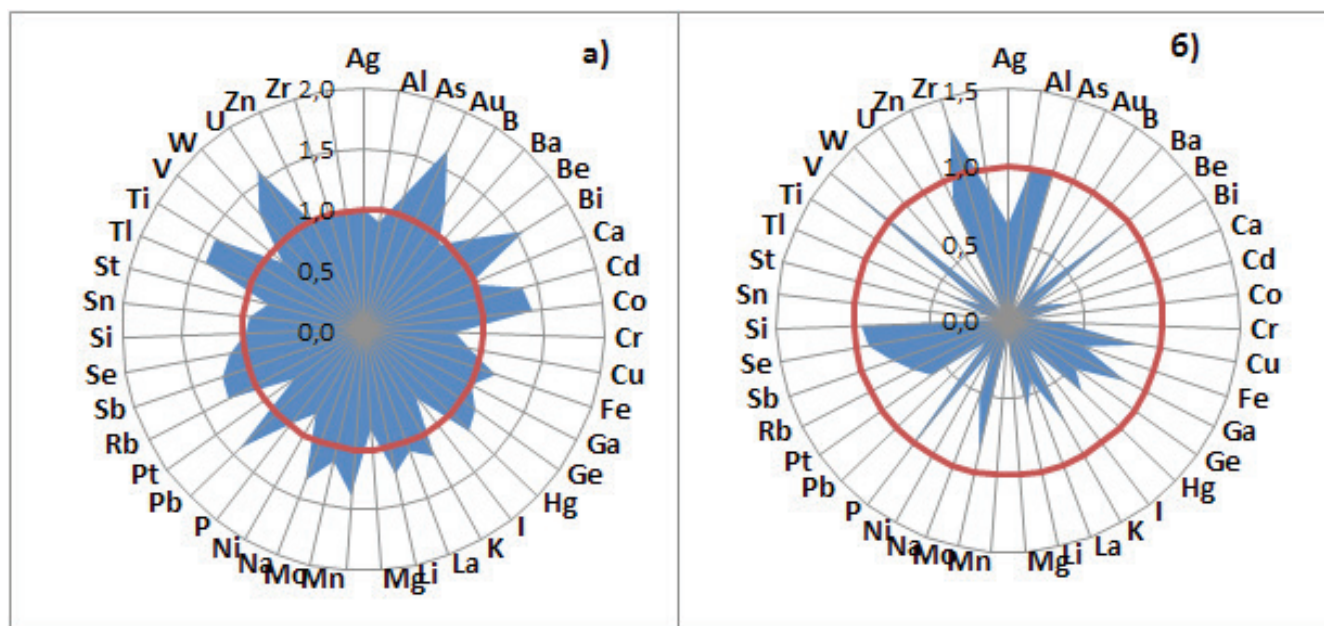


Рис. 1. Коэффициенты концентрации элементов в волосах жителей Ямальской тундры (а) и пос. Панаевск (б) Ямальского района относительно среднего содержания по Ямальному району

Аккумуляция кадмия, ртути, свинца, германия, таллия, вольфрама, урана, железа и марганца более выраженная в организме жителей, ведущих традиционный, кочевой образ жизни по сравнению с поселковым населением ($p < 0.05$, табл.5).

Таблица 5. Достоверность различий между концентрациями элементов в биологических средах жителей, ведущих традиционный, кочевой образ жизни и поселковым населением

Элемент	Яр-Салинская тундра $M \pm SD$	Пос. Панаевск $M \pm SD$	t-Стьюдента	Достоверность, p
Золото	0,4307±1,096	0,0055±0,0039	-1,2	$p > 0.05$
Висмут	0,1303±0,2291	0,0162±0,007	-1,5	$p > 0.05$
Кадмий	0,0607±0,0518	0,0196±0,0112	-2,3	$p < 0.05$
Кобальт	0,2448±0,5592	0,0243±0,0065	-1,2	$p > 0.05$
Железо	30,88±17,35	13,87±4,33	-2,8	$p < 0.05$
Германий	0,0092±0,0042	0,0043±0,00015	-3,5	$p < 0.05$
Ртуть	2,683±1,747	1,455±0,184	-2,1	$p < 0.05$
Калий	469,02±721,35	295,77±321,35	-0,6	$p > 0.05$
Литий	0,0394±0,0313	0,0188±0,0096	-1,8	$p > 0.05$
Марганец	7,55±7,48	0,62±0,32	-2,8	$p < 0.05$
Молибден	0,0244±0,0092	0,0188±0,0039	-1,5	$p > 0.05$
Свинец	1,244±1,565	0,174±0,058	-2,0	$p < 0.05$
Рубидий	0,484±0,766	0,266±0,311	-0,7	$p > 0.05$
Таллий	1,789±1,922	0,517±0,116	-2,0	$p < 0.05$
Титан	0,489±0,489	0,069±0,034	0,0	$p > 0.05$
Вольфрам	0,0145±0,016	0,0023±0,00048	-2,3	$p < 0.05$
Уран	0,1929±0,2772	0,007±0,0078	-2,0	$p < 0.05$

Максимальные различия отмечены для урана. Содержание урана в волосах жителей Яр-Салинской тундры в 27,6 раз выше, чем у поселковых жителей Ямальского района (0,193 мкг/г против 0,007 мкг/г, $p < 0.05$). Концентрации марганца в тундре в 12,2 раз (7,55 мкг/г против 0,62 мкг/г, $p < 0.05$), свинца в 7 раз (1,244 мкг/г против 0,174 мкг/г, $p < 0.05$), вольфрама в 6,3 раза выше, чем в поселке. Отношение содержаний кадмия в волосах жителей тундры и поселков составляет 3,1 раза, содержаний железа и германия – 2 раза, содержаний ртути – 1,8 раза.

Таким образом, в ходе проведенного исследования выявлены нарушения элементного статуса у обследованных жителей пп. Панаевск, Салемал и Ямальской тундры. Установлены пониженные содержания биогенного элемента меди на фоне накопления ртути в организме жителей, что создает условия для развития экологозависимых заболеваний.

Риски для здоровья населения, связанные с недостаточным содержанием меди в организме

Медь влияет на активность свыше 30 энзимов, ответственных за окисление и клеточное дыхание, кроветворение, иммунные реакции, метаболизм жирных кислот, антиоксидантное действие.

Дефицит меди является распространенным среди жителей всех стран. Причина дефицита обусловлена не только недостатком меди в рационах питания (н-р, при голодании), употреблении рафинированной пищи, продуктов с сахарозаменителями, но и кровопотери, алкоголизм, употребление нестероидных и противовоспалительных средств [Парахонский, 2015]. Дефицит меди у взрослого населения характеризуется, прежде всего, неврологическими и гематологическими нарушениями. Чаще возникает сочетанное поражение нервной системы и крови [Knovich et al., 2008]. Для дефицита меди наиболее характерна анемия в сочетании с нейтропенией [Филатов, 2010]. В эксперименте дефицит меди приводил к железодефицитной анемии вследствие нарушения абсорбции железа [Reeves P.G. et al., 2004].

95% сывороточной Cu содержится в голубом белке сыворотки крови – церулоплазмине (ЦП). Синтезируется церулоплазмин, главным образом, в гепатоцитах, а также в селезенке, легких, яичниках и мозге [Fleming et al., 1990]. ЦП осуществляет медь-транспортную функцию. ЦП является белком острой фазы, при воспалении его содержание в сыворотке крови увеличивается в 2-3 раза [Healy et al., 2007]. ЦП играет важную роль в метаболизме железа. При недостаточном поступлении Cu с пищей развивается анемия, связанная с дефицитом Fe [Vashchenko et al., 2013]. Ацерулоплазминемия сопровождается накоплением железа в печени, поджелудочной железе, мозге, что в перспективе приводит к развитию диабета, дегенерации сетчатки глаза и неврологическим нарушениям [Vassiliev et al., 2005].

В этой связи, накопление Fe в волосах жителей автономного округа связывают, главным образом, с высоким содержанием железа в питьевой воде, но возможно основная причина кроется в дефиците меди в организме.

Cu входит в состав цитохром-с-оксидазы, которая осуществляет перенос протонов через мембрану и формирует электрохимический протонный градиент, необходимый для синтеза АТФ [Porovic, 2013].

Cu также является строительным материалом для супероксиддисмутазы (СОД), которая способна выполнять антиоксидантную защиту организма. Недостаточный синтез СОД приводит к развитию нейродегенеративных заболеваний, хронической периферической нейропатии. Дефицит пищевой Cu вызывает снижение уровня активности СОД [McCorde et al., 1969].

В регионах Арктики и Севера воздействие экстремальных факторов среды на организм человека приводит к развитию окислительного стресса, при котором наблюдается избыточная продукция свободных радикалов. Ведущая роль в адаптации организма к неблагоприятным условиям среды отводится системе перекисное окисление липидов – антиоксиданты. Потребность жителей Арктики в антиоксидантах повышенная и расходуются они быстрее. Количество меди в рационе питания жителей Арктики должно быть выше, чем в средних широтах для эффективной адаптации организма к условиям проживания.

Клинические симптомы недостаточного потребления меди проявляются нарушениями формирования сердечно-сосудистой системы и скелета, развитием дисплазии соединительной ткани. При дефиците Cu отмечается снижение фермента лизилоксидазы, участвующего в образовании поперечных сшивок коллагеновых и эластических волокон [Рустамбекова и др., 2008]. Кортикостерон и тироксин вызывают снижение содержания Cu в организме в эксперименте [Авцын и др., 1991]. Снижение концентрации Cu в организме наблюдается при гипофункции щитовидной железы.

Нарушения усвоения меди наблюдаются при высоких содержаниях цинка в организме. Среднее потребление меди составляет 0,9-2,3 мг/сут. Установленные уровни потребности равны 0,9-3,0 мг/сут. Верхний допустимый уровень потребления – 5 мг/кг. Физиологическая потребность для взрослых – 1,0 мг/кг [МР 2.3.1.2432-08].

Актуальность изучения содержания меди в организме населения автономного округа связана с геохимическими особенностями тундровых почв. Недостаток меди в почвах связан с большой подвижностью ионов меди и его легким вымыванием из почв [Архангельский, 2012]. В кислой среде почв медь легко растворяется при выветривании, и свободные ионы меди легко химически взаимодействуют с минеральными и органическими компонентами. По нашим данным в

почвах тундровых и лесотундровых ландшафтов содержание меди варьирует от 3,6 до 13,9 мг/кг [Агбалян и др., 2019]. В почве п. Яр-Сале и Ямальской тундры содержание меди колеблется в пределах от 2 мг/кг до 2,8 мг/кг [Журба и др., 2016]. Максимальная концентрация меди выявлена в почве п. Харп (68 мг/кг) [Абакумов, 2016]. Среднее содержание меди в поверхностном слое почв разных стран составляет 39 мг/кг [Kabata – Pendias, 1989, 2011].

Содержание меди в почве, не вызывающее отклонений от нормы большинства живых организмов, находится в диапазоне от 15 мг/кг до 60 мг/кг, нижняя граница пороговой концентрации меди в почве – 6-15 мг/кг [Ковальский, 1974].

Относительно гигиенических нормативов во всех обследованных водных объектах Ямало-Ненецкого автономного округа выявляются низкие концентрации меди. По нашим данным содержание меди в поверхностных водах региона находится в диапазоне от 3,7 мкг/л до 6,8 мкг/л. Гигиенические требования по меди в питьевой воде составляют не более 1000 мкг/кг [СанПин 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические

требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения]. Однако установленные концентрации меди в воде изученных водоёмов автономного округа превышают экологические нормы для рыбохозяйственных водных объектов и средние мировые концентрации металлов в поверхностных речных водах, рассчитанные по данным об их содержании в крупнейших реках разных материков (для меди составляет 1,48 мкг/л) [Surface and Ground Water, 2005].

В проведенном исследовании выявлены пониженные концентрации меди в волосах жителей Ямальского района в 60% случаев. Концентрации меди в волосах варьировали от 7,41 мкг/г до 23,74 мкг/г (табл. 6). Недостаточное содержание меди в волосах жителей тундры установлено у 66,7% обследованных жителей. Медиана меди у жителей поселков соответствовала нижней границе референтных величин (9 мкг/г). У жителей тундры медиана меди была ниже нижней границы рекомендуемых значений. 25 и 90 перцентиль распределения концентраций меди в волосах обследованных жителей был ниже референтных величин.

Таблица 6. Содержание меди в волосах жителей Ямальского района

Обследованные жители	M±SD	M max	M min	Me	P ₂₅ *	P ₇₅ *	< 9 мкг/г (%)
Все	9.85±3.86	23.74	7.41	8.78	7.79	10.04	60,0
Жители тундры	8.89±1.67	13.28	7.41	8.11	7.49	10.04	66,7
Жители поселка	11.29±5.63	23.74	7.56	9.05	8.23	10.09	50,0
Мужчины	8.58±0.60	9.32	7.84	8.58	7.84	9.32	50,0
Женщины	10.04±4.08	23.74	7.41	8.78	7.56	10.09	61,5

Примечание. М – среднее значение, SD – стандартное отклонение, * – референтные величины, P₂₅ = 9 мкг/г, P₇₅ = 14 мкг/г [Скальный, 2003]

Гендерных различий концентраций меди в волосах выявлено не было (8,58±0,60 мкг/г против 10,04±4,08 мкг/г, p>0.05).

Сравнительная характеристика содержаний меди в волосах жителей разных регионов показала, что медиана меди у коряков, чукчей и эвенов соответствует референтным значениям (рис. 2) [Горбачев и др., 2016].

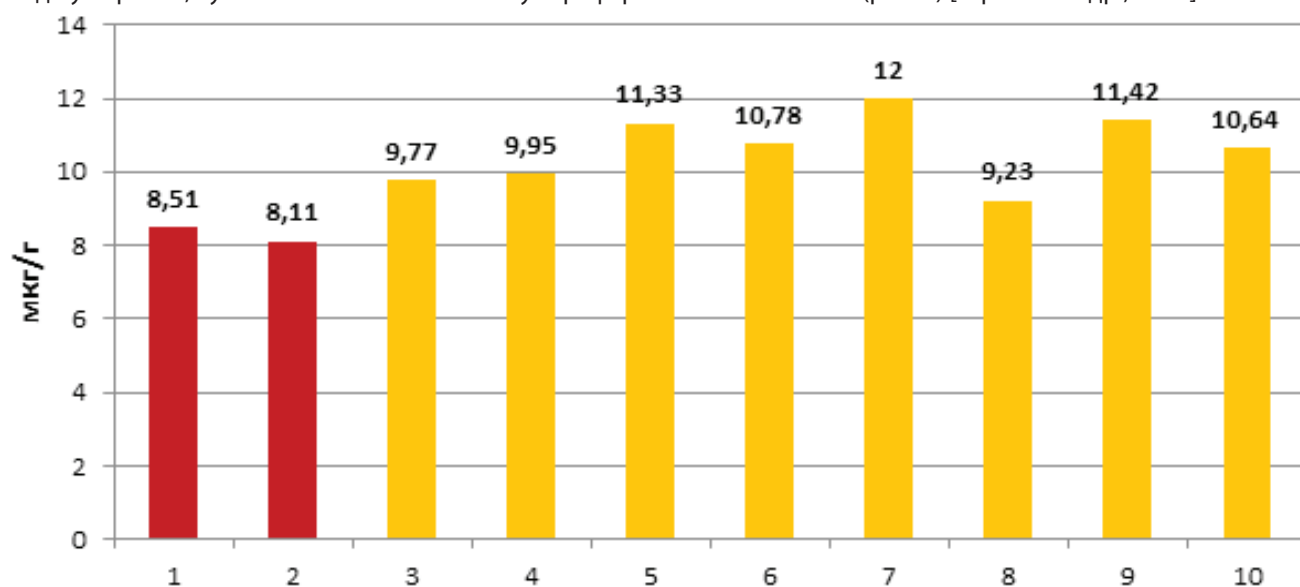


Рис. 2. Содержание меди в волосах жителей разных регионов РФ

Примечание. Данные представлены в виде Me – медианы, 1 – Ямальский район, ненцы, поселковое население; 2 – Ямальский район, ненцы, тундровое население; 3 – Тазовский район, ненцы, тундровое население; 4 – пос. Тазовский, ненцы, некоренное население; 5 – п. Харсаим, ханты; 6 – г. Надым, некоренное население; 7 – г. Сургут, некоренное население; 8 – Магаданская область, коряки; 9 – Чукотка, чукчи; 10 – Магаданская область, эвены.

Таблица 7. Соотношения элементов Cu:Fe:Zn для населения Ямальского района

Обследованные жители	Cu:Fe:Zn
Все	1:2,8:24,9
Жители тундры	1:3,5:25,4
Жители поселков	1: 1,7:24,2
Мужчины	1:1,7: 25,6
Женщины	1:2,9:24,8

Для жителей Ямальского района отношения Cu:Fe:Zn выходят за границы рекомендуемых величин –1:2,8:24,9. Установлена выраженная разбалансированность жизненно важных элементов Cu и Zn. Содержание Cu в волосах находится на нижней границе референтных показателей, а содержание цинка на верхней границе рекомендуемых величин. У жителей тундры наблюдаются повышенные концентрации Fe в волосах. Соотношение элементов указывает на высокий риск развития железодефицитной анемии для населения Ямальского района. У мужчин следует отметить тенденцию к активации окислительного стресса и формированию выраженных метаболических патологических синдромов.

Таким образом, можно предположить, что недостаточная обеспеченность медью приводит к нарушению обменных процессов и отражается на состоянии здоровья населения Ямальского района.

Содержание ртути в волосах жителей Ямальского района. Как интерпретировать полученные данные?

Воздействие ртути может вызывать серьёзные проблемы со здоровьем населения, оказывать токсическое действие на нервную, пищеварительную и иммунную системы, легкие, почки, кожу и глаза. Самым чувствительным к воздействию ртути является плод человека. Ртуть может оказывать неблагоприятное воздействие

на развитие мозга и нервной системы ребенка. В целом представляет значительную проблему для общественного здравоохранения [Ефимова, 2007; Ильченко, 2015].

Содержание ртути в волосах населения варьирует в широких пределах. В Кривошеинском и Шегарском районах Томской области с преимущественным развитием сельского хозяйства в волосах детей накапливается ртуть в высоких концентрациях (до 21 мкг/г), превышение над региональным уровнем составляет 4-6 раз [Барановская и др., 2011]. В сельских регионах загрязнение почв ртутью является типичным явлением, связанным с применением фунгицидов [Кабата-Пендиас и др., 1989].

В Иркутской области, отнесенной к территориям с промышленным загрязнением ртутью, её среднее содержание в волосах у мужчин составляет 7,85 мкг/г, у женщин – 5,31 мкг/г [Ефимова, 2007]. В Ханты-Мансийском автономном округе у аборигенного населения распространенность четырехкратного превышения уровня ртути в волосах относительно референсных величин составляла 96% [Корчина, 2008, Вильмс, 2015]. У городских жителей ХМАО отмечено повышенное содержание ртути (в 64,6% случаев).

Проведен сравнительный анализ содержания ртути в волосах жителей Ямальского района с данными, полученными для других регионов РФ (табл. 8). Уровень ртути в изученных образцах волос жителей тундры ниже, чем у сельского населения ХМАО, но выше, чем у жителей Магаданской области и Чукотки.

Таблица 8. Содержание ртути в волосах жителей Ямало-Ненецкого автономного округа и других регионов России

Место проживания	Этнические группы	Me, мкг/г	Mmin-Mmax, мкг/г	% отклонения (> 1 мкг/г)
ЯНАО, Ямальский район	ненцы	1,46	1,40 - 1,74	100
п. Панаевск тундра	ненцы	3,24	0,08 - 5,36	66,7
ЯНАО, Тазовский район	ненцы, ханты европеоиды	0,98	0,20 - 3,47	48,7
п. Тазовский тундра	ненцы	1,95	0,30 - 5,21	86,7
ЯНАО, Приуральский район	ханты, ненцы			
п. Харсаим	европеоиды	1,47	0,41 - 9,99	77,3
ЯНАОг. Надым	европеоиды, ненцы	0,45	0,03 - 5,60	12
ХМАО, д. Русскинская, п. Лямино, п. Угут	ханты	7,65	4,51* - 14,00**	97,9
г. Магадан	эвены, коряки, чукчи			
	юноши	0,52	0,16 - 1,54	20
	девушки	0,41	0,04 - 2,09	13,5
Магаданская область, п. Тауйск	камчадалы			
	ительмены	1,7	1,5 - 3,0	100
Чукотка, с. Марково, с. Ваеги, с. Ламурское	чуванцы, ламуты	2,3	0,26 - 8,6	62
ХМАО, г. Сургут	европеоиды	1,09	0,59* - 2,28**	64,6
г. Омск	европеоиды	0,32	0,17* - 0,53	-
г. Челябинск	европеоиды	0,81	0,76 - 0,86	-

Примечание. Me – медиана, * - P25, ** - P75.

Анализ содержания ртути (среднее геометрическое значение) в волосах жителей разных стран показывает, что минимальные уровни характерны для жителей

Европейского союза (рис. 3) [Биомониторинг человека..., 2015]. Наибольшие концентрации ртути в волосах показаны для Испании.

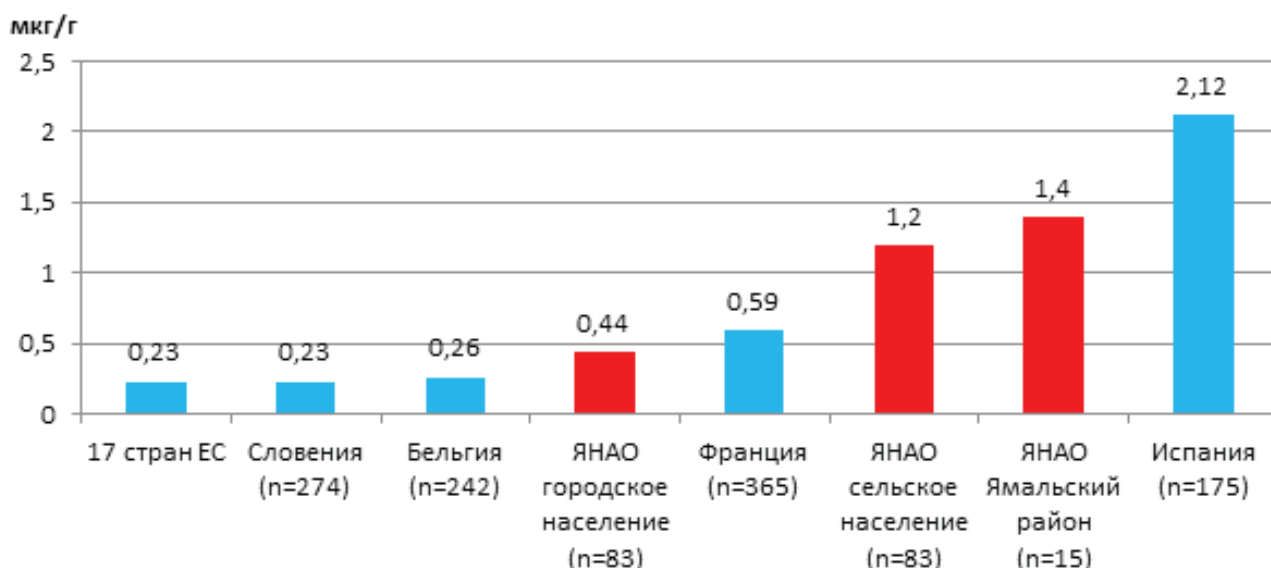


Рис. 3. Содержание ртути в волосах жителей разных стран (среднее геометрическое)

Фоновое содержание ртути в волосах в РФ составляет 0,5-1,0 мкг/г. Национальным агентством по окружающей среде США рекомендовано в качестве порогового уровня значение концентрации ртути в волосах равное 1 мкг/г [National Research Council, 2000].

ФАО/ВОЗ выработано нормативное содержание ртути в волосах соответствующее 2,2 мкг/г ртути [Joint FAO/WHO, 2003].

Согласно исследованию Bellanger концентрации ртути в образцах волос женщин репродуктивного возраста, превышающие 0,58 мкг/г могут приводить к слабовыраженным изменениям в интеллектуальном развитии детей [Bellanger, 2013]. Этот критерий, полученный на основе обследования 1875 женщин из 17 европейских стран, используется как «мягкий». Комиссия по Биомониторингу Человека Федерального агентства по окружающей среде Германии рекомендует принимать уровень ртути в волосах менее 0,58 мкг/г как безопасный уровень, при котором не наблюдается негативного воздействия на организм человека и не требуется никаких действий. При концентрации ртути в

волосах более 1,0 мкг/г наблюдается риск для здоровья человека и необходимы мероприятия по снижению риска.

Представляют интерес данные систематического обзора в отношении риска нейротоксичности и подверженности воздействию метилртути в глобальном масштабе вследствие потребления морепродуктов женщинами и детьми [Sheehan M.C. et al, 2014]. При анализе 164 исследований из 43 стран мира установлено, что поступление метилртути в несколько раз превышает уровень, рекомендуемый ФАО/ВОЗ (2,2 мкг/г) у представителей прибрежных регионов, потребляющих морепродукты и у потребителей морских млекопитающих в Арктике.

Национальный научный комитет США на основе многолетних исследований состояния здоровья новорожденных и их матерей, проживающих на Фарерских, Сейшельских островах и Новой Зеландии, питающихся в значительной степени морепродуктами, принял в качестве допустимого уровень ртути в волосах матери, равный 10 мкг/г (табл. 9).

Таблица 9. Референтные уровни содержания ртути в волосах по данным научных исследований

Автор	мкг/г
ВОЗ/UNEP, 2010	< 10
Тиц Н.У.	< 15
Калетина Н.И.	0,5 - 1,5
Скальный А.В.	0,05 – 2,0
ALS Scandinavia	0.05 – 0.93
Gouille J.P.	0.31 – 1.66
Таций Ю.Г., 2013	5,0
Стожаров А.Н., 2007	10 - 20

Заключение. Дефицит меди и соотношение элементов меди, цинка и железа указывает на высокий риск развития железодефицитной анемии у населения Ямалского района. У мужчин следует отметить тенденцию к активации окислительного стресса и формированию выраженных метаболических патологических синдромов.

Основным источником непроизводственной экспозиции к ртути является рыба и другие морепродукты. Уровень ртути в волосах людей, которые не потребляют рыбу не превышает 0,5 мкг/г (референсная величина 1 мкг/г). Уровни ртути в рыбе могут сильно варьировать в зависимости от вида и места происхождения; промысловая дикая рыба содержит более высокие уровни ртути, чем искусственно выращенная рыба.

Употребление основных традиционных продуктов питания по-прежнему рекомендуется в качестве здорового питания, но следует ограничить употребление в пищу хищных животных, занимающих высокие уровни в пищевых цепях, и поэтому накапливающих высокие концентрации загрязнителей.

С 16 августа 2017 года вступила в силу Минаматская конвенция о ртути – глобальное соглашение по защите здоровья человека и окружающей среды от антропогенных выбросов ртути и ртутных соединений. Биомониторинг человека является важнейшим инструментом описания исходных условий и мониторинга текущей экспозиции жителей автономного округа и оценки эффекта Конвенции по снижению текущей экспозиции людей [Биомониторинг человека..., ВОЗ, 2015]. В глобальной конвенции по ртути отмечается особая уязвимость экосистем и коренных общин Арктики по причине биомагнификации ртути и загрязнения традиционных продуктов питания. Содержание

ртути в продуктах питания в значительной степени обусловлено её эмиссией по всему миру. Рекомендации по потреблению продуктов не могут исключить воздействие ртути на наше здоровье. Здоровье населения обусловлено здоровьем окружающей среды.

Специфика реализации коммуникативной стратегии включает повышение осведомленности населения о биомониторинге человека, о важности таких исследований для общественного здоровья, представление результатов обследований на фоне существования арктической дилеммы (дефицит эссенциальных элементов (н-р, меди) и избыток токсичных элементов). Для профилактики хронических неинфекционных заболеваний и сохранения здоровья населения нужно сохранить особенности арктической диеты: в рационе питания в достаточном для удовлетворения физиологических потребностей в пищевых веществах, энергии, биогенных элементах и витаминах, должны содержаться такие продукты, как рыба, мясо северного оленя и субпродукты. Убедительной доказательной базы о большем вреде токсичных металлов по сравнению с положительным эффектом биологически активных веществ нет. Результаты крупномасштабных рандомизированных эпидемиологических исследований свидетельствуют о том, что в регионах с преимущественно рыбным рационом питания допустимы повышенные уровни ртути. Национальный научный комитет США на основе многолетних исследований состояния здоровья новорожденных и их матерей, проживающих на Фарерских, Сейшельских островах и Новой Зеландии, питающихся в значительной степени морепродуктами, принял в качестве допустимого уровень ртути в волосах матери, равный 10 мкг/г.

ЛИТЕРАТУРА:

1. AMAP, 2015. AMAP Assessment 2015: Human health in the Arctic. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, Norway. +165 pp. Available at: <http://www.amap.no/documents/doc/amap-assessment-2015-human-health-in-the-arctic/1346> (accessed 08/08/2018).
2. Bellanger M., Pichery C., Aerts D. et al. Economic benefits of methylmercury exposure control in Europe: Monetary value of neurotoxicity prevention. *Environment Health*. 2013, 12, pp. 3-10.
3. Fleming RE and Gitlin JD. Primary structure of rat ceruloplasmin and analysis of tissue-specific gene expression during development// *J. Biol. Chem.* 1990/265 (13): 7701-7707.
4. Healy J. and Tipton K. Ceruloplasmin and what it might do// *J. Neural Transm.* 2007. 114 (6): 777-781.
5. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. In: Sixty-first meeting, Rome, 10–19 June 2003.
6. Kabata – Pendias A. Trace elements in soils and plants. CRC Press, 2011. 505 p.
7. Knovich M.A., Il'yasova D., Ivanova A., Molnar I. The association between serum copper and anaemia in the adult
- Second National Health and Nutrition Examination Survey (NHANESII) population. *Br.J. Nutrition*. 2008. 99: 1226-9.
8. McCord JM and Fridovich I. Superoxidedismutase. An. Enzymic function for erythrocyte (hemocuprein)// *J. Biol. Chem.* 1969. 244 (22): 6049-6055.
9. Mocchegiani E., Costarelli, Giacconi, Piacenza, Basso, Malavolta Micronutrient (Zn, Cu, Fe) - gene interactions in aging and inflammatory age-related diseases: significance for treatment // *Aging Res Rev.* 2012. 11 (2): 297-319.
10. National Research Council. Toxicological effects of methylmercury. Washington, DC: National Academies Press; 2000. URL: <https://www.nap.edu/read/9899/chapter/117> (дата обращения 26.06.2019).
11. Popovic DM. Current advances in research of cytochrome c oxidase// *Amino Acids*. 2013. 45(5): 1073-1087.
12. Reeves P.G., DeMars L.C. Copper deficiency reduces iron absorption and biological half-life in male rats. *J. Nutr.* 2004; 134 (8): 1953-1957.
13. Sheehan M.C, Burke T.A, Navas-Acien A, Breyse P.N, McGready J, Fox M.A. Global methylmercury exposure from seafood consumption and risk of developmental neurotox-

icity: a systematic review. Bull World Health Organ 2014; 92:254–269.

14. Sulfate and Ground Water, Weathering, and Soils. Ed. J.I Drever. Vol. 5. Of Treatise on Geochemistry. Ed.: H.D. Holland, K.K. Turekian. Amsterdam. Elsevier. 2005: 625.

15. Vashchenko G. and MacGillivray RT. Multi-copper oxidases and human iron metabolism// Nutrients. 2013. 5(7): 2289-2313.

16. Vassiliev V, Harris ZL and Zatta P. Ceruloplasmin in neurodegenerative diseases// Brain Res. Rev. 2005. 49 (3): 633-640.

17. Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А. Микроэлементы человека: этиология, классификация, органопатология. М.: Медицина. 1991. 496 с.

18. Агбалян Е.В., Печкин А.С., Колесников Р.А., Моргун Е.Н., Красненко А.С., Ильясов Р.М., Локтев Р.И., Шинкарук Е.В. Фоновые физико-химические и химические характеристики почв Приуралья и Надым-Пур-Тазовского региона// Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа: Устойчивое развитие Арктики. Выпуск №2 (103), 2019: 14-26.

19. Агбалян Е.В., Ильченко И.Н., Шинкарук Е.В. Уровни содержания ртути в волосах сельских жителей Ямало-Ненецкого автономного округа// Экология человека. №7. 2018: 11-16.

20. Алексеев И.И., Абакумов Е.В., Шамилишвили Г.А., Лодыгин Е.Д. Содержание тяжелых металлов, мышьяка и углеводов в почвах населенных пунктов Ямало-Ненецкого автономного округа// Гигиена и санитария. 2016. №95 (9). С. 818-821.

21. Архангельский В.И., Мельниченко П.И. Гигиена. Compendium // учебное пособие для студентов учреждений высшего профессионального образования, обучающихся по специальности 060101.65 “Лечебное дело” дисциплины “Гигиена с основами экологии человека. Военная гигиена” Москва, 2012.

22. Барановская Н.В. Закономерности накопления и распределения химических элементов в организмах природных и природно-антропогенных экосистем: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Томск, 2011. 46 с.

23. Барановская Н.В., Швецова Д.В., Судыко А.Ф. Региональная специфика элементного состава волос детей, проживающих на территории Томской области// Известия Томского политехнического университета. 2011. Т. 319. 1: 212-220.

24. Биомониторинг человека: факты и цифры. Копенгаген: Европейское региональное бюро ВОЗ, 2015 г. URL: <http://www.euro.who.int/ru/health-topics/environment-and-health/health-impact-assessment/publications/2015/human-biomonitoring-facts-and-figures> (дата обращения 03.06.2019).

25. Вильмс Е.А., Гогадзе Н.В., Турчанинов Д.В., Корчина Т.Я. Сравнительный анализ микроэлементного состава волос городских жителей Западной Сибири. Гигиена и санитария. 2015, 7: 99-103.

26. Горбачев А.Л., Похилук Н.В. Элементный статус аборигенных этносов Северо-Востока России. Вестник Оренбургского государственного университета. 2016. №5 (193): 51-56.

27. Горбачев А.Л. Ртуть как приоритетный загрязнитель окружающей среды: уровень ртути и других токсичных элементов в организме аборигенных жителей Северо-Востока России// Микроэлементы в медицине. 2016. № 17 (2): 3-9.

28. Дударев А.А., Одланд Й.О. Здоровье человека в связи с загрязнением Арктики – результаты и перспективы международных исследований под эгидой АМАП// Экология человека. 2017. 9: 3-14.

29. Журба О.М., Рукавишников В.С., Меринов А.В., Алексеенко А.Н. Содержание нефтепродуктов, бенз[а]пирена, тяжелых металлов, мышьяка в почве Ямало-Ненецкого автономного округа и тяжелых металлов в волосах детей// Гигиена и санитария. 2016. 95 (6): 521- 524.

30. Ибрагимова М.Я., Сабирова Л.Я., Березкина Е.С., Скальная М.Г., Жданов Р.И., Скальный А.В. Взаимосвязь дисбаланса макро- и микроэлементов и здоровья населения// Казанский медицинский журнал. 2011. 92 (4): 606 – 609.

31. Ильченко И.Н. Обзор исследований по оценке воздействия ртути на население в постсоветских странах с использованием данных биомониторинга человека // Здравоохранение Российской Федерации. 2015. Т. 59. № 1. С. 48-53.

32. Ефимова Н.В., Лисецкая Л.Г. Содержание ртути в биосубстратах населения Иркутской области // Токсикологический вестник. 2007. № 3. С. 11-15.

33. Кабата - Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир. 1989. 439 с.

34. Кирилюк Л.И. Гигиеническая значимость тяжелых металлов в оценке состояния здоровья населения Крайнего Севера: дис. ... д-ра биол. наук. 2006. 337 с.

35. Ковальский В.В. Геохимическая экология. М.: Наука. 1974. 299 с.

36. Корчина Т.Я. Микроэлементный статус коренного и некоренного населения Северо-Запада Сибири. Деп. В ВИНТИ 13.03.2008. № 219. 2009. 24 с.

37. Парахонский А.П. Роль меди в организме и значение её дисбаланса// Естественно-гуманитарные исследования. 2015. №4 (10): 72-83.

38. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. 143 с.

39. Рустамбекова С.А., Аметов А.С., Тлиашинова А.М. Элементный дисбаланс при патологии щитовидной железы// «РМЖ». 2008. 16:1078.

40. Скальный А.В. Референтные значения концентрации химических элементов в волосах, полученных методом ИСП-АЭС (АНО «Центр биотической медицины»). Микроэлементы. 2003. №4(1): 55-56.

41. Скальный А.В. Биоэлементология: основные понятия и термины: терминологический словарь/А.В. Скальный, И.А. Рудаков, С.В. Нотова, В.В. Скальный, Т.И. Бурцева, О.В. Баранова, С.Г. Губайдулина. Оренбург: ГОУ ОГУ, 2005. 50 с.

Филатов Л.Б. Дефицит меди как гематологическая проблема// Клиническая онкогематология. 2010. 3 (1): 68-72.

УДК 612.017.2

DOI 10.26110/ARCTIC.2019.104.3.008

Попова Татьяна Леонтьевна

ГКУ ЯНАО Научный центр изучения Арктики, г. Надым,
научный сотрудник сектора эколого-биологических
исследований отдела естественнонаучных исследований
(8-961-557-25-67), e-mail: popova-nadym@yandex.ru

Агбалян Елена Васильевна

ГКУ ЯНАО Научный центр изучения Арктики, г. Надым,
Заведующий сектором эколого-биологических исследований доктор биологических наук
(8-922-463-59-09), e-mail: agbelena@yandex.ru

Шинкарук Елена Владимировна

ГКУ ЯНАО Научный центр изучения Арктики, г. Надым,
научный сотрудник сектора эколого-биологических
исследований отдела естественнонаучных исследований
(8-922-283-02-22), e-mail: elena1608197@yandex.ru

T.L. Popova, E.V. Agbalyan, E.V. Shinkaruk

ИССЛЕДОВАНИЕ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И АДАПТИВНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ГОРОДСКОГО НАСЕЛЕНИЯ ЯМАЛО- НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

STUDY OF THE PSYCHOPHYSIOLOGICAL STATE AND ADAPTIVE CAPABILITIES OF THE URBAN POPULATION OF THE YAMAL-NENETS AUTONOMOUS DISTRICT

Аннотация. В статье представлен анализ полученных данных в ходе проведенного исследования среди жителей г. Надым. Дана характеристика текущему психоэмоциональному состоянию, проанализированы показатели, полученные по состоянию центральной нервной системы: устойчивость реакций, функциональный уровень системы, уровень функциональных возможностей. Было выявлено, что наиболее сильную стрессовую нагрузку из социальных факторов несут в себе профессиональные, бытовые стрессы и фактор истощения жизненных сил. Анализ полученных данных показал, что у лиц с высоким уровнем стресса показатели нервно-психической адаптации значительно превышают нормативные и находятся в диапазоне патологической дезадаптации. Было отмечено рассогласование взаимоотношений между центрами зрительного и моторного анализаторов у женщин по сравнению с мужчинами, что свидетельствует о том, что степень развития утомления у женщин достоверно выше по сравнению с мужчинами.

Abstract. The article presents an analysis of the data obtained during the study among residents of Nadym. The characteristic of the current psycho-emotional state is given, the indicators of the state of the central nervous system are analyzed: stability of reactions, the functional level of the system, the level of functionality. It was revealed that the social factors causing the greatest stress are professional, domestic stresses and the factor of depletion of vitality. The analysis of the data showed that, in people with a high level of stress, indicators of neuropsychic adaptation significantly exceed the normative ones and are in the range of pathological maladaptation. It was noted that the mismatch in the relationship between the centers of the visual and motor analyzers in women, compared with men, indicates that the degree of development of fatigue in women is significantly higher than in men.

Ключевые слова: психоэмоциональное состояние, стресс, социальные факторы, нервно-психическая адаптация, функциональное состояние, скорость реакций, сила нервной системы.

Keywords: psycho-emotional state, stress, social factors, neuropsychic adaptation, functional state, reaction rate, strength of the nervous system.

Проживание в Арктических условиях, предъявляет повышенные требования к психологическому и психофизиологическому состоянию организма человека, на который оказывают воздействие, как факторы внешней среды, так и особые социальные условия.

Известно, что наряду с основными эпидемиологическими факторами риска, такими как курение, низкий уровень физической активности, избыточная масса тела, злоупотребление алкоголем, в возникновении сердечно-сосудистых и других хронических неинфекционных заболеваний, важную роль играют психологические и социальные факторы, в том числе психоэмоциональный стресс. Особо можно выделить психоэмоциональное напряжение (ПЭН), которое при длительном воздействии способствует ослаблению защитных, в том числе иммунных механизмов, что является так же фактором риска развития соматической патологии.

Обеспечение адаптивной деятельности организма к изменениям внешней и внутренней среды, а так же сохранение здоровья в значительной степени выполняет центральная нервная система (ЦНС). Адаптивная норма для каждого человека индивидуальна она является функционально-динамическим образованием, которая объединяет в себе потенциальные возможности реагирования, отражает особенности, связанные с конституционно-генетическими признаками и адекватные реакции на социальные и средовые воздействия [Ивдова и др., 2010].

Психофизиологические показатели – это количественно измеряемые величины, имеющие содержательную интерпретацию, их можно использовать в качестве инструмента объективной диагностики ранних обратимых изменений в организме. Факторы антропогенного воздействия способствуют снижению резервов здоровья и нарастанию степени напряжения психофизиологического состояния человека [Гичев, 2002]. Психофизиологический статус является биомаркером экологического благополучия и здоровья населения. Агрессивные экологические факторы воздействуют в первую очередь на высокочувствительные биологические субстраты – нейроны мозга, центры нейроэндокринной и нейроиммунной систем, что потенциально способно изменить функционирование психической деятельности, изменить психофизиологические характеристики личности [Галушанян, 2007].

Исследование выполнялось в рамках темы НИР «Комплексный мониторинг территории исконного проживания коренного малочисленного населения Ямало-Ненецкого автономного округа», которая выполнялась согласно Плану Ямало-Ненецкого автономного округа по организации научной деятельности на 2018 год, утвержденного постановлением Правительства Ямало-Ненецкого автономного округа от 05 февраля 2018 года № 90-П.

Цель работы: оценка психоэмоционального состояния и адаптационных возможностей организма у жителей г. Надым ЯНАО.

Материалы и методы

Проведено исследование на базе ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики» в период октябрь-ноябрь 2018 года. Обследованы жители г. Надым Ямало-Ненецкого автономного округа в количестве 79 человек, из них мужчин - 30,4%, женщин - 69,6%, ($P < 0,01$). Средний возраст обследованных лиц составил $41,71 \pm 8,27$ лет. Все участвующие в исследовании мигранты, средний северный стаж которых составил $27,57 \pm 11,02$ лет.

В ходе исследования использован опросник «Ваше самочувствие» (ВС), разработанный в ГНИЦ ПМ МЗ РФ. Данный опросник позволяет осуществить комплексный подход к оценке психоэмоционального напряжения (ПЭН), измеряет различные его аспекты [Копина и др., 1994]. В опросник (ВС) входят методы экспресс-диагностики и связанных с ним факторов:

1. Шкала психосоциального стресса Л. Ридера;
2. Шкала удовлетворенности жизнью в целом (уровень высокий, средний, низкий);
3. Шкала удовлетворенности условиями жизни (уровень высокий, средний, низкий);
4. Шкала удовлетворенности условиями жизни (уровень высокий, средний, низкий).

Оценка нервно-психической адаптации была проведена при помощи теста «Нервно-психической адаптации» (НПА) [Гурвич, 1992].

Оценку функционального состояния центральной нервной системы (ЦНС) проводили с помощью простой зрительно-моторной реакции (ПЗМР) на компьютерном комплексе «НС-ПСИХОТЕСТ» (компании Нейрософт, г. Иваново, Россия). Выбор методики обусловлен диагностическими возможностями и ее безопасностью, а так же малым временем, требуемым на проведение измерения [Корельская и др., 2016].

Простая зрительно-моторная реакция (ПЗМР) - это элементарный вид произвольной реакции человека на зрительный стимул. Простая зрительно-моторная реакция состоит из двух последовательных компонентов: сенсорного (латентного) периода и моторного периода. Скорость (ПЗМР) позволяет оценить интегральные характеристики центральной нервной системы человека, т.к. при ее реализации задействованы как основные анализаторные системы человека (зрительная и кинестетическая), так и определенные отделы головного мозга и нисходящие нервные пути [Мантрова, 2008]. Оценка психофизиологического статуса в случае нормального распределения проводится на основании средних значений времени реакции и стандартного отклонения. Среднее значение отражает среднюю скорость (ПЗМР), характерную для индивида: чем меньше среднее значение времени реакции, тем выше скорость реагирования. Стандартное отклонение является показателем стабильности сенсомоторного реагирования: чем меньше стандартное отклонение, тем более стабильной является скорость сенсомоторной реакции. Для получения наиболее полной информации о свойствах и состоянии центральной нервной системы на основании результатов исследований по данной

методике используются дополнительные показатели, в частности критерии Т.Д. Лоскутовой и коэффициент точности Уиппла [Мантрова, 2008]. На основании соответствия нестандартных статистических показателей, полученных у обследуемых, определяются три количественных критерия, которые характеризуют с различных сторон текущее функциональное состояние (ЦНС): функциональный уровень системы, устойчивость реакции и уровень функциональных возможностей [Мантрова, 2008].

Функциональный уровень системы (ФУС) – его величина определяется абсолютным значением времени реакции и отражает текущее функциональное состояние (ЦНС), степень развития утомления под влиянием факторов окружающей среды.

Устойчивость реакции (УР) – величина этого показателя тем больше, чем меньше вариабельность значений времени простой двигательной реакции. Показатель (УР) рассматривается как критерий устойчивости состояния (ЦНС), следовательно, чем выше показатель (УР), тем устойчивее и стабильнее текущее функциональное состояние (ЦНС).

Уровень функциональных возможностей (УФВ) – наиболее полно характеризует состояние (ЦНС) и является проявлением адаптивной реакции организма, заключающейся в способности (ЦНС) формировать в соответствии с задачей функциональную систему и удерживать ее продолжительное время.

Исследование проводилось с письменного информированного согласия, соответствующего этическим стандартам Хельсинкской декларации Всемирной ассоциации «Этические принципы проведения научных исследований с участием человека» (2000 г). Обработку полученных результатов исследований проводили с помощью пакета программ Statistica for Windows, v. 8.0 (StatSoftInc., США) и Microsoft Excel (Microsoft, США).

Полученные результаты и обсуждения

Анализ показателей по шкале психо-социального стресса Л. Ридера показал, что респонденты с высоким уровнем стресса встречались в 7,6 % случаях от общего числа опрошенных. Лица с низким уровнем стресса составили 54,5%. Гендерный анализ не выявил достоверных отличий, показатели были близки как у мужчин, так и у женщин (рис. 1).

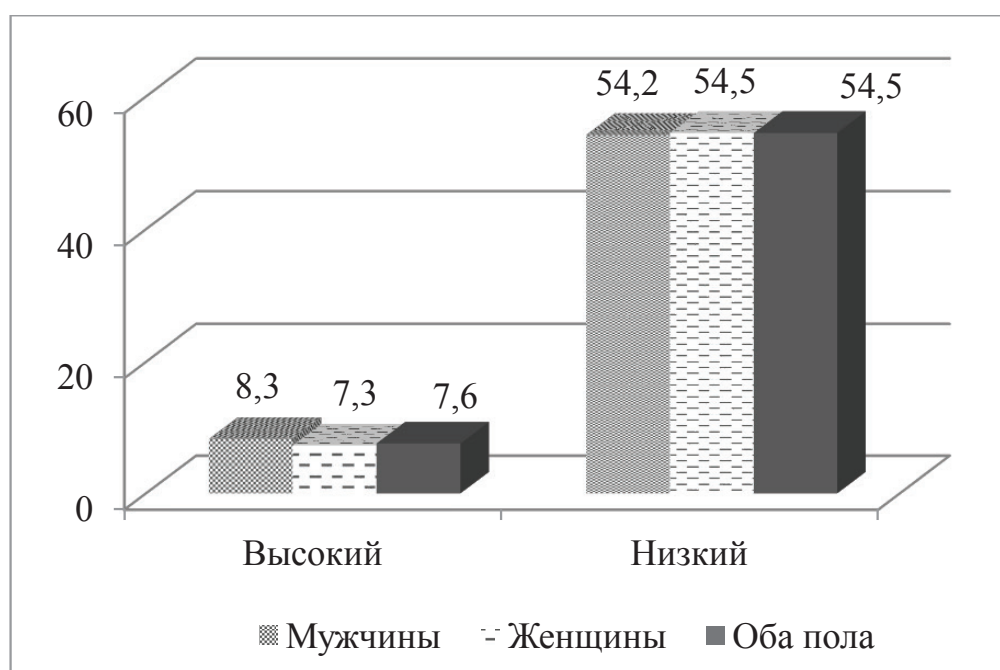


Рис.1. Распределение лиц в зависимости от уровня стресса по шкале Л. Ридера, %

Далее были проанализированы показатели субъективного благополучия, удовлетворенность условиями жизни, основными жизненными потребностями и нервно-психической адаптации, в зависимости от уровня стресса. У респондентов с низким уровнем стресса среднегрупповые значения удовлетворенности жизнью, условиями жизни и основными жизненными потребностями были отмечены на уровне высокого (табл. 1). Показатели нервно-психической адаптации не превышали в данной группе нормативные и находились в пределах (оптимальной адаптации). У респондентов

со средним уровнем стресса, средние значения по шкалам удовлетворенность жизнью, условиями жизни соответствовали высокому уровню, а показатели удовлетворенности основными жизненными потребностями на уровне удовлетворительного. По тесту нервно-психической адаптации средний балл несколько превышал нормативный показатель и находился в диапазоне «непатологической нервно-психической дезадаптации» ($P < 0,05$). У респондентов данной группы отмечаются ограничение психического здоровья и признаки стресса.

У обследованных жителей с высоким уровнем стресса среднегрупповой показатель удовлетворенности жизнью находился на уровне высокого. Условия жизни и удовлетворенность основными жизненными потребностями, в данной группе было отмечено на удовлетворительном уровне. Достоверное превышение нормативных показателей ($P<0,001$), в данной группе было

отмечено по тесту нервно-психической адаптации, и соответствовало (патологической дезадаптации). В данной группе в широком спектре были представлены «актуальные жалобы», как психосоматического так и психосоциального характера, что относит их к лицам с выраженным ограничением психического здоровья (табл.1).

Таблица 1. Показатели шкал опросника «Ваше самочувствие» и «Нервно-психической адаптации» в зависимости от уровня стресса, $M\pm\sigma$.

Уровень стресса	Удовлетворенность жизнью	Удовлетворенность условиями жизни	Удовлетворенность основными жизненными потребностями	Нервно-психическая адаптация
Высокий	5,00 $\pm$ 2,24	43,83 $\pm$ 4,83	41,83 $\pm$ 3,50	**44,33$\pm$10,11
Средний	6,90 $\pm$ 0,79	47,57 $\pm$ 4,62	41,13 $\pm$ 4,81	*28,20$\pm$11,08
Низкий	9,12 $\pm$ 0,68	50,49 $\pm$ 3,57	43,86 $\pm$ 4,24	19,67 $\pm$ 8,81

Примечание: Сумма баллов по тесту НПА (от 0-20 баллов – оптимальная адаптация, от 21-30 - не патологическая дезадаптация, 31 балл и выше - патологическая дезадаптация.

Достоверность отличий обозначена по t критерию Стьюдента, * $p=0,05$; ** $p=0,001$.

Социальные факторы и стресс

Проведенный анализ полученных данных показал, что ведущим фактором, ухудшающим психоэмоциональное состояние, является стресс в трудовой сфере (44,3%). Гендерный анализ показал, что мужчины в 1,3 раза чаще негативно оценивали данный фактор по сравнению с женщинами. Эмоциональное напряжение, социально-бытовые стрессы отмечали 1/3 респондентов от общего числа опрошенных. На изменения личностных характеристик указали ¼

респондентов. Гендерный анализ показал, что около 1/3 женщин, считают себя нервной и раздражительной. На истощение жизненных сил указали чуть более 20 % респондентов. По фактору истощения жизненных сил женщин негативно оценивающих данный фактор в 3,3 раза больше по сравнению с мужчинами. На семейно-обусловленные стрессы, указали 12,6% опрошенных. Гендерный анализ показал, что по данному фактору мужчин в 1,5 раза больше по сравнению с женщинами (табл. 2).

Таблица 2. Частота социальных стрессов в сравниваемых группах (%)

Шкалы	Группы		
	Мужчины	Женщины	Оба пола
1.Пожалуй, я человек нервный	16,6	29,0	25,3
2. Я очень беспокоюсь о своей работе	54,2	40,0	44,3
3. Я часто ощущаю нервное напряжение	29,2	32,7	31,6
4. Моя повседневная деятельность вызывает большое напряжение	29,2	29,0	29,1
5.Общаясь с людьми, я часто ощущаю нервное напряжение	12,5	14,5	13,9
6.К концу дня я совершенно истощен физически и психически	8,3	27,2	21,5
7.В моей семье часто возникают напряженные отношения	16,6	10,9	12,6

Проведенный факторный анализ, показал, что наиболее сильную нагрузку несет в себе 1 фактор. Как показано в таблице 3, на уровне высокой статистической значимости отмечена 3 субшкала «Я часто ощущаю нервное напряжение» -0,869, 4 пункт опросника «Моя повседневная деятельность вызывает большое напряжение» -0,792, «Изменения личностных характеристик» 1 субшкала -0,777, 6 шкала «Истощение

жизненных сил» -0,776, 7 шкала «В моей семье часто возникают напряженные отношения» -0,764, и 5 шкала «Общаясь с людьми, я часто ощущаю нервное напряжение» -0,636. Фактор 2 несет в себе нагрузку на уровне высокой статистической значимости по трудовому фактору «Я очень беспокоюсь о своей работе» -0,823 (табл.3).

Таблица 3. Факторный анализ данных исследования по шкале психо-социального стресса Л.Ридера (факторные нагрузки).

Субшкалы теста	Факторные нагрузки	
	Фактор 1	Фактор 2
1. Пожалуй, я человек нервный	-0,777	0,104
2. Я очень беспокоюсь о своей работе	-0,446	-0,823
3. Я часто ощущаю нервное напряжение	-0,869	-0,036
4. Моя повседневная деятельность вызывает у меня большое нервное напряжение	-0,792	-0,079
5. Общаясь с людьми, я часто ощущаю нервное напряжение	-0,636	0,429
6. К концу дня я совершенно истощен физически и психологически	-0,776	-0,136
7. В моей семье часто возникают напряженные отношения	-0,764	0,279

Примечания: Жирным шрифтом выделены шкалы имеющие статистически значимую факторную нагрузку.

Оценка психофизиологического статуса

Сравнительный анализ полученных данных по показателям (ПЗМР), представлен в таблице 4. Нами были выявлены более высокие средние значения времени реакции у мужчин, по сравнению с показателями полученными у женщин ($P < 0,01$). Мужчины меньше допускали общих ошибок, а так же число пропусков по сравнению с женщинами. Гендерный анализ указывает на ярко выраженную инертность нервных процессов у женщин по сравнению с мужчинами (66,7% и 31,2% соответственно $t = 1,56$, $P > 0,05$). Тогда как у мужчин значение времени реакции у большинства соответствует подвижности нервных процессов и составляет (37,6%, а у женщин 23,0%, $t = 0,60$, $P > 0,05$). С неустойчивым типом подвижности нервных процессов было выявлено мужчин в 3 раза больше по сравнению с женщинами (31,2% и 10,3% соответственно, $t = 0,79$, $P > 0,05$). Проведенная оценка функционального уровня системы (ФУС), показала, что у мужчин функциональные показатели по центральной нервной системе достоверно

выше и соответствовали среднему уровню, по сравнению с показателями полученными у женщин у которых средний балл находился на уровне низкого (4,61 и 4,35 усл. ед., соответственно $P < 0,05$). На стабильность и устойчивость нервной системы указывают показатели параметра устойчивости реакций (УР), которые у мужчин выше по сравнению с показателями полученными у женщин (2,05 и 1,85 усл. ед. $t = 1,31$, $P > 0,05$). Уровень функциональных возможностей у мужчин несколько выше по сравнению с показателями полученными у женщин (3,74 и 3,43 усл. ед., $t = 1,86$ $P > 0,05$).

Таким образом, сочетание низкой скорости реакций, ярко выраженной инертности нервных процессов и более низкого уровня функциональных возможностей указывает на рассогласование взаимоотношений между центрами зрительного и моторного анализаторов у женщин, по сравнению с мужчинами. Степень развития утомления у женщин достоверно выше по сравнению с мужчинами (табл. 4).

Таблица 4. Результаты оценки простой зрительно-моторной реакции, среди обследованных респондентов ($M \pm m$).

Показатели	Мужчины	Женщины	t	p
Среднее время реакции, с	206,61±5,78	237,53±6,76	t=3,78	P<0,01
Общее число ошибок	3,00±0,70	3,20±0,56	t=0,22	P>0,05
Число пропусков	1,37±0,47	1,64±0,36	t=0,46	P>0,05
Преждевременные нажатия	1,68±0,26	1,56±0,29	t=0,31	P>0,05
Коэфф. точности Уиппла, условные единицы	0,95±0,09	0,95±0,07	t=0	P>0,05
Функциональный уровень системы, условные единицы	4,61±0,09	4,35±0,07	t=2,28	P<0,05
Устойчивость реакций условные единицы	2,05±0,13	1,85±0,08	t=1,31	P>0,05
Уровень функциональных возможностей	3,74±0,14	3,43±0,09	t=1,86	P>0,05

На основании проведенного исследования можно сделать следующие выводы.

1. Наиболее высокие средние значения нервно-психической адаптации были отмечены в группе лиц с высоким уровнем стресса, и превышали нормативные показатели в два раза, что свидетельствует о том, что данные лица находятся в состоянии «патологической дезадаптации».

2. Гендерный анализ показал, что женщин, негативно оценивающих фактор истощения жизненных сил в 3,3 раза больше по сравнению с мужчинами. Мужчины в 1,5 раза чаще отмечали семейно-

обусловленные стрессы, и в 1,3 раза чаще трудовые стрессы по сравнению с женщинами.

3. Результаты факторного анализа показали, что наиболее сильную стрессовую нагрузку несут в себе факторы эмоционального напряжения, социально-бытовые стрессы, фактор истощения жизненных сил, семейно-обусловленные стрессы.

4. Функциональные возможности ЦНС у мужчин находятся в пределах удовлетворительного уровня. У женщин выявлено снижение скорости времени реакции и инертность нервных процессов достоверно чаще по сравнению с показателями полученными у мужчин ($P < 0,01$).

ЛИТЕРАТУРА

1. Галушанян К.С. Психодиагностика деструктивного воздействия экологических факторов среды обитания // Российский психологический журнал. – 2007. – Том 4 (3). – С. 49-60.

2. Гичев Ю.П. Загрязнение окружающей среды и здоровье человека. Новосибирск, СО РАМН, 2002. 230 с.

3. Гурвич И.Н. Тест нервно-психической адаптации // Вестник гипнологии и психотерапии. 1992. – №3. – С. 46-53.

2. Ивдова Г.В., Альперина Е.Л. Нейроиммунные взаимодействия при психоэмоциональном напряжении (экспериментальное исследование) // Бюл. СО РАМН. – 2010. – Т. 30, № 4. – С. 31-37.

3. Корельская И.Е., Кузнецов А.А. Экспресс оценка состояния центральной нервной системы по параметрам простой зрительно моторной реакции // Меж-

дународный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 8-2. – С. 194-197.

4. Копина О.С., Сулова Е.А. Методика Экспресс-диагностики уровня психоэмоционального напряжения и его источников и выявления лиц, нуждающихся в получении психологической помощи: Методические рекомендации для психологов и медицинских работников. – М., 1994. 17 с.

5. Короленко Ц.П., Психофизиология человека в экстремальных условиях / Ц.П. Короленко. – Л.: Медицина. 1978. – 272 с.

6. Мантрова И.Н. Методическое руководство по психофизиологической и психологической диагностике / И.Н. Мантрова. – Иваново ООО «Нейрософт», 2008. – 216 с.

ДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ПОКАЗАТЕЛИ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА В НАЧАЛЕ 3-ГО ТЫСЯЧЕЛЕТИЯ

DEMOGRAPHIC INDICES AND HEALTH STATUS OF THE POPULATION OF THE YAMAL-NENETS AUTONOMOUS DISTRICT AT THE BEGINNING OF THE 3RD MILLENNIUM

Аннотация. В статье рассматриваются демографические (рождаемость, смертность и естественный прирост) и медицинские (заболеваемость, продолжительность жизни) показатели, сложившиеся в Ямало-Ненецком автономном округе (ЯНАО) и его муниципальных образованиях в начале XXI в. Приводятся сведения о численности населения по городским округам и муниципальным районам. Установлено, что естественный прирост населения положительный, рождаемость повсеместно превышает смертность. Вместе с тем с ростом естественного прироста населения отмечается рост выявленной первичной заболеваемости по всем муниципалитетам и по всем основным классам болезней. Отмечено, что заболеваемость в целом и по основным классам болезней выше в муниципальных районах, чем в городских округах, что позволяет сделать вывод об уровне зависимости заболеваемости и качества предоставляемого медицинского обслуживания. В тоже время некоторыми заболеваниями жители сельской местности болеют реже, чем городские. Также было показано, что в структуре заболеваемости доминируют болезни органов дыхания, на втором месте стоят болезни костно-мышечной системы и на третьем месте – болезни мочеполовой системы. Это характерно как для жителей сельской, так и городской местности. Сравнение данных по заболеваемости с Тюменской областью и Уральский федеральным округом свидетельствует, что заболеваемость в них ниже, чем в автономном округе.

Заболеваемость сказывается на продолжительности жизни и преждевременной смертности населения, прежде всего в трудоспособном возрасте. При этом в трудоспособном возрасте структура смертности несколько иная. Больше всего смертей связано с болезнями системы кровообращения, далее следуют внешние причины смерти (травмы и несчастные случаи) и замыкают тройку болезней – новообразования.

Abstract. The article discusses the demographic (birth rate, mortality rate and natural population growth) and medical (morbidity and life expectancy) indicators defined in the Yamal-Nenets Autonomous District and its municipalities at the beginning of the 21st century. Information on the population in urban districts and municipal areas is provided. It was established that the natural population growth is positive, the birth rate exceeds mortality everywhere. At the same time, the number of common diseases has increased. It was noted that the morbidity is higher in municipal districts than in urban districts. This allows us to draw a conclusion about the level of dependence of the morbidity on the quality of medical care provided. At the same time, some diseases are less likely to occur in rural areas than in urban areas. Respiratory diseases dominate in the structure of morbidity, diseases of the musculoskeletal system are in second place, and diseases of the genitourinary system are in third place. This is typical for residents of rural and urban areas. Comparison of morbidity data indicates that the morbidity rate in Tyumen region and Ural Federal District is lower than in the Autonomous District.

Morbidity affects life expectancy and premature mortality, especially in working age. At the same time, in working age, the mortality structure is somewhat different. Most of all deaths are associated with diseases of the circulatory system, then external causes of death (injuries and accidents) follow, neoplasms close the top three diseases.

Ключевые слова: демография, население, здоровье, заболеваемость, болезни, смертность, продолжительность жизни.

Keywords: demography, population, health, morbidity, disease, mortality, life expectancy.

Постановка проблемы

В начале XXI в. одной из широко обсуждаемых тем в нашей стране является тема, посвящённая нехватке трудовых ресурсов и причинах, обусловивших это явление. Если на краткосрочную перспективу эта проблема может быть решена за счёт мигрантов, то на долгосрочную перспективу обеспеченность трудовыми ресурсами зависит от естественного прироста, качества и уровня жизни населения. Поэтому замещение мигрантами недостатка трудовых ресурсов не решает главной проблемы российского общества – воспроизводство населения россиянами.

В ЯНАО проблема обеспеченности населения трудовыми ресурсами без привлечения мигрантов из стран ближнего зарубежья также имеет место, но не стоит остро, как это наблюдается в других регионах страны. На отдалённую перспективу эта проблема может быть в значительной степени решена за счёт местного населения. Дело в том, что автономный округ относится к тем территориям России, где естественный прирост населения на протяжении более чем 2-х десятилетий положительный. Это характерно не только для коренных малочисленных народов Севера, но и для всего населения. Таким образом, за это время сформировалось новое поколение, и, если бы оно не покидало эту территорию, существующая в округе потребность в трудовых ресурсах была бы ниже. Полностью местное население не может восполнить потребность экономики в трудовых кадрах по разным причинам. Среди них: естественный прирост населения не успевает за развитием экономики в округе, отсутствие специалистов узкого профиля и т.д.

Однако на имеющийся трудовой потенциал негативное влияние оказывает такое явление как высокая заболеваемость населения в трудоспособном возрасте, нередко сопровождающаяся прежде-

временной смертью работника. Учитывая, что многие аспекты жизнедеятельности человека, социально-экономического развития территории и общества в целом, являются предметом исследования многих наук, поэтому и изучение здоровья населения также является предметом междисциплинарного исследования и должно изучаться на основе комплексного подхода путём синтеза целой группы индикаторов разных наук.

В представленном исследовании дан анализ сложившейся демографической ситуации, заболеваемости, смертности и продолжительности жизни населения ЯНАО в целом и в разрезе муниципальных образований за 2001-2018 гг. Для этого авторами были использованы статистические данные Федеральной службы государственной статистики по Тюменской области [1-4], Ямало-Ненецкому автономному округу [5], Федеральной службы государственной статистики [6], Департамента здравоохранения Ямало-Ненецкого автономного округа [7-9].

Полученные результаты исследований могут быть использованы при составлении схем территориального планирования, социально-экономического развития территорий, при написании научных работ и для других целей.

Результаты исследований.

Население в ЯНАО проживает в 6 городских округах и 7 муниципальных районах. Численность населения на 01.01.2019 г. в городских округах составила 360,3 тыс. чел, в муниципальных районах – 181,2 тыс. чел., всего – 541,5 тыс. чел. [2]. Рождаемость в 2001-2018 гг. составила 14,8 ‰, смертность – 5,4 ‰, естественный прирост – 9,4 ‰. Положительная динамика демографических показателей отмечалась во всех муниципальных образованиях (табл. 1).

Таблица 1. Усреднённые демографические показатели в муниципальных образованиях ЯНАО в 2001-2018 гг., ед.

Муниципальное образование	Рождаемость	Смертность	Естественный прирост
Районы			
Красноселькупский	16,0	9,6	6,4
Надымский	12,5	4,9	7,6
Приуральский	21,2	10,3	10,9
Пуровский	14,5	5,3	9,2
Тазовский	21,9	8,5	13,4
Шурышкарский	19,0	12,3	6,7
Ямальский	24,0	9,5	14,5
Городские округа			
г. Губкинский	14,3	3,8	10,5
г. Лабытнанги	12,4	7,7	4,7
г. Ноябрьск	13,6	4,6	9,0
г. Муравленко	14,0	4,1	9,9
г. Новый Уренгой	14,0	3,4	10,6
г. Салехард	16,5	7,3	9,2
В среднем по ЯНАО	14,8	5,4	9,4

Источники: составлено по: [1, 5-6].

Вместе с тем в начале 3-го тысячелетия в ЯНАО сложилась напряжённая ситуация с заболеваемостью населения. Общая заболеваемость превышает 2 000 ед. на 1 000 жит., что в 1,4 больше, чем в среднем по

Тюменской области и Уральскому федеральному округу (1,5 тыс. ед.). Только за 2009-2018 гг. общая заболеваемость возросла в 1,2 раза, в то время как в Тюменской области она сократилась на 11 % (рис. 1).

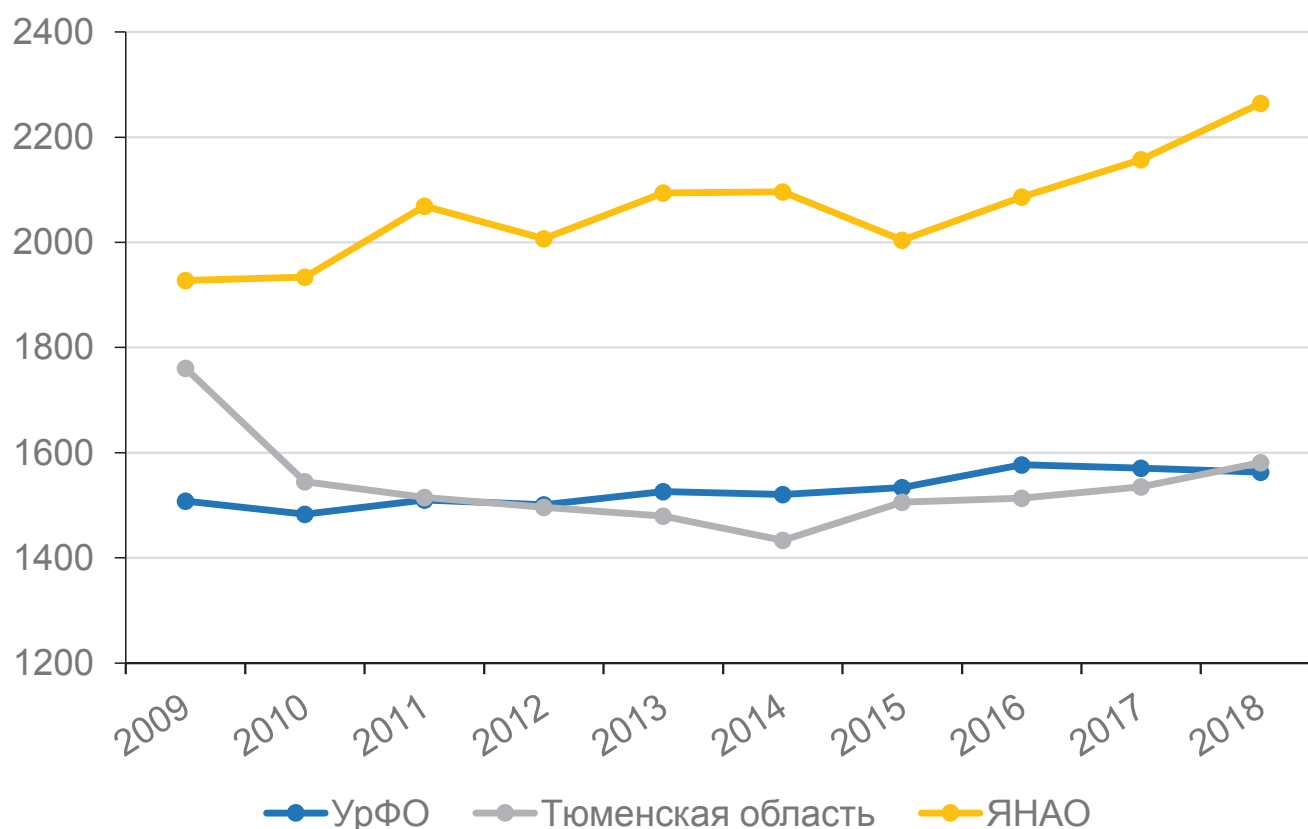


Рис. 1. Общая заболеваемость населения Ямало-Ненецкого автономного округа (на 1 000 чел.) Источник: составлено по: [7-9]

Среди муниципальных образований самая низкая средняя общая заболеваемость в 2011-2016 гг. отмечалась в Надымском районе и г. Новый Уренгой, самая высокая – в г. Лабытнанги и Красноселькупском районе (рис. 2). В целом уровень заболеваемости стабильно растёт в большинстве муниципальных образований. За этот период самый высокий рост произошёл в Тазовском (на 12,5 %) и Приуральском (11,3 %) районах. Наибольшее снижение заболеваемости отмечалось в Лабытнангах (на 8 %) и в Салехарде (11,2 %). В некоторых муниципалитетах заболеваемость осталась на прежнем уровне (Надымский район, г. Муравленко) (табл. 2). Всего средняя общая заболеваемость была выше средних значений по автономному округу в 10 муниципальных образованиях (83,3 %) и в 3-х (16,7 %) ниже (рис. 3).

В структуре общей заболеваемости за 2009-2018 гг. на первом месте стояли болезни органов дыхания (28,2 %), на втором – костно-мышечной системы (8,4 %), на третьем – мочеполовой системы (8,2 %). Структура болезней относительно стабильная. Тем не менее и она подвержена колебаниям. Так, за этот же период

наибольшее увеличение заболеваний зафиксировано при заболеваниях эндокринной системы (на 158,7 %), органов пищеварения (163,9 %) и новообразований (400 %). В то же время наблюдалось 1,5-кратное сокращение заболеваний кожи и подкожной клетчатки и на 8 % инфекционных и паразитарных заболеваний (табл. 3).

Причины, приводящие к образованию той или иной болезни, разные и в данном исследовании мы не будем заострять на них внимание. Обратим внимание лишь на то обстоятельство, что болезни, вызываемые теми или иными заболеваниями, приводят к преждевременной смерти человека. Среди взрослого населения больше всего смертей связано с болезнями системы кровообращения (38,4 %), на втором месте стоят внешние причины смерти (травмы и несчастные случаи – 24,7 %) и на третьем месте – новообразования (14,8 %) (табл. 4). В трудоспособном возрасте структура причин смертности несколько иная. На первом месте и у мужчин, и у женщин смертность обусловлена внешними причинами, далее следуют болезни системы кровообращения и новообразования.

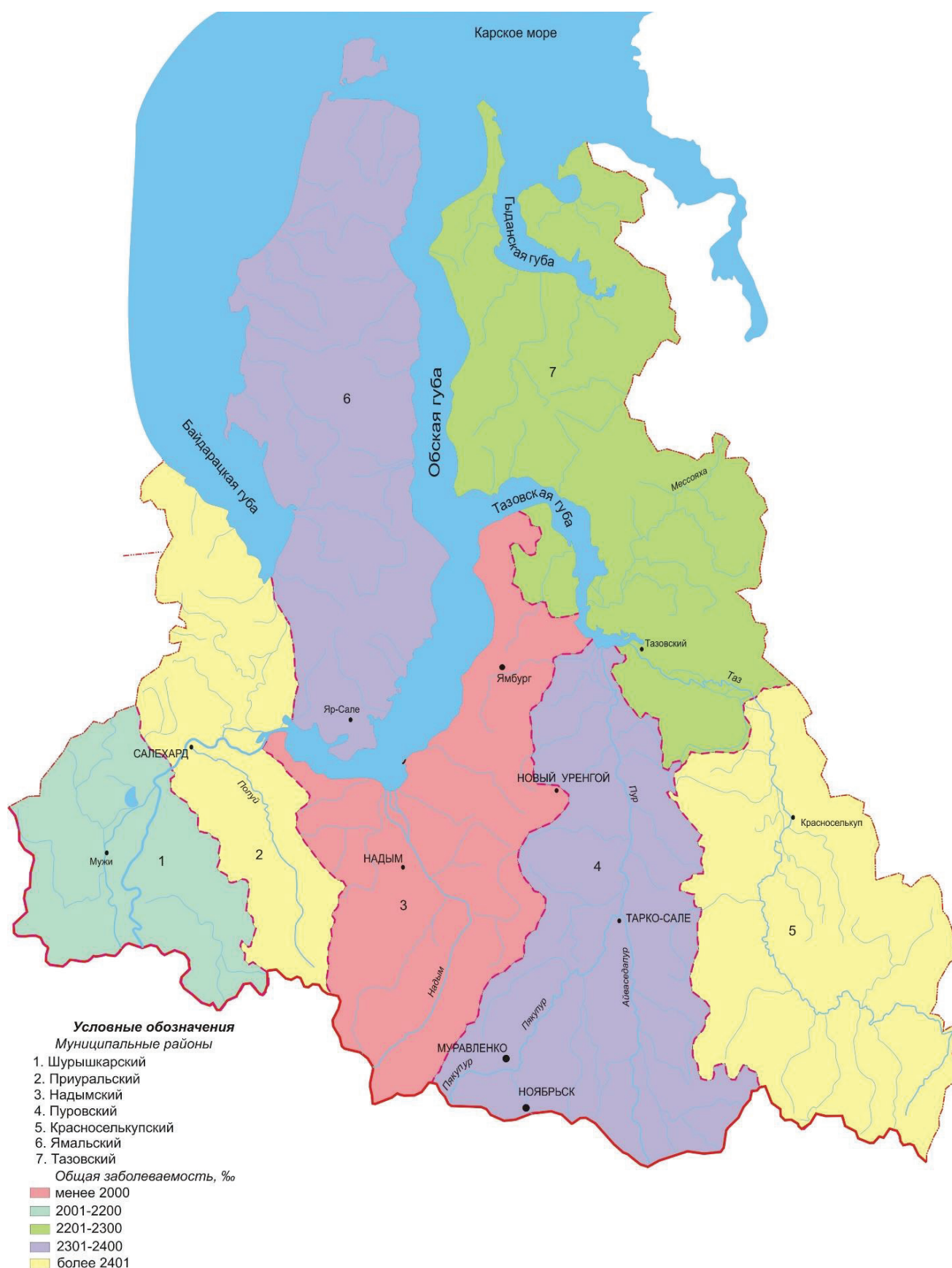


Рис. 2. Общая заболеваемость населения Ямало-Ненецкого автономного округа по муниципальным районам в 2011-2016 гг., ‰

Источник: составлено по: [7-9]

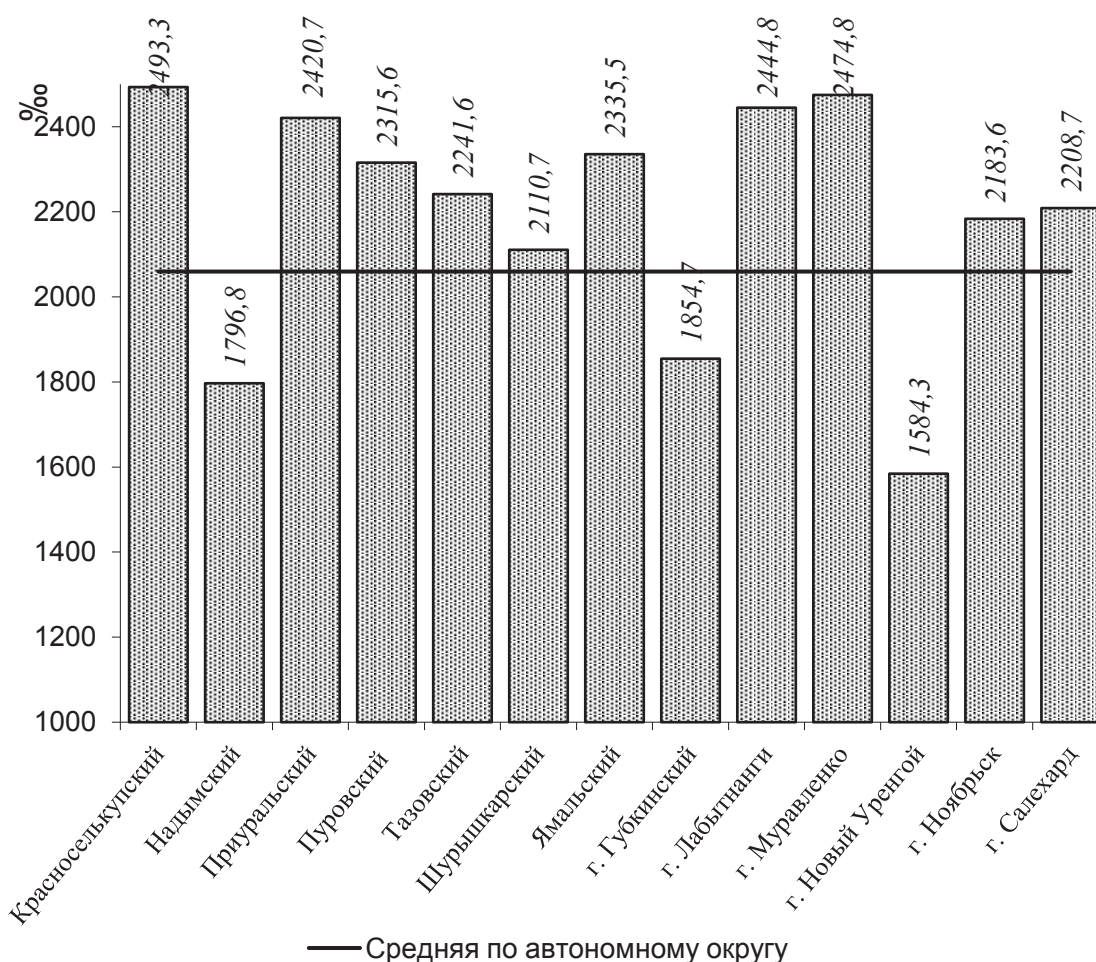


Рис. 3. Средние значения общей заболеваемости в муниципальных образованиях ЯНАО в 2011–2016 гг. (в расчёте на 1 000 жит.), ед.

Источник: составлено по: [7-9]

Таблица 2. Динамика общей заболеваемости населения муниципальных образований ЯНАО в 2001-2016 гг. (на 1 000 населения)

Муниципальное образование	Годы						Средняя
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
ЯНАО	2069,0	2007,2	2093,8	2096,3	2003,9	2086,5	2059,5
Районы							
Шурышкарский	2234,9	2059,2	1892,3	2105,2	2163,4	2209,2	2110,7
Приуральский	2246,4	2789,4	2272,5	2228,3	2445,1	2542,3	2420,7
Ямальский	2295,6	2396,8	2247,8	2185,1	2409,7	2477,7	2335,5
Тазовский	2214,0	1925,5	1988,2	2082,3	2459,3	2780,1	2241,6
Надымский	1788,9	1675,3	1832,0	1949,4	1754,0	1781,0	1796,8
Пуровский	2495,2	2057,3	2362,9	2319,8	2289,4	2368,9	2315,6
Красноселькупский	2353,0	2691,4	2620,9	2403,2	2438,6	2452,8	2493,3
Городские округа							
г. Губкинский	2022,9	1855,7	1819,7	1731,8	1726,5	1971,5	1854,7
г. Лабытнанги	2504,3	2568,7	2434,3	2413,1	2431,5	2317,1	2444,8
г. Ноябрьск	2125,5	2193,6	2228,3	2105,1	2210,3	2238,5	2183,6
г. Муравленко	2374,7	2480,2	2555,3	2498,9	2567,9	2372,0	2474,8
г. Новый Уренгой	1511,3	1404,5	1787,6	1811,7	1374,1	1616,5	1584,3
г. Салехард	2330,5	2347,7	2102,2	2297,1	2094,0	2080,7	2208,7

Источники: составлено по: [1, 5-6].

Таблица 3. Общая заболеваемость населения Ямало-Ненецкого автономного округа наиболее распространёнными видами болезней в 2009–2018 гг. на 1 000 населения, ед.

Наименование отдельных заболеваний	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Сред.
Общая заболеваемость	1929,2	1933,8	2069,0	2007,2	2093,8	2096,3	2003,9	2086,5	2157,4	2264,2	2064,1
Болезни органов дыхания	523,4	510,3	563,8	552,5	549,7	535,8	560,7	645,4	670,9	716,4	582,9
Болезни костномышечной системы	169,9	170,4	170,7	171,2	169,1	171,1	174,7	170,3	177,0	193,3	173,8
Болезни мочеполовой системы	164,5	170,0	185,5	168,7	171,3	166,5	167,8	161,1	173,1	170,5	169,9
Болезни глаз и его придаточного аппарата	135,5	136,6	144,1	133,4	128,6	127,7	130,7	127,2	127,5	129,1	132,0
Болезни органов пищеварения	121,0	124,0	121,7	127,9	247,0	272,5	153,9	149,0	161,9	197,3	167,5
Болезни системы кровообращения	137,1	145,8	151,3	151,0	135,4	146,6	144,3	149,9	162,3	165,3	148,9
Болезни кожи и подкожной клетчатки	100,9	87,5	94,4	90,5	85,0	83,9	73,7	70,9	72,3	66,5	82,6
Болезни эндокринной системы	79,1	81,7	86,5	90,7	95,3	102,0	110,7	114,2	117,2	124,0	100,1
Инфекционные и паразитарные заболевания	81,9	85,2	90,0	84,1	79,7	75,1	73,3	74,0	76,5	75,4	79,5
Травмы и отравления	99,1	98,7	103,5	103,5	100,3	100,2	95,9	99,3	95,1	97,9	99,3
Новообразования	14,6	14,7	55,9	53,8	51,1	51,8	55,2	54,9	54,7	56,0	46,2

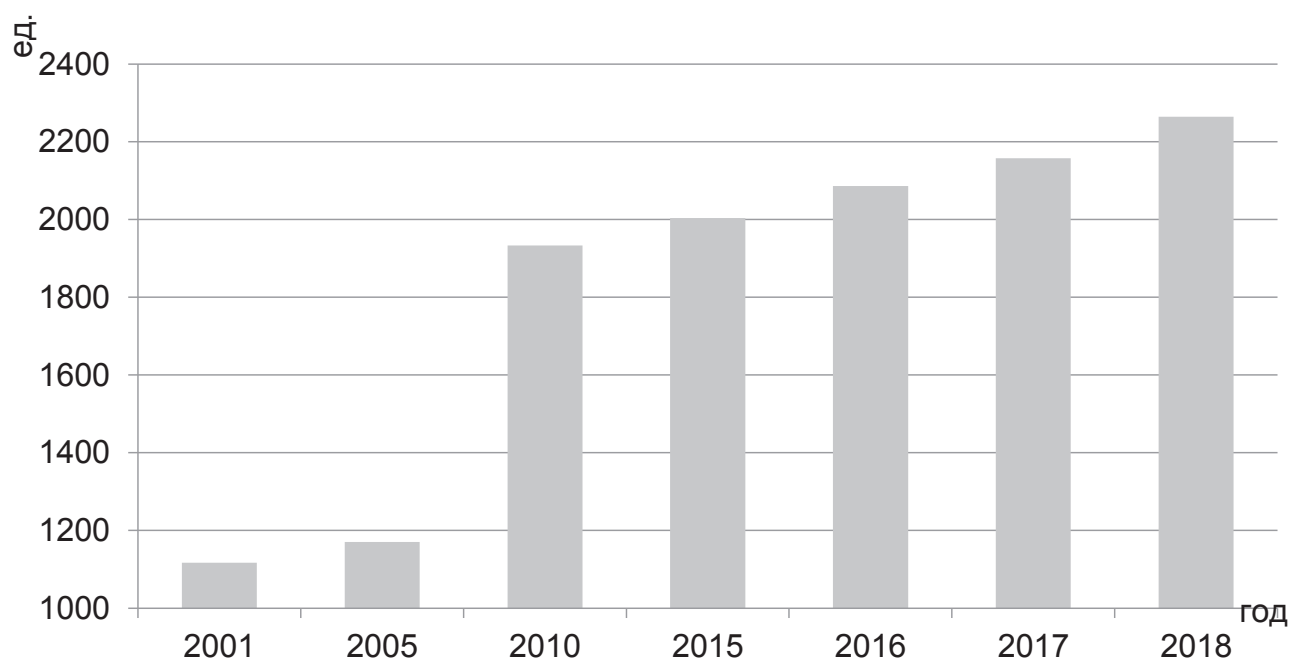


Рис. 4. Общая заболеваемость населения ЯНАО в 2001-2018 гг. на 1 000 жит., ед.

Источник: по данным территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Тюменской области.

Таблица 4. Распределение числа умерших жителей ЯНАО по отдельным причинам смерти, на 10 000 населения в 2001-2018 гг.

Год	Всего	из них					
		от инфекционных и паразитарных болезней	новообразований	болезней системы кровообращения	болезней органов дыхания	болезней органов пищеварения	несчастных случаев, отравлений и травм
2001	61,1	1,8	6,8	22,2	2,4	2,2	19,5
2002	58,0	1,8	6,2	21,1	2,2	2,3	18,3
2003	60,7	1,3	7,5	22,4	2,3	2,4	18,4
2004	58,0	1,2	7,0	21,0	2,5	2,6	17,3
2005	60,1	1,8	7,8	22,0	2,3	2,9	16,7
2006	57,8	1,7	8,4	22,3	2,2	2,4	14,6
2007	54,3	1,6	8,2	19,6	2,2	3,5	14,0
2008	54,5	1,7	8,1	21,0	2,7	3,1	12,6
2009	53,6	1,8	8,1	21,2	2,4	3,1	12,6
2010	54,9	1,7	8,1	22,4	2,7	3,7	12,1
2011	54,2	1,5	8,1	21,3	2,9	3,7	12,3
2012	53,3	1,6	9,0	21,5	2,1	3,0	11,9
2013	51,3	1,3	7,5	21,6	2,2	3,1	11,0
2014	51,1	1,2	7,5	20,5	1,9	3,1	10,8
2015	52,5	1,9	9,7	19,9	1,8	3,5	10,8
2016	52,6	1,6	9,4	19,3	1,7	3,6	11,4
2017	48,7	1,5	8,9	19,2	1,9	2,8	9,7
2018	47,2	1,5	8,6	19,0	1,7	3,1	8,7
Сред.	54,7	1,6	8,1	21,0	2,2	3,0	13,5

Источник: составлено по: [1-4].

Средний возраст умерших по основным классам болезней в 2007-2012 гг. составил 70,2 года, в т.ч. мужчин 66,5 лет, женщин – 75,1 год. Самая высокая смертность связана с внешними причинами – 47 лет (мужчины – 43,9 года, женщины – 50,1 лет) и некоторыми инфекционными и паразитарными болезнями (55,0, 55,1 и 54,9 лет соответственно), а при заболеваниях системы кровообращения люди умирают в более преклонном возрасте (75,3, 71,6 и 79,0 года соответственно) [5]. По половому признаку во всех возрастных группах смертность у мужчин выше, чем у женщин. Так, в возрасте 60-64 года смертность среди мужчин в 2,2 раза выше, чем среди женщин.

Несмотря на рост заболеваемости населения, продолжительность жизни в ЯНАО растёт. По данным управления Федеральной службы государственной статистики по Тюменской области, ХМАО-Югре и ЯНАО, средняя ожидаемая продолжительность жизни в 2018 г. составила 74,1 лет, в том числе 69,4 года – мужчины и 78,5 лет – женщины [2]. С 2001 г. общая продолжительность жизни выросла на 4,93 года, в том числе 5,88 лет у мужчин и на 3,4 года – у женщин. Рост продолжительности жизни обусловлен несколькими причинами, главными из которых является улучшение медицинского обслуживания населения, внедрение диспансеризации и вовлечение в этот процесс всё большего количества людей, пропаганда здорового образа жизни, улучшение социального обслуживания и др.

Тем не менее, достигнутые показатели средней продолжительности жизни уступают многим странам мира, прежде всего государствам Европы, большинства стран Азии и Латинской Америки. По данным ООН [10],

средняя продолжительность жизни в этих регионах составляет около 75 лет, а у женщин преодолела отметку в 80 лет. Сколько лет на самом деле может прожить человек, на этот вопрос до сих пор нет однозначного ответа. В научной и околонуучной литературе, в периодической печати нередко можно встретить цифру, что предельный возраст человеческой жизни ограничен 120-140 годами. Если это так, то жителям ЯНАО и не только им есть рубеж, к которому следует стремиться.

Основные выводы:

1. В начале XXI в. в ЯНАО отмечается положительный естественный прирост населения. Во всех муниципальных образованиях рождаемость в 2,6 раза превосходит смертность. Самый высокий уровень рождаемости в Ямальском районе, самый низкий – в г. Лабытнанги, смертности – в Шурышкарском районе и г. Новый Уренгой. Разница между самым высоким и самым низким уровнем рождаемости составляет как 2 к 1, смертности – как 3,6 к 1.

2. В автономном округе отмечается суммарный рост заболеваемости, в том числе по большинству видов болезней и в подавляющем числе муниципальных образований. Наиболее высокий рост заболеваний отмечается в муниципальных районах. В городских округах рост менее заметный, а в половине из них заболеваемость наоборот снижается. Это свидетельствует о том, что в городах имеется больше возможностей по предотвращению заболеваний и их локализации.

3. Средние показатели заболеваемости не всегда информативны как в целом по муниципальным

образованиям, так и по видам болезней. Кратность заболеваний по муниципалитетам может превышать в 1,3-1,6 раза, по отдельным видам заболеваний – в 3-12 и более раз.

4. Из общего количества болезней 45 % приходится на 3 вида заболеваний – болезни органов дыханий, костно-мышечной системы и мочеполовой системы. На протяжении последних 10 лет (2009-2018 гг.) отмечается резкий рост заболеваний эндокринной

системы (58,7 %), органов пищеварения (63,9 %) и новообразований (в 4 раза). По некоторым видам болезней имеется снижение заболеваемости, максимум в 1,5 раза (заболевание кожи и подкожной клетчатки).

5. Несмотря на рост заболеваемости населения, в автономном округе увеличивается продолжительность жизни населения. Только с начала 3-го тысячелетия она выросла на 4,9 года, в том числе у мужчин – почти на 5 лет, у женщин – на 3,5 года.

ЛИТЕРАТУРА

1. Демографический ежегодник (2001–2005): стат. сб. в 2 т. Т. 1. / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Тюменской области. Тюмень, 2005. 508 с.

2. Ямало-Ненецкий автономный округ в цифрах: Крат. стат. сб. / Управление Федеральной службы государственной статистики по Тюменской области, Ханты-Мансийскому автономному округу – Югре и Ямало-Ненецкому автономному округу. Т., 2019. 189 с.

3. Демографический ежегодник (2008–2012): Стат. сб. в 4-х частях. Ч. 3. Ямало-Ненецкий автономный округ / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Тюменской области. Т., 2012. 237 с.

4. Демографический ежегодник (2003–2014): Стат. сб. в 4-х частях. Ч. 3. Ямало-Ненецкий автономный округ / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Тюменской области. Т., 2014. 263 с.

5. Ямало-Ненецкий автономный округ (1990–2014): стат. сб. в трёх томах / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Ямало-Ненецкому автономному округу. Салехард, 2015. Т. 1. 495 с.

6. Федеральная служба государственной статистики – центральная база статистических данных // база данных показателей муниципальных образований http://www.gks.ru/scripts/db_inet2/passport/pass.aspx?base=munst71&r=71913000 (дата обращения: 20.06.2019).

7. Здравоохранение Ямало-Ненецкого автономного округа. Статистический сборник. Салехард: департамент здравоохранения Ямало-Ненецкого автономного округа. 2013. 57 с.

8. О состоянии здоровья и организации здравоохранения в Ямало-Ненецком автономном округе в 2015 году. Салехард: департамент здравоохранения Ямало-Ненецкого автономного округа. 2016. 132 с.

9. О состоянии здоровья и организации здравоохранения в Ямало-Ненецком автономном округе в 2018 году. Салехард: департамент здравоохранения Ямало-Ненецкого автономного округа. 2019. 162 с.

10. Word Statistics Pocketbook 2017 edition https://read.un-ilibrary.org/population-and-demography/world-statistics-pocketbook-2017_c983bdf2-en#page3 (дата обращения: 04.06.2018).

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

**Абакумов
Евгений Васильевич**

профессор кафедры прикладной экологии Санкт-Петербургского государственного университета, доктор биологических наук.

**Азбалян
Елена Васильевна**

доктор биологических наук, заведующий научно-исследовательским сектором эколого-биологических исследований
ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики»
+79224635909 agbelena@yandex.ru

**Арефьев
Сергей Викторович**

АУ ЯНАО Управление государственной экспертизы проектной документации, г. Салехард, начальник отдела автоматизации и информационного обеспечения, 629008, Тюменская область, Ямало-Ненецкий автономный округ, г.Салехард, ул. Совхозная д.15Б, arefiev@expertiza-yanao.ru

**Волков
Николай Генрихович**

ООО «ГЕОИНЖСЕРВИС» (группа компаний Fugro), г. Москва, к.г.-м.н., Р.Eng., ведущий инженер, 119331, Москва, пр-т Вернадского, д. 29, офис 1104, ngv@fugro.ru

**Громадский
Артем Николаевич**

АУ ЯНАО Управление государственной экспертизы проектной документации, г. Салехард, начальник строительного отдела, 629008, Тюменская область, Ямало-Ненецкий автономный округ, г. Салехард, ул. Совхозная д.15Б, gromadskiy@expertiza-yanao.ru

**Камнев
Ярослав
Константинович**

ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики», г. Салехард, к.ф.-м.н., старший научный сотрудник, 629008, Тюменская область, Ямало-Ненецкий автономный округ, г. Салехард, ул. Республики д.20, kamnevyk@gmail.com

**Крылова
Евгения Николаевна**

ФГБУН Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения РАН (ИВЭП СО РАН).
Лаборатория водной экологии. младший научный сотрудник, без звания.
656038 Россия, г. Барнаул, ул. Молодёжная 1, ИВЭП СО РАН.
89069415370 ken71@iwer.ru

**Красненко
Александр Сергеевич**

ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики» старший научный сотрудник, к.б.н. 629730 г. Надым, ул. 8-й проезд. 89220406099 aleks-krasnenko@yandex.ru

**Ковешников
Михаил Иванович**

ФГБУН Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения РАН (ИВЭП СО РАН).
Лаборатория водной экологии.научный сотрудник, к.б.н.
656038 Россия, г. Барнаул, ул. Молодёжная 1, ИВЭП СО РАН.
89095000996 koveshnikov@iwer.ru

**Максименко
Юрий Иванович**

заместитель главного врача ГБУЗ ЯНАО Яр-Салинская центральная районная больница+73499630545 muscrb@mail.ru

**Митько
Арсений Валерьевич**

Санкт-Петербург Арктическая общественная академия наук
кандидат технических наук, доцент
Вице-президент, Председатель Совета молодых учёных Севера
E-mail: arseny73@yandex.ru, amitko@arcticas.ru

**Моргун
Евгения Николаевна**

научный сотрудник сектора геолого-географических наук
ГКУ ЯНАО «Научный центр Изучения Арктики», кандидат биологических наук.

**Мурашко
Юрий Александрович**

Сургутский государственный университет, кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник, 628412, Тюменская область, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, г. Сургут, ул. Энергетиков, 22, +79821853676, murashko.yu@mail.ru.

**Попова
Татьяна Леонтьевна**

научный сотрудник сектора эколого-биологических исследований
ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики»
+79615572567, popova-nadym@yandex.ru

**Свириденко
Татьяна Викторовна**

Сургутский государственный университет, старший научный сотрудник, 628412, Тюменская область, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, г. Сургут, ул. Энергетиков, 22, +79139793271, tatyanasv29@yandex.ru.

**Свириденко
Борис Федорович**

Сургутский государственный университет, доктор биологических наук,
главный научный сотрудник, 628412, Тюменская область,
Ханты-Мансийский автономный округ – Югра,
г. Сургут, ул. Энергетиков, 22, +79136768531, bosviri@mail.ru.

**Синицкий
Антон Иванович**

ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики», г. Салехард, к.г-м.н., директор,
629008, Тюменская область, Ямало-Ненецкий автономный округ, г. Салехард,
ул. Республики д.20, geolosoph@gmail.com

**Солодовников
Александр Юрьевич**

начальник научно-исследовательского отдела экологии
Тюменского отделения «СургутНИПИнефть»
доктор географических наук, доцент

**Солодовникова
Злата Александровна**

студентка лечебного факультета ФГБОУ ВО «Тюменский государственный
медицинский университет» zлата.solodovnikova@mail.ru

**Шинкарук
Елена Владимировна**

научный сотрудник сектора эколого-биологических исследований
ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики»
+79222830222 elena1608197@yandex.ru

