



# АРКТИКА – ТЕРРИТОРИЯ СТРАТЕГИЧЕСКИХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Сборник трудов II Арктического конгресса  
Якутск, 20-22 сентября 2024 г.

Якутск 2024



УДК 332.1  
ББК 65.049

**Ответственный редактор**

*М.П. Лебедев*, д.т.н., член-корреспондент Российской академии наук

**Редакционная коллегия:**

*Е.Ю. Шиц, Н.М. Алексеева, С.И. Соломатина,  
Л.Д. Тарабукина, В.В. Филиппова*

**Рецензенты:**

*М.М. Черосов*, д.б.н., директор Якутского научно-исследовательского института сельского хозяйства  
ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН» (Якутск),  
*А.Н. Блазов*, д.т.н., заведующий лабораторией Института проблем  
химико-энергетических технологий СО РАН (Бийск)

*Материалы конгресса размещены в алфавитном порядке по фамилии  
первого автора и представлены в авторской редакции*

**Арктика – территория стратегических научных исследований** [Электронный ресурс] : сборник трудов II Арктического конгресса. Якутск, 20-22 сентября 2024 г. / [под ред. М.П. Лебедева]. – Якутск : Издательский дом СВФУ, 2024. – 1 электрон. опт. диск  
ISBN 978-5-7513-3765-0

В сборник вошли материалы по актуальным проблемам научно-технологического развития Арктической зоны Российской Федерации.

На II Арктическом конгрессе обсуждаются ключевые вопросы устойчивого развития и промышленного освоения российской Арктики, планы дальнейших действий для расширения пространства совместных исследований и интеграции научных потенциалов, стимулирования партнёрства между наукой и бизнес-сообществом, а также влияния индустриализации на коренные народы, экологию регионов, реакции ландшафтов на климатические изменения, рационального использования минеральных и биоресурсов, применения материалов в экстремально холодных условиях, а также разработки новых подходов и принципов к решению проблем здоровьесбережения и повышения качества жизни различных групп населения Арктики и Севера.

Предназначен для организаторов науки и образования, научных, научно-педагогических работников, докторантов, аспирантов, магистрантов, студентов и всех, кто проявляет интерес к вопросам научно-технологического и социально-экономического развития Арктической зоны РФ.

УДК 332.1  
ББК 65.049

ISBN 978-5-7513-3765-0

© ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН», 2024  
© Оформление. Издательский дом СВФУ, 2024

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
«Федеральный исследовательский центр  
"Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук"»

# **АРКТИКА – ТЕРРИТОРИЯ СТРАТЕГИЧЕСКИХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

**Сборник трудов II Арктического конгресса**

**Якутск, 20-22 сентября 2024 г.**

Якутск  
2024

УДК 332.1  
ББК 65.049

**Ответственный редактор**

*М.П. Лебедев*, д.т.н., член-корреспондент Российской академии наук

**Редакционная коллегия:**

*Е.Ю. Шиц, Н.М. Алексеева, С.И. Соломатина,*

*Л.Д. Тарабукина, В.В. Филиппова*

**Рецензенты:**

*М.М. Черосов*, д.б.н., директор Якутского научно-исследовательского института сельского хозяйства ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН» (Якутск),

*А.Н. Блазнов*, д.т.н., заведующий лабораторией Института проблем химико-энергетических технологий СО РАН (Бийск)

*Материалы конгресса размещены в алфавитном порядке по фамилии первого автора и представлены в авторской редакции*

**Арктика – территория стратегических научных исследований** [Электронный ресурс]: сборник трудов II Арктического конгресса. Якутск, 20-22 сентября 2024 г. / [под ред. М.П. Лебедева]. – Якутск : Издательский дом СВФУ, 2024. – 1 электрон. опт. диск  
ISBN 978-5-7513-3765-0

В сборник вошли материалы по актуальным проблемам научно-технологического развития Арктической зоны Российской Федерации.

На II Арктическом конгрессе обсуждаются ключевые вопросы устойчивого развития и промышленного освоения российской Арктики, планы дальнейших действий для расширения пространства совместных исследований и интеграции научных потенциалов, стимулирования партнёрства между наукой и бизнес-сообществом, а также влияния индустриализации на коренные народы, экологию регионов, реакции ландшафтов на климатические изменения, рационального использования минеральных и биоресурсов, применения материалов в экстремально холодных условиях, а также разработки новых подходов и принципов к решению проблем здоровьесбережения и повышения качества жизни различных групп населения Арктики и Севера.

Предназначен для организаторов науки и образования, научных, научно-педагогических работников, докторантов, аспирантов, магистрантов, студентов и всех, кто проявляет интерес к вопросам научно-технологического и социально-экономического развития Арктической зоны РФ.

УДК 332.1  
ББК 65.049

ISBN 978-5-7513-3765-0

© ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН», 2024  
© Северо-Восточный федеральный университет, 2024

## СОДЕРЖАНИЕ

---

<i>Аковецкий В.Г., Афанасьев А.В., Лавренчук В.А.</i> Геоинформационные стратегии управления рисками устойчивого развития территорий Арктической зоны.....	11
<i>Андреев А.С., Лукин Е.С., Андреев Я.М., Прокопьев Л.А., Семенов С.О.</i> Зона пластичности на вершине трещины как фактор обеспечения безаварийной эксплуатации технических устройств в условиях низких температур.....	26
<i>Бабенко А.Б., Бурнашева А.П., Потапова Н.К., Пестрякова С.М.</i> Материалы по фауне коллембол (hexapoda, collembola) Арктической зоны Якутии.....	31
<i>Баттахова С.Н., Лебедева У.М., Чиряева Л.М., Степанов К.М.</i> Особенности пищевых привычек у детей и подростков самого северного региона России .....	36
<i>Белишева Н.К.</i> Территориальные проблемы оптимального питания на Кольском Севере .....	41
<i>Бурашова М.И.</i> Эпизоотологическое и эпидемиологическое значение кровососущих двукрылых комплекса «гну» Арктической зоны РФ (Обзор) .....	48
<i>Бурнашева А.П., Бабенко А.Б.</i> Ногохвостки (hexapoda, collembola) в артроподоценозах тундровых сообществ НП «Кыталык» (Северная Якутия).....	53
<i>Герасимов Ю.А., Истомин В.А., Крапивин В.Б., Сергеева Д.В., Квон В.Г., Тройникова А.А., Федулов Д.М.</i> Гидраты в скважинах и призабойной зоне пласта на низкотемпературных месторождениях Восточной Сибири .....	59
<i>Горохов И.В., Христофоров И.И., Данилов К.П., Петухова Е.С.</i> Результаты поиска ископаемой мамонтовой кости на дне и в донных отложениях реки Колыма методом георадиолокации в зимний период.....	64
<i>Грехнева А.Д., Андриясов А.В., Зиняков Н.Г., Жестков П.Д., Андрейчук Д.Б., Козлов А.А., Никонова З.Б., Овчинникова Е.В., Чвала И.А.</i> Выявление вирусов гриппа птиц на территории Арктических регионов Российской Федерации в 2021-2023 годах.....	68
<i>Данилова Р.А.</i> Языковые изменения в условиях Арктической урбанизации: исследование Анадыря и Билибино.....	74
<i>Дитц А.А., Конакова Т.Н., Кудрин А.А., Мелехина Е.Н., Таскаева А.А.</i> Разнообразие животного населения почв восточно-европейских тундр.....	77

<i>Дрогобужская С.В., Мазухина С.И., Сафонов А.В., Широкая А.А., Красавцева Е.А.</i> Химический состав поверхностных и подземных вод села Краснощелье (Мурманская область).....	83
<i>Дьячковский А.Н., Николин Е.Г., Адриан И.А.</i> Актуализация научных исследований на Международной биологической станции «Лена-Норденшельд» .....	88
<i>Егоров В.А., Пуляевская В.Л.</i> Формирование человеческого капитала для креативной экономики Дальнего Востока: проблемы и перспективы .....	93
<i>Егорова У.В., Лебедева У.М., Жожиков Л.Р., Осипова З.О.</i> Метаболомное профилирование плазмы крови пожилых людей с различными хроническими заболеваниями, проживающих в районах Крайнего Севера ....	100
<i>Иванова В.А.</i> Правовое регулирование освоения нефтегазовых месторождений Арктики ...	106
<i>Ковалев М.А., Москвичев В.В.<sup>1</sup></i> Надежность карьерных экскаваторов на угольных разрезах Кузбасса.....	111
<i>Козин В.М., Земляк В.Л., Верецагин В.Ю.</i> Рекомендуемые скоростные режимы транспортных средств при эксплуатации ледяных переправ.....	117
<i>Козлов В.И., Тарабукина Л.Д.</i> Пространственно-временная динамика грозовой активности в Арктике на примере Якутии .....	122
<i>Кокколова Л.М., Гаврильева Л.Ю.</i> Экологические особенности гельминтозов лошадей табунного содержания в Якутии.....	131
<i>Кокколова Л.М., Сафронеев А.Э.</i> Экологическая характеристика пеляди <i>coregonus peled</i> (gmelin, 1789) и их зараженность паразитами .....	138
<i>Кокколова Л.М., Гаврильева Л.Ю., Прибылых Е.И.</i> Эффективность проведения дегельминтизации лошадей табунного содержания.....	143
<i>Корякина Л.П.</i> Вред, наносимый хищниками, животноводству Республики Саха (Якутия) ...	151
<i>Корякина Л.П., Сушкова А.Д., Николаева О.А., Чернявский В.Ф.</i> Фокусный подход в оценке состояния жизненных форм растительности на селитебном участке в зоне седьмого километра Сергеляхского шоссе .....	159
<i>Костюченко М.Н., Мартиросян В.В., Тюрина О.Е., Тюрина И.А., Пешкина И.П.</i> Разработка технологии хлебобулочных изделий для здоровьесбережения населения Арктической зоны .....	165
<i>Куликова Е.В., Гордиенко Л.Н., Новиков А.Н.</i> Особенности специфической профилактики бруцеллеза северных оленей.....	173

<i>Кычкина О.И., Охлопков И.М., Соловьева Н.А., Павлова Н.И., Кан Ми Ун, Сазонова М.И., Михайлова Н.А., Мамаев Н.В., Ефремова А.В., Алексеев И.Т.</i>	
Биоресурсная коллекция уникальных видов животных Якутии ИБПК СО РАН: сохранение, развитие, использование .....	177
<i>Лантев С.В., Запунная С.Д.</i>	
Методы изучения микробиома и коррекции нарушения микробиоты животных .....	182
<i>Лебедева У.М., Чиряева Л.М.</i>	
Обоснование необходимости разработки региональной модели здорового питания детей в условиях Крайнего Севера .....	190
<i>Лебедева У.М., Степанов К.М.</i>	
Арктическое питание: особенности структуры, физиологические потребности и специализированная продукция .....	196
<i>Литвинцева Е.А., Покида А.Н., Зыбуновская Н.В.</i>	
Профессиональные предпочтения студенческой молодежи Арктики и Крайнего Севера .....	206
<i>Лысенко Л.А., Мирская Т.А., Родионова В.В., Канцерова Н.П., Суховская И.В.</i>	
Социально значимые заболевания у жителей Севера: маркеры ранних изменений и превентивный потенциал диетических добавок .....	211
<i>Люднина А.Ю., Бушманова Е.А., Бойко Е.Р.</i>	
Роль жирового компонента в обеспечении физической работоспособности высококвалифицированных спортсменов-жителей Севера .....	217
<i>Макаров В.Н.</i>	
Формирование техногенных гидрохимических потоков на месторождениях олова в арктических районах Якутии .....	222
<i>Максимов А.М., Чижова Л.А.</i>	
Особенности экономического поведения жителей арктического региона (на материалах Архангельской области) .....	227
<i>Максимов Т.Х.</i>	
Северо-восток России – природный коллаيدر криолитозоны .....	234
<i>Мельничук А.Д., Маслакова К.Ю.</i>	
Молекулярная диагностика инсектицидной устойчивости к пиретроидам и фос у насекомых .....	237
<i>Михайлова Г.П., Лебедева У.М., Баптагай Э.В., Федоров А.И.</i>	
Особенности питания и компонентный состав тела у детей и подростков Якутии .....	242
<i>Молодцова В.Н.</i>	
Проблемы развития агропромышленного комплекса северных регионов: экспертно-аналитический подход .....	247
<i>Москвичев В.В., Слепцов О.И.</i>	
Расчетно-экспериментальные и технологические методы обеспечения хладостойкости машин и конструкций .....	254

<i>Неустроев М.П.</i>	
Ветеринарное обеспечение биологической безопасности в Арктике .....	261
<i>Николин Е.Г.</i>	
Памяти Никиты Гавриловича Соломонова: флористическая сводка долины Эркээни (Хангаласский улус, Якутия) .....	267
<i>Новикова А.В.</i>	
Современные продукты питания из растительного сырья с длительным сроком хранения, ориентированные для населения русского Севера .....	273
<i>Нурлыгаянова Г.А., Белоусов В.И., Разумова А.А., Петрова Т.Н.</i>	
Анализ эпизоотической ситуации по бруцеллезу в Республике Саха (Якутия) за 2021-2022 годы .....	280
<i>Окоёмова Д.А., Корякина Л.П.</i>	
Негативные последствия от наводнения на примере Намского улуса.....	286
<i>Охлопков В.Е., Федорова Е.Я.</i>	
Развитие продовольственной безопасности в Арктической зоне .....	294
<i>Охлопкова П.П., Алексеева В.И.</i>	
Длительное хранение семян сельскохозяйственных культур в условиях многолетней мерзлоты .....	298
<i>Павлов А.Г., Неустроев М.П.</i>	
Антибиотикорезистентность штаммов bacillus subtilis 2сп и bacillus subtilis 5сп, выделенных от диких животных Якутии .....	303
<i>Павлов Е.А., Козлов В.И., Баишев Д.Г., Федорова Л.Л., Куляндин Г.А.</i>	
Естественные потенциалы в криолитозоне 2017-2024 гг. на мари и на площадке с таликом.....	308
<i>Петров Р.Е., Карсанаев С.В., Григорьев М.Р., Максимов Т.Х.</i>	
Динамика потоков CO <sub>2</sub> на северо-востоке России: вклад в понимание углеродного цикла в Арктике.....	314
<i>Пермяков П.П., Попов Г.Г., Жирков А.Ф., Варламов С.П., Винокурова Т.А., Кириллин А.Р.</i>	
Применение мониторинговых геокриологических и метеорологических данных в прогнозе при эксплуатации инженерных сооружений в условиях Субарктики .....	317
<i>Прокопьев Л.А., Андреев Я.М., Семенов С.О., Лукин Е.С.</i>	
Анализ регистрируемых параметров акустико-эмиссионного контроля в процессе низкотемпературного локального нагружения тонкостенного стального образца с концентратором напряжений .....	325
<i>Решетников А.Д., Барашкова А.И.</i>	
Применение современных научных подходов для сохранения оленеводства в Арктике.....	332
<i>Решетникова А.И., Тарабукина Н.П.</i>	
Новые питательные среды для культивирования штаммов бактерий b.subtilis ...	335

<i>Семина М.Т., Лайшев К.А., Южаков А.А.</i> Проблемы и пути решения селекционно-племенной работы в северном оленеводстве.....	341
<i>Слепцов И.И.</i> Охрана и рациональное использование ресурсов дикого северного оленя лено-оленинской популяции.....	347
<i>Слепцов О.И., Ялыгин С.А., Шапошиников Н.О., Ермаков Б.С., Швецов О.В.</i> Структурная неоднородность металла труб как причина потери надежности и долговечности оборудования, работающего в условиях арктического климата .....	354
<i>Слуховская М.В., Иванова Л.А., Кременецкая И.П.</i> Биологическая рекультивация техногенных нарушенных ландшафтов в Арктической зоне РФ с помощью щелочных вскрышных пород и модифицированных гидросиликатов магния .....	362
<i>Смольникова М.В., Марченко И.В., Афоничева К.В.</i> Здоровьесбережение населения Арктической зоны РФ: генетические аспекты.....	367
<i>Соловьева Н.А., Колосова О.Н., Кычкина О.И. Кан Ми Ун, Павлова Н.И.</i> Биоресурсная коллекция популяционной выборки коренного и пришлого населения Якутии: фундаментальная и прикладная значимость.....	372
<i>Соломонов М.П.</i> Новая теория социально-экономической комфортности .....	374
<i>Спрыгин А.В., Шарко Ф.С., Бьядовская О.П., Кротова А.О., Прохвятилова Л.Б., Чвала И.А., Золотников У.Е., Козлова А.Д., Крылова А.С., Гроссфельд Э.В., Прокопенко А.В., Корженков А.А., Патрушев М.В., Намсараев З.Б., Тенитилов Н.А., Тоцаков С.В.</i> Применение метагеномного профилирования для изучения микробиоты рогатого скота при каприпоксвирусной инфекции .....	385
<i>Стопорев А.С.</i> Контроль нуклеации и роста газовых гидратов.....	389
<i>Сулейманов А.А., Лыткин В.М.</i> Последствия деградации многолетнемерзлых пород для локальных систем жизнеобеспечения .....	394
<i>Тарабукина Н.П., Алексеенкова С.В., Неустров М.П., Маркова А.М., Скрябина М.П.</i> Микробиом перелетных птиц Якутии.....	400
<i>Тенитилов Н.А., Карагаюр М.Н., Абед Алхуссен М., Бьядовская О.П., Чвала И.А., Спрыгин А.В.</i> Векторные вакцины на основе вируса герпеса: дизайн генетических конструкций.....	406

<i>Тихонова С.А., Капитонова Т.А., Стручкова Г.П., Тарская Л.Е.</i>	
Картирование потенциальной опасности возникновения лесных пожаров с использованием спутниковой информации и ГИС на примере Верхоянского улуса.....	410
<i>Филиппова В.В.</i>	
Районы проживания коренных малочисленных народов Севера Якутии в условиях промышленного освоения: к проблеме типологии.....	418
<i>Филиппова Д.Н.</i>	
Жизнь в Арктике: представления студентов университетов РС (Я) (по результатам опроса студентов СВФУ и АГИКИ).....	423
<i>Филиппова Н.А., Иовлева Е.Л., Степанов С.Ф.</i>	
Научная платформа организации процесса завоза грузов.....	428
<i>Чевычелов А.П.</i>	
Географо-генетические особенности почвообразования на булгуннях в субарктических тундрах Якутии.....	435
<i>Шахурдина С.В., Лебедева А.М., Максимова Н.Р., Лебедева У.М.</i>	
Оценка нутриентного состава рациона у респондентов с ожирением при помощи НИАП.....	441
<i>Шишкина М.С., Скворцова А.Н., Михайлова В.В., Лобова Т.П., Зиновьева О.Е., Зюзгина С.В., Шарыпова Д.В.</i>	
Видовая идентификация хламидий животных и птиц методом ПЦР.....	446
<i>Якимова А.Е., Янченко Т.И.</i>	
К изучению мелких млекопитающих Арктической зоны северо-запада России.....	453

## УВАЖАЕМЫЕ УЧАСТНИКИ КОНГРЕССА!



II Арктический конгресс «Арктика – территория стратегических научных исследований» (далее – Конгресс) проводится в рамках мероприятий Десятилетия науки и технологий в Российской Федерации (далее – РФ), празднования 300-летия Российской академии наук (далее – РАН), 75-летия Якутского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук (далее – СО РАН) и посвящен памяти

доктора биологических наук, профессора, член-корреспондента РАН, Почётного гражданина Республики Саха (Якутия), нашего дорогого учителя и наставника Никиты Гавриловича Соломонова.

В силу своего геополитического расположения, огромного ресурсного потенциала Арктика сегодня является регионом особых стратегических интересов не только для России, но и для многих стран мира. В этой связи, в настоящее время идет глобальное освоение арктических и северных территорий. Укрепление позиций России в области экономического, научного и военного освоения Арктики является ключевым вектором в стратегии и одним из важных приоритетов научно-технологического развития страны.

Поэтому, Организационным комитетом определена ключевая тема Конгресса – Наука и технологии для устойчивого развития Арктики: новые аспекты межрегионального взаимодействия, которая основана на Соглашении о научном сотрудничестве Федеральных исследовательских центров (далее – ФИЦ) в интересах Арктической зоны Российской Федерации (далее – АЗ РФ) от 25 ноября 2021 года.

Главными участниками Соглашения – это ФИЦ «Карельский научный центр РАН», ФИЦ «Кольский научный центр РАН», ФИЦ «Коминский научный центр Уро РАН», ФИЦ «Красноярский научный центр СО РАН», ФИЦ «Тюменский научный центр СО РАН», ФИЦ комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова, Хабаровский ФИЦ

ДВО РАН и других научно-образовательных учреждений под координацией ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН» в течение трех лет проведена системная работа по подготовке проекта междисциплинарной программы «Фундаментальные и прикладные исследования, направленные на развитие регионов Арктической зоны Российской Федерации» (далее – Проект программы), обсуждение которого будет в фокусе внимания работы Конгресса.

Основные направления, цели и задачи научно-исследовательских тем в Проекте программы соответствуют национальным целям, приоритетам и интересам, механизмам реализации государственной политики РФ в Арктике<sup>1, 2, 3</sup>.

В этой связи, Конгресс станет для каждого участника интересным и полезным, а также источником новых знаний и информации.

Генеральный директор  
ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН»,  
председатель организационного комитета конгресса  
член-корреспондент РАН *Лебедев М.П.*

---

<sup>1</sup> Указ Президента РФ от 07.05.2024 г. №309 «О национальных целях Российской Федерации до 2030 года и на перспективу до 2036 года».

<sup>2</sup> Указ Президента РФ от 05.03.2020 г. №164 «Об Основах государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года».

<sup>3</sup> Указ Президента РФ от 26.10.2020 г. №645 «О стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года».

## ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СТРАТЕГИИ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ

---

*Аковецкий В.Г., Афанасьев А.В., Лавренчук В.А.*  
РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Москва  
geoinforisk@mail.ru

**Аннотация.** Важным элементом устойчивого развития территорий Арктической зоны является учет влияния происходящих изменений параметров климатической системы Земли на состояние ее геосферных оболочек. Изменения приповерхностной температуры приземного слоя атмосферы оказывает непосредственное воздействие на активизацию природных и техногенных источников возникновения чрезвычайных ситуаций. Данная ситуация предполагает разработку адаптационных стратегий развития отраслей климатозависимых территорий Арктической зоны. Решение данной проблемы непосредственно связано с разработкой системы управления территориями, важным элементом которой является система управления рисками. Целью данной работы является разработка и практическая апробация геоинформационных стратегий управления рисками устойчивого развития территорий на основе использования объектно-ориентированных моделей контроля их состояния на всех стадиях реализации проектов. В работе рассмотрены подходы построения таких систем на основе использования систем дистанционного зондирования Земли и специализированных геопорталов интерпретации получаемых данных.

**Введение.** Стратегия устойчивого развития мира на XXI век невозможна без учета влияния происходящих изменений на планете. В первую очередь, это связано с изменением климата, интенсификацией развития территорий и увеличением техногенной нагрузки на природные компоненты окружающей среды (ОС). Современное потепление, начавшееся в 70-е годы прошлого столетия, продолжается на всей территории России.

Потепление в Арктике сопровождается сокращением площади морского льда во все месяцы [1]. Наиболее заметно потеплело в 2010-е годы на акватории Сибирских арктических морей, по которым проходит Северный морской путь. Площадь, занятая морским льдом на акватории российских морей в сентябре, за десять лет с середины 1990-х к середине 2000-х годов уменьшилась с 1200 до ~200 тыс. км<sup>2</sup>. В последующие годы площадь льда колебалась в основном ниже этого уровня с минимальным значением 26,3 тыс. км<sup>2</sup> в 2016 году. В 2022 г. на территории РФ для измерения мощности сезонно-талого слоя вечной мерзлоты (СТС) были задействованы 41 пункт. Результаты наблюдений показали, что тренды мощности СТС отражают устойчивые тенденции увеличения глубины оттаивания вечной мерзлоты в текущем столетии. Особое внимание здесь занимают климатозависимые территории Арктической зоны (КТАЗ), что связано с их активным освоением при реализации проектов нефтегазового комплекса (НГК).

Сложный характер взаимодействия объектов геосферы, техносферы и биосферы требует разработки новых междисциплинарных подходов к исследованию происходящих изменений. Именно такие подходы были предложены в *Сендайской рамочной программе по снижению риска бедствий на 2015-2030*, которые включают [2]:

*разработку* научно-обоснованных методологий учета данных о потерях от бедствий и их использование в методах моделирования, картирования, мониторинга и оповещения разных видов угроз;

*проведение исследований* по бедствиям и оценок их риска, составление карт бедствий, в том числе с отражением сценариев изменения климата;

*обмен данными и их обновление* посредством средств коммуникаций, геоинформационных и космических технологий;

*наблюдение за климатом*, объектами земной поверхности посредством наземных наблюдений и систем дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

Системный подход к решению данных задач предполагает разработку национальных стратегий устойчивого развития (УР). В России их основные положения нашли отражение в Федеральном законе от 28.06.2014 г. №172 ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Феде-

рации» (РФ) [3]. Здесь особое место отводится оценке рисков развития территорий на основе стратегического прогноза. Его проведение включает:

- оценку рисков социально-экономического развития и угроз национальной безопасности РФ;
- поэтапные прогнозные оценки вероятного состояния социально-экономического потенциала и национальной безопасности РФ;
- оптимальный сценарий преодоления рисков и угроз с учетом решения задач национальной безопасности РФ;
- оценку конкурентных позиций РФ в мировом сообществе.

Именно эти положения составляют основу современной стратегии оценки рисков УР на федеральном и региональных уровнях. Их реализация отражена в Градостроительном кодексе [4]. Здесь под «устойчивым развитием» понимается «обеспечение при осуществлении градостроительной деятельности безопасности и благоприятных условий жизнедеятельности человека, ограничение негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на ОС и обеспечение охраны и рационального использования природных ресурсов в интересах настоящего и будущего поколений».

Практическая реализация данного подхода рассмотрена в документации по проведению инженерных изысканий (ИИ) [5], где прописаны основные требования к их выполнению на разных этапах инвестиционного проекта. В перечень этих задач входит:

получение сведений о природных условиях территории реализации проектов;

- обеспечение защиты территорий от природных и техногенных ЧС;
- оценку риска возникновения ЧС, а также создания их карт и моделей.

Современные возможности наблюдений объектов земной поверхности посредством спутниковых группировок создают условия их встраивания в системы контроля и управления безопасностью территорий, где имеют место источники опасных природных и техногенных процессов. В их основе лежит унификация принимаемой, обрабатываемой, передаваемой и анализируемой информации на уровне цифрового сигнала. Данное обстоятельство предопределяет необходимость на протяжении всего технологического маршрута (информационного тракта) осуществ-

влять процессы наблюдений, интерпретации и регистрации цифровых сигналов изображений в соответствии с решаемой тематической задачей. Это относится к визуальным (аналоговым), автоматизированным и автоматическим режимам реализации технологических процессов. Они обеспечивают отображение картографических и космических изображений в едином метрическом пространстве практически на любую точку земного шара с разной степенью детализации территориальных объектов. Данные сервисы находят широкое применение при решении навигационных задач, планировании и управлении территориями.

Однако они имеют ограничения при решении специализированных задач, связанных с реализацией конкретных проектов. В частности, это относится к задачам оценки воздействия ЧС на уровень экологической безопасности территорий.

**Целью работы** является разработка и практическая апробация геоинформационных стратегий управления рисками проектов устойчивого развития климатозависимых территорий Арктической зоны на основе использования объектно-ориентированных моделей в задачах контроля воздействия опасных природных и техногенных процессов.

Реализация данного подхода предполагает:

построение геоинформационной среды территории проекта;

построение моделей стратегии управления рисками реализации проекта;

практическую апробацию моделей оценки риска и верификацию их параметров.

### ***Модели и методы***

*Геоинформационная среда* управления рисками проекта представляет собой совокупность данных, обеспечивающих построение территориальных и объектно-ориентированных моделей исследуемых объектов (процессов) посредством геоинформационных технологий в едином геопозиционированном пространстве. Она включает территориальные и объектно-ориентированные модели местности (рис. 1) [6].

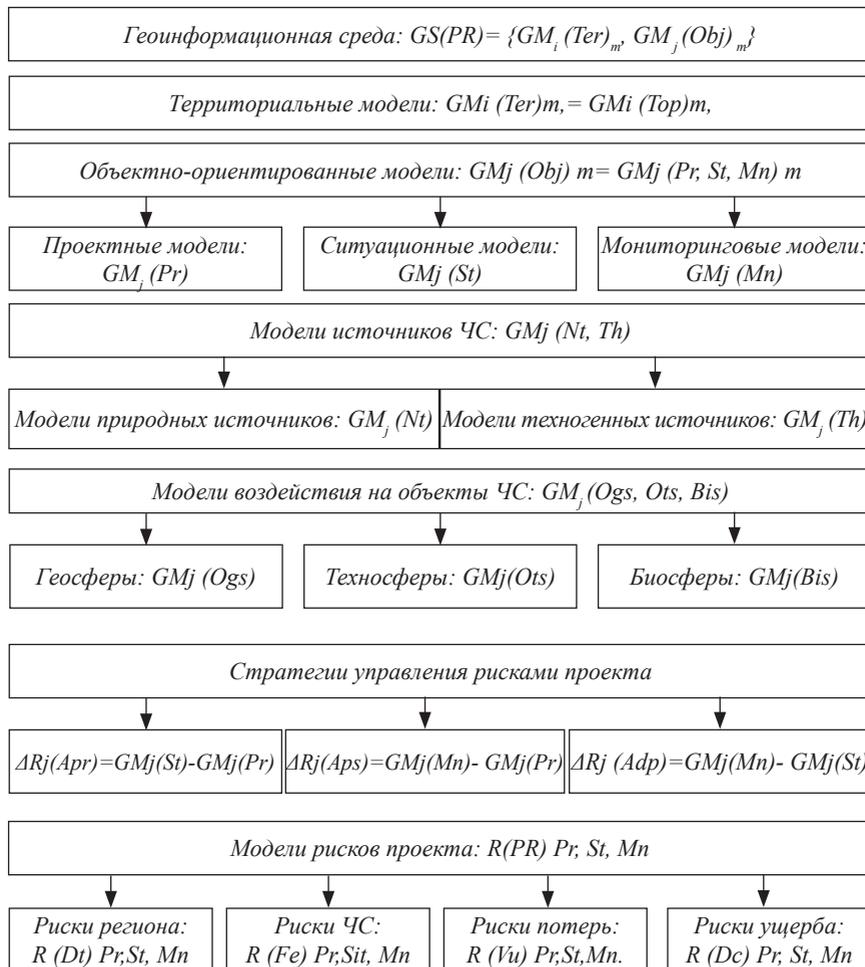


Рисунок 1 – Структура геоинформационных стратегий управления рисками проектов

*Территориальные модели* представляют совокупность подмножеств слоев цифровых топографических карт (планов), содержащих описания объектов рельефа, гидрографии, почвы, растительности, транспорта, населенных пунктов, промышленности.

При решении задач мониторинга их используют в качестве опорной (фоновой) информации для описания моделей источников опасных природных и техногенных ЧС.

*Объектно-ориентированные модели* позволяют получить описания наблюдаемых объектов и их индикаторов в задачах локализации местоположения источников опасных процессов и их воздействия на природные компоненты ОС.

В рамках рассматриваемого подхода, в подмножество объектно-ориентированных моделей, включим: проектные, ситуационные и мониторинговые модели. Их отличительной особенностью является использование различных источников информации для их построения на разных этапах реализации проекта.

*Проектная модель*  $GM_j (Pr)$  отображает требуемое (фоновое) положение и состояние объекта на исследуемой территории, реализуемое на основе проектной и рабочей документации. Исходную информацию для их построения получают в ходе ИИ.

*Ситуационная модель*  $GM_j (St)$  позволяет оценить ситуацию (прогноз положения и состояния объекта) при воздействии опасных природных и техногенных процессов на основе физического (макетного) и компьютерного (математического) моделирования.

*Мониторинговая модель*  $GM_j (Mn)$  позволяет установить реальные параметры реализации проекта в заданные моменты времени.

При *априорной стратегии управления рисками*  $\Delta R_{jk} (Apr)$  устанавливают отклонение  $k$ -го параметра  $j$ -й проектной модели  $GM_{jk} (Pr)$  от соответствующего его значения в ситуационной модели  $GM_{jk} (St)$  на *интересующий* момент времени  $t$ :

$$\Delta R_{jk} (Apr) = GM_{jk} (St) - GM_{jk} (Pr).$$

Априорная стратегия позволяет осуществлять: определение диапазонов допустимого отклонения параметров проектной модели; страхование рисков на основе прогноза изменения параметров среды проекта; построение сценариев реализации проекта при воздействии риск-факторов и формирование поведенческого «дерева решения».

При *апостериорной стратегии управления рисками*  $\Delta R_{jk} (Aps)$  выполняется контроль рассогласования  $k$ -го параметра  $j$ -й модели мониторинговых наблюдений  $GM_{jk} (Mn)$  объекта и его проектной модели  $GM_{jk} (Pr)$  на момент времени  $t$ :

$$\Delta R_{jk} (Aps) = GM_{jk} (Mn) - GM_{jk} (Pr), .$$

Он позволяет выполнить оценку отклонения реальных параметров мониторинговых моделей от их проектных значений. Данный подход целесообразно использовать при штатных режимах управления проектом на стадии эксплуатации проекта.

При адаптивной стратегии управления рисками  $\Delta R_{jk} (Adp)$  наблюдают рассогласование  $k$ -го параметра  $j$ -й ситуационной модели  $GM_{jk}(St)$ , объекта и его значения мониторинговой модели  $GM_{jk}(Mn)$  на момент времени  $t$ :

$$\Delta R_{jk} (Adp) = GM_{jk} (Mn) - GM_{jk} (St),$$

или рассогласование параметров моделей мониторинга в моменты времени  $t$  и  $t-1$

$$\Delta R_{jk} (Adp) = GM_{jk} (Mn)_t - GM_{jk} (Mn)_{t-1}$$

Она позволяет учесть возможные варианты развития ЧС посредством оперативного контроля изменения реальных параметров модели объекта относительно прогнозируемых, оптимизировать частоту наблюдений при контроле развития ЧС.

Под риском будем понимать вид деятельности, связанный с необходимостью принятия управляющих решений в условиях неопределенности состояния случайных событий, приводящих к достижению результата или его отклонению посредством незапланированных приобретений или потерь. В количественном отношении оценка неопределенности предполагает установление уровня возможного отклонения, ожидаемого результата, как в меньшую, так и в большую сторону. Следует отметить, что в ходе получения результата, при реализации принятых решений, происходит устранение неопределенности, то есть происходит уточнение и получение информации о реализуемом процессе. Множество моделей оценки риска реализации проекта представим в виде:

$$RP = \{R (Dt), R (Fs), R (Vu), R (Dc)\},$$

где  $R (Dt)$  – подмножество моделей оценки рисков региона;  $R (Fs)$  – подмножество моделей оценки возникновения риска ЧС;  $R (Vu)$  – подмножество моделей оценки риска, обусловленные уязвимостью объекта при воздействии источника ЧС);  $R (Dc)$  – подмножество моделей риска, оценивающие стоимость ущерба при воздействии ЧС.

**Риски региона  $R (Dt)$**  определяют плотность расположения потенциальных источников опасных природных и техногенных ЧС на исследуемой территории проекта.

**Риски возникновения ЧС  $R(F_s)$**  оценивают частоту проявления  $k$ -уровня воздействия от  $j$ -го природного и техногенного источника опасного процесса.

**Риски проекта  $R(V_u)$ , обусловленные уязвимостью объекта**, связаны с видом воздействия (физическое, химическое, биологическое и механическое), а также физико-географическими условиями территории проекта. В существующих методиках оценки воздействия риск-факторов ЧС на исследуемые объекты и уровня их уязвимости (потерь) приняты четыре градации [7]:

1. Катастрофическое событие – приводит к нескольким смертельным исходам для персонала, полной потери объекта; невозможному ущербу окружающей среде (ОС);

2. Критическое событие – угрожает жизни людей, приводит к существенному ущербу имуществу и окружающей природной среде;

3. Некритическое событие – не угрожает жизни людей, возможны отдельные случаи травмирования людей, не приводит к существенному ущербу имуществу или ОС;

4. Событие с пренебрежимо малыми последствиями – событие, не относящееся по своим последствиям ни к одной из первых трех категорий.

**Риски проекта  $R(D_c)$**  оценивают ущерб как изменение стоимости объекта, вызванного потерями его первоначального состояния при  $k$ -ом уровне воздействия  $j$ -го источника ЧС на объекты: геосферы; техносферы; биосферы до воздействия ЧС и после его завершения. Согласно регламентирующим документам, оценка размера ущерба от ЧС включает определение его следующих составляющих [8]:

1) оценка размера вреда жизни и здоровью людей, имуществу физических лиц в части имущества первой необходимости, а также недвижимого имущества;

2) оценка размера вреда имуществу государственных учреждений, созданных РФ или субъектом РФ, муниципальных учреждений, созданных муниципальным образованием, государственному или муниципальному имуществу;

3) оценка размера вреда ОС, жизни или здоровью животных и растений, в том числе: нанесенного поверхностным и подземным водам; нанесенного животным и растениям, за исключением сельскохозяйственных;

причиненного лесам и находящимся в них природным объектам (по оперативным данным); нанесенного атмосферному воздуху, поверхностному слою почвы, недрам, а также объектам растительного и животного мира, занесенным в Красную книгу РФ, красные книги субъектов РФ, водным биологическим ресурсам, а также иным объектам животного мира, не относящимся к объектам охоты и рыболовства и среде их обитания.

Отличительной особенностью оценки рисков является необходимость унификации данных, получаемых различными измерительными системами: ДЗЗ, геодезическими, метеорологическими и экологическими. С позиций формальной интерпретации поступаемой информации она сводится к измерению мощности сигнала и позиционированию местоположения его регистрации в метрической системе координат (СК):

$$U_j(\mathbf{B}, \mathbf{L}, \mathbf{H}) \rightarrow U_j(\mathbf{X}, \mathbf{Y}, \mathbf{Z}) \rightarrow u_j(x, y, z) \rightarrow u_j(x, y) \rightarrow u_j(S_{x,y}),$$

где  $U_j(\mathbf{B}, \mathbf{L}, \mathbf{H})$  – значение сигнала  $j$ -го измеряемого параметра в геодезической СК ( $\mathbf{B}$  – широта,  $\mathbf{L}$  – долгота,  $\mathbf{H}$  – высота);

$U_j(\mathbf{X}, \mathbf{Y}, \mathbf{Z})$  – значение сигнала  $j$ -го измеряемого параметра в прямоугольной геоцентрической СК земной поверхности ( $\mathbf{X}$  – абсцисса,  $\mathbf{Y}$  – ордината,  $\mathbf{Z}$  – аппликата);

$u_j(x, y, z)$  – значение сигнала  $j$ -го измеряемого параметра в прямоугольной трехмерной СК модели ( $x$  – абсцисса,  $y$  – ордината,  $z$  – аппликата);

$u_j(x, y)$  – значение сигнала  $j$ -го измеряемого параметра в прямоугольной двухмерной СК модели ( $x$  – абсцисса,  $y$  – ордината);

$u_j(S_{x,y})$  – значение сигнала  $j$ -го измеряемого параметра фигуры площадью  $S_{x,y}$ .

### **Результаты и обсуждение**

Представленные модели и методы составляют методическую основу реализации геоинформационных стратегий управления рисками проектов устойчивого развития территорий. Особенностью представленного подхода является аккумуляция всей исходной информации о проекте на этапах его реализации в виде соответствующих геоинформационных моделей. Их использование позволяет обеспечить постоянный контроль за динамикой изменения ключевых параметров объектов при воздействии опасных природных и техногенных процессов. Особое место в этих за-

дачах отводится возможности реализации процедур контроля в режимах *off-line* (архивные данные) и *on-line*, что позволяет выполнять оптимальное управление проектом при штатных параметрах и при возникновении ЧС. Наряду с выбором стратегий управления рисками важное место занимают методы интерпретации изображений, используемые в задачах мониторинговых наблюдений. Они сочетают визуальные, автоматизированные и автоматические режимы обработки информации на основе формальных и объектно-ориентированных методов ее интерпретации.

Разработка цифровой платформы геоинформационной среды осуществлялась в РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина в ходе проведения поисковых исследований по теме «Глобальные и локальные геоэкологические риски в задачах обеспечения безопасности нефтегазового комплекса». Их составной частью являлась разработка программных модулей цифровой платформы, в состав которой входит геоинформационная система АГИР-ТМ (Аэрокосмос, Геоинформатика, Изыскания, Риски – Технологические модули) (рис. 2а) и геопортал «Геоинфориск» (рис. 2б).

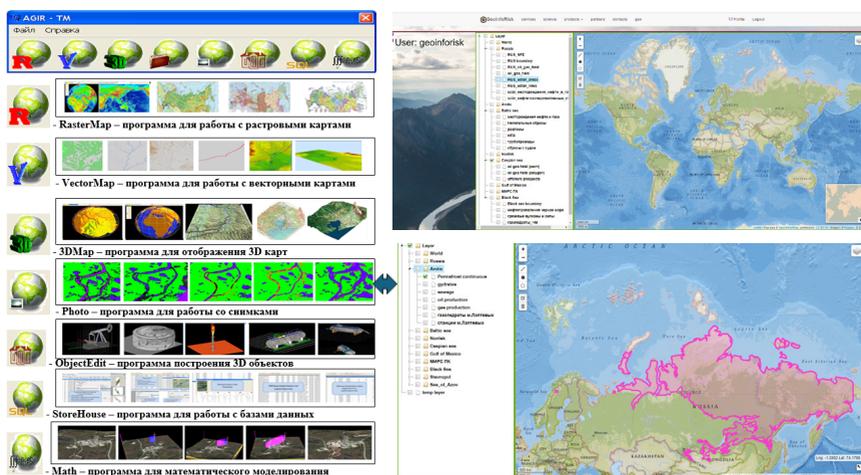


Рисунок 2 – Цифровая платформа геоинформационной среды управления рисками  
а) Комплекс программ АГИР-ТМ; б) Геопортал «Геоинфориск»

Результатом проводимых работ стало создание опытного образца геoinформационной системы «АГИР-ТМ», в состав которого входят модули: Raster Map, Vector Map, 3-D Map, Photo, Object Edit, Store House, Math. Они обеспечивают построения моделей территории и объектно-ориентированных моделей оценки рисков.

Геопортал «Геоинфориск» обеспечивает поиск и отображение содержания геопространственной Базы данных в виде проектных, ситуационных и мониторинговых моделей источников ЧС на различных подложках: картах, фотокартах, 3-D моделях.

Представленные геoinформационные инструменты объектно-ориентированного моделирования используют для оценки состояния природных компонентов ОС при воздействии источников опасных природных и техногенных процессов НГК (рис. 3).

Реализация геoinформационной стратегии управления рисками предполагает первоначальную инвентаризацию и паспортизацию индикаторов, описывающих основные характеристики опасных природных и техногенных процессов. Примеры рассматриваемых процессов представлены на рис. 3: модуль «Источники воздействия».

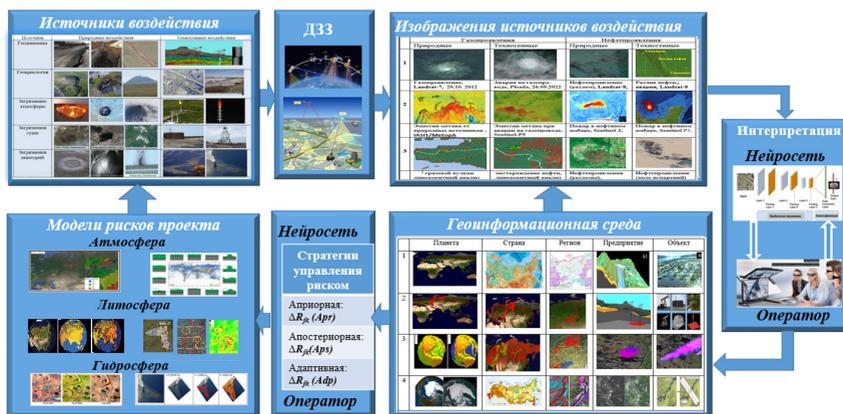


Рисунок 3 – Структурная модель стратегии управления рисками устойчивого развития территориями

Сложность реализации данного подхода связана с дуализмом источников исследуемых процессов. Здесь одно и то же воздействие на объект может быть обусловлено проявлением как опасных природных факторов (геологических, метеорологических и гидрологических), так и техногенных факторов, связанных с производственными процессами. Данная ситуация предполагает на начальном этапе проведение процедур инвентаризации и паспортизации источников опасных природных и техногенных процессов, находящихся на исследуемой территории. В этот перечень входят:

деформационные процессы, обусловленные естественными геодинамическими факторами и техногенной наведенной сейсмичностью;

процессы деградации криолитозоны в регионах нефтегазодобычи, обусловленные климатическими изменениями и техногенным воздействием;

загрязнение атмосферного воздуха, вызванное эмиссией газов вулканов, лесных пожаров, разломов, а также техногенными источниками нефтегазового оборудования;

загрязнение почвенного покрова, обусловленное естественными нефтепроявлениями, а также несовершенством технологий и аварийными воздействиями;

загрязнение акваторий при естественных и аварийных разливах нефти.

На основе полученных параметров индикаторов определяются требования к системам ДЗЗ рис. 3: модуль «ДЗЗ», которые используются для получения текущей информации об интересующих объектах территории. В первую очередь, где есть угроза возникновения ЧС. Результаты съемки представлены на рис. 3: модуль «Изображения источников воздействия». Здесь видно, что получаемые изображения, отображающие результат воздействия природных и техногенных источников на соответствующие геосферные оболочки похожи между собой. Наличие идентичных формальных индикаторов описания природных и техногенных источников возникновения ЧС позволяет выполнить формальную интерпретацию их изображений, но не обеспечивает установление причины воздействия. Данное обстоятельство требует перехода от использования формальных индикаторов к объектно-ориентированным

моделям описания объектов на основе систем «искусственного интеллекта». Данная ситуация требует на первом этапе использования при их интерпретации качественного описания признаков объектов, на основе которого системы «искусственного интеллекта» или оператор определяют характеристики воздействия: нефтепроявлений на акватории или на суше; состав газов атмосферного воздуха; наличие зон геодинамической активности; зоны затопления прибрежных территорий и другие интересующие процессы. Данные решения представлены на рис. 3: модуль «Интерпретация».

Для более детальной интерпретации необходимо использовать уже априорные данные, относящиеся к зоне анализа исследуемой территории и содержащимся там объектах. На данном этапе нейросеть или оператор должны оперировать данными, которые содержит априорно созданная геоинформационная среда, структура построения которой представлена на рис. 3: модуль «Геоинформационная среда». Она аккумулирует все данные об исследуемых объектах и происходящих процессах. Здесь столбцы характеризуют уровень покрытия: планета, страна, регион, предприятие, объект, а строки виды моделей: 1 – территориальные; 2 – проектные; 3 – ситуационные; 4 – мониторинговые.

Признаковые описания, используемые на втором этапе интерпретации, позволяют определить источник воздействия: зоны разломной тектоники, очаги землетрясений, природные и техногенные источники нефтегазопроявлений, несанкционированные утечки газов и нефти при аварийных ситуациях. Учитывая большой объем информации, используемый для решения данного класса задач, многие процессы анализа и интерпретации данных базируются на использовании нейросетевых решений, представленные на рис. 3: модуль «Нейросеть».

Результаты проведенного анализа в виде указанных источников и параметров, исследуемых ЧС используются для подготовки управляющих решений, направленных на локализацию и минимизацию ущерба, представлены для объектов атмосферы, литосферы и гидросферы на рис. 3: модуль «Модели рисков проекта».

Примером изложенного подхода могут служить разработанные за рубежом геопорталы, применяемые для локализации и оценки уровня эмиссии парниковых газов как на уровне планеты, так и на уровне от-

дельного предприятия. В них реализованы принципы нейросетевого анализа информации, поступающей от датчиков систем ДЗЗ. Основные принципы реализации такого подхода представлены в работе [9]. Практическая апробация систем искусственного интеллекта нашла свое отражение при анализе больших массивов данных, получаемых на основе систем ДЗЗ в рамках нейросетевых геоинформационных платформ: Climate Trace (США) [10]; Copernicus Sentinel-5P Mapping Portal (Европейское космическое агентство, ЕКА) [11]; Methane Plume Maps (Нидерландский институт космических исследований, SRON) [12].

### **Заключение**

Материалы практической апробации рассмотренных методов показали целесообразность использования комплексного подхода оценки рисков в задачах обеспечения экологической безопасности устойчивого развития территорий КТАЗ. Их практическая реализация предполагает разработку специализированных геопорталов, обеспечивающих сопряжение информации геоинформационной среды проекта и данных, поступающих со спутниковых группировок в различных зонах электромагнитного спектра. Успешная реализация такого подхода может быть осуществлена системами интерпретации поступающей информации на основе использования эталонных описаний объектно-ориентированных моделей, созданных в режимах off-line и on-line.

### **Литература**

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2022 году».
2. Сендайская рамочная программа по снижению риска бедствий на 2015-2030 гг. UNISDR/GE/2015. ICLUX RU. Первое издание.
3. Федеральный закон «О стратегическом планировании в Российской Федерации» от 28.06.2014 №172-ФЗ (последняя редакция). 28 июня 2014 года №172-ФЗ.
4. Федеральный закон от 29.12.2004 г. №190-ФЗ «Градостроительный кодекс Российской Федерации».

5. СП 47.13330.2016 «СНиП 11-02-96 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения Актуализированная редакция СНиП 11-02-96». Москва. Стандартинформ. 2017.
6. Аковецкий В.Г., Афанасьев А.В. Геоинформационные стратегии управления рисками проектов нефтегазового комплекса. Безопасность и мониторинг природных и техногенных систем: материалы и доклады/ VIII Всероссийская конференция с международным участием (Красноярск, 16-20 октября 2023 года). научн. ред. В.В. Москвичев - Новосибирск: ФИЦ ИВТ, 2023-302 с. С. 26-36.
7. Руководство по безопасности «Методические основы анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах». Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 3 ноября 2022 г. №387.
8. Методика оценки ущерба от чрезвычайных ситуаций. Приказ МЧС России от 1 сентября 2020 г. №631 «Об утверждении Методики оценки ущерба от чрезвычайных ситуаций» (с изменениями и дополнениями).
9. Schuit, B. J., Maasackers, J.D., Bijl, P., Mahapatra, G., van den Berg, A.-W., Pandey, S., Lorente, A., Borsdorff, T., Houweling, S., Varon, D. J., McKeever, J., Jervis, D., Girard, M., Irakulis-Loitxate, I., Gorroño, J., Guanter, L., Cusworth, D. H., and Aben, I.: Automated detection and monitoring of methane super-emitters using satellite data, *Atmos. Chem. Phys.*, 23, 9071-9098, <https://doi.org/10.5194/acp-23-9071-2023>, 2023.
10. Explore Map - Climate TRACE. <https://www.climate TRACE.org/explore>.
11. Copernicus Sentinel-5P Mapping Portal. <https://maps.s5p-pal.com/ch4/week/>
12. Methane Plume Maps – SRON Earth. <https://earth.sron.nl/methane-emissions>.

\* \* \*

## ЗОНА ПЛАСТИЧНОСТИ НА ВЕРШИНЕ ТРЕЩИНЫ КАК ФАКТОР ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗАВАРИЙНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

*Андреев А.С., Лукин Е.С., Андреев Я.М., Прокопьев Л.А., Семенов С.О.*  
ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН», Якутск  
asandreev92@mail.ru

**Аннотация.** Форма зоны пластичности является сложной и в настоящее время не существует однозначно ее описывающей модели. Приближенно, границу зоны пластичности описали через известные уравнения компонента напряжений в окрестности вершины трещины с учетом стесненности поля напряжений и действующих по направлению, параллельной плоскости трещины. Для подобных задач нами в данной работе предлагается уточняющий способ определения эквивалентного радиуса зоны пластичности, учитывающей особенности напряженно деформированного состояния, как стесненность напряжений вдоль направления трещины.

В настоящее время недостаточно изучено влияние зоны пластичности, возникающей у вершины трещины, на хладостойкость нагруженного элемента конструкции с трещиной. Сложность данной проблемы заключается в нескольких факторах: масштабном факторе, отсутствии математической базы, однозначно определяющей зону пластичности, сложности экспериментального определения формы и размера зоны пластичности, влиянии многих факторов – от свойств материала до особенностей напряженно-деформированного состояния детали или образца с трещиной [1].

В отдельных задачах, связанных с зоной пластичности у вершины трещины, требуется определение радиуса пластической зоны [2]. Принято считать, что радиус зоны пластичности при плоском напряженном состоянии определяется пределом текучести материала  $\sigma_T$  и коэффициентом интенсивности напряжений  $K_1$  [3]:

$$r_{пл} = \frac{1}{2\pi} \cdot \left(\frac{K_1}{\sigma_T}\right)^2 \quad (1)$$

Однако, исследования показывают, что форма зоны пластичности является сложной и в настоящее время не существует однозначно её описывающей модели. Приближенно, границу зоны пластичности можно описать через известные уравнения компонент напряжений в окрестности вершины трещины [4].

$$\begin{cases} \sigma_{yy} = \frac{K_1}{\sqrt{2\pi r}} \cos \frac{\theta}{2} \left( 1 + \sin \frac{\theta}{2} \sin \frac{3\theta}{2} \right) \\ \sigma_{xx} = \frac{K_1}{\sqrt{2\pi r}} \cos \frac{\theta}{2} \left( 1 - \sin \frac{\theta}{2} \sin \frac{3\theta}{2} \right) + T_x \\ \tau_{xy} = \frac{K_1}{\sqrt{2\pi r}} \cos \frac{\theta}{2} \sin \frac{\theta}{2} \sin \frac{3\theta}{2} \end{cases} \quad (2)$$

где  $r, \theta$  – координаты в полярной системе координат с началом, совпадающим с вершиной трещины. Ось «x» совпадает с линией продолжения трещины, а ось «y» расположена перпендикулярно плоскости трещины.  $\sigma_{xx}, \sigma_{yy}, \tau_{xy}$  – компоненты напряжений по осям «x» и «y»,  $T_x$  – T-напряжения. T-напряжения являются несингулярными компонентами напряженно-деформированного состояния у вершины трещины, характеризуют стесненность поля напряжений и действуют по направлению, параллельной плоскости трещины. Существует множество работ, указывающих на влияние T-напряжений на размер и форму зоны пластичности.

Для нахождения приближенной границы зоны пластичности определяется геометрическое место точек, где эквивалентные напряжения по Мизесу достигают предела текучести материала. Условие предельного состояния материала по Мизесу записывается в следующем виде:

$$(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2 = 2\sigma_T^2 \quad (3)$$

Расчет компонентов напряжений в зоне у вершины трещины удобнее вести в полярной системе координат. Если выразить компоненты главных напряжений у вершины трещины, и подставить их в равенство (2) получим геометрическое место точек для координат теоретической границы зоны пластичности. На рисунке 1 а) и б) показаны границы зоны пластичности, определенные вышеуказанным способом, при одинаковых значениях коэффициента интенсивности напряжений, предела текучести материала, но при различных значениях T-напряжений.

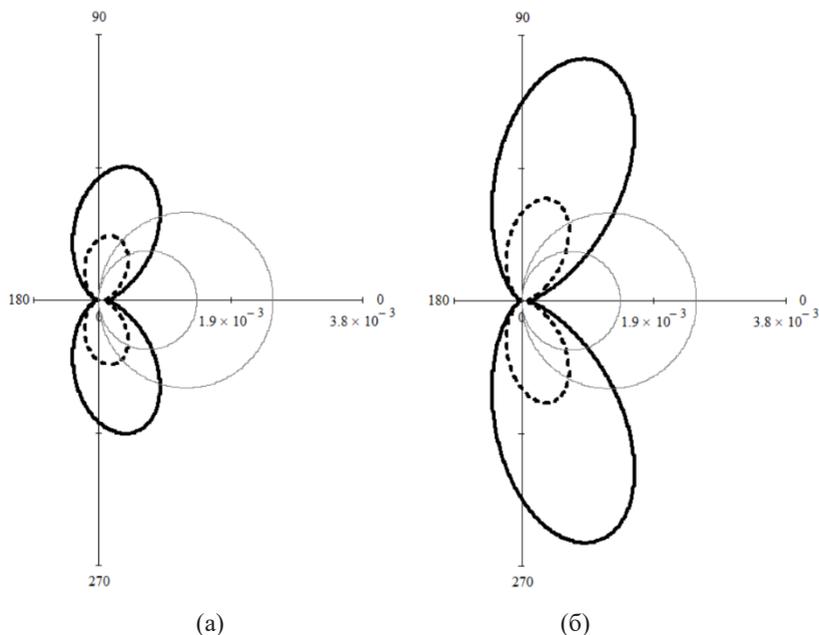


Рисунок 1 – Границы зоны пластичности, при одинаковых значениях коэффициента интенсивности напряжений, предела текучести материала, но при различных значениях Т-напряжений

Для задач механики разрушения, для которых требуется определение радиуса кривизны зоны пластичности, часто используют формулу (1). Однако, как видно из рисунка 1, данное выражение не учитывает такие параметры, как стесненность напряжений у вершины трещины, Т-напряжения.

Для подобных задач нами в данной работе предлагается способ определения эквивалентного радиуса, который определяется следующим образом. Площадь эквивалентного круга, характеризующего зону пластичности у вершины трещины, принимаем равным площади зоны внутри кривой, описываемой формулами (1), как показано на рисунке 2 а), б).

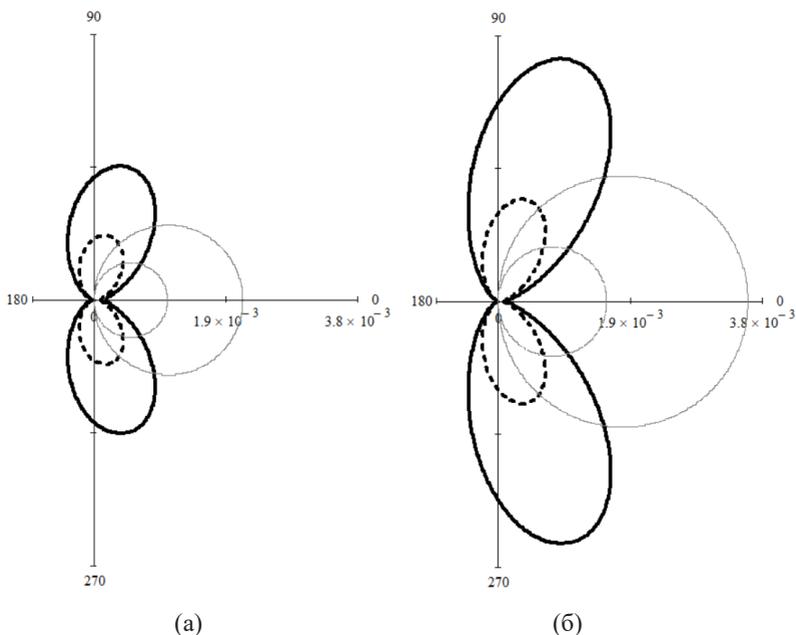


Рисунок 2 – Площадь эквивалентного круга, характеризующего зону пластичности у вершины трещины, принимаем равным площади зоны внутри кривой

Если  $r(\theta)$  является функцией, описывающей границу зоны пластичности в полярных координатах, то выражение для радиуса эквивалентного круга, характеризующего зону пластичности, имеет вид:

$$r_{\text{экв}} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} r^2(\theta) d\theta} \quad (4)$$

Как видно из рисунка 2, предлагаемый способ нахождения эквивалентного радиуса зоны пластичности учитывает особенности напряженно-деформированного состояния, к примеру, стесненность напряжений вдоль направления трещины, по сравнению с известным выражением (1).

## Заключение

Предложено использование приведённого радиуса зоны пластичности в расчётах механики разрушения, в которых используется значение радиуса зоны пластичности у вершины трещины, в качестве показателя вязкости материала и напряжённого состояния в условиях маломасштабной текучести. Показано, что предложенный способ интерпретирования радиуса зоны пластичности, учитывает стесненность напряжений вдоль линии продолжения трещины. В отличие от традиционных выражений, данный способ нахождения радиуса зоны пластичности включает в себя учёт влияния Т-напряжений и коэффициента двухосности напряженного состояния у вершины трещины. Данный способ может быть использован для решения различных задач механики разрушения, в том числе, использующих метод конечных элементов, в которых требуется учесть локальные пластические деформации, возникающие у вершины трещины.

## Литература

1. L.A. Prokopyev, Y.M. Andreev, E.S. Lukin, A.M. Bolshakov, The T-stress influence on the plastic zone size around the crack tip under the thermal load, *Procedia Structural Integrity*, Volume 30, 2020, Pages 120-127, ISSN 2452-3216, <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2020.12.035>.
2. Xiaotao Li, Mingsheng Luo, Wentao Ma, Theoretical modeling of crack-tip plasticity by the distributed dislocation technique, *Engineering Fracture Mechanics*, Volume 243, 2021, 107471, ISSN 0013-7944, <https://doi.org/10.1016/j.engfracmech.2020.107471>.
3. Emilio Martínez-Pañeda, Norman A. Fleck, Mode I crack tip fields: Strain gradient plasticity theory versus J2 flow theory, *European Journal of Mechanics – A/Solids*, Volume 75, 2019, Pages 381-388, ISSN 0997-7538, <https://doi.org/10.1016/j.euromechsol.2019.02.009>.
4. Jwo Pan, Shih-Huang Lin, 6 – Fracture Mechanics and Fatigue Crack Propagation, Editor(s): Yung-Li Lee, Jwo Pan, Richard B. Hathaway, Mark E. Barkey, *Fatigue Testing and Analysis*, Butterworth-Heinemann, 2005, Pages 237-284, ISBN 9780750677196, <https://doi.org/10.1016/B978-075067719-6/50007-5>.

## МАТЕРИАЛЫ ПО ФАУНЕ КОЛЛЕМБОЛ (HEXARODA, COLLEMBOLA) АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ ЯКУТИИ

*Бабенко А.Б.<sup>1</sup>, Бурнашева А.П.<sup>2</sup>, Потапова Н.К.<sup>2</sup>, Пестрякова С.М.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Москва

<sup>2</sup>Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН – обособленное подразделение ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН», Якутск  
a\_burnacheva@mail.ru

**Аннотация.** Представлен обзор фауны ногохвосток якутского сектора Арктики, основанный на имеющихся литературных данных и собственных материалах, собранных за последние годы. Приведены сведения о структуре фауны коллембол и доминирующих по численности видах, которые соответствуют специфике тундровой фауны. Все пункты сборов приводятся с привязкой к географическим координатам. Таким образом, на сегодня в арктической зоне Якутии зарегистрировано 117 видов коллембол, принадлежащих к 47 родам и 11 семействам.

Действительный член Академии наук РС (Я) Н.Г. Соломонов внес большой личный вклад в развитие зоологии в Якутии, включая и энтомологическое направление. В частности, он инициировал исследования фауны малоизученной группы ногохвосток (Collembola), в связи с этим данное сообщение авторы посвящают его памяти. Так, начиная с 1997 г., студентка биофака Якутского госуниверситета, а затем сотрудница лаборатории энтомологии ИБПК СО РАН С.С. Тихонова под руководством ведущих коллембологов страны А.Б. Бабенко, М.Б. Потапова и Н.А. Кузнецовой обобщила фауну ногохвосток региона на основе литературных и собственных данных, которая в настоящее время насчитывает около 200 видов.

В рамках данного короткого сообщения не можем привести всю библиографию по ногохвосткам Якутии и ограничимся только теми публикациями, которые касаются арктического региона (таблица). Уникальные сборы провел А.Б. Бабенко вдоль всего побережья морей Лаптевых

и Восточно-Сибирского, а также части Новосибирских островов, где им было собрано 11 новых для Якутии видов и три вида новых для мировой фауны [1]. Существенно обогатили фауну Якутии сборы В.И. Булавинцева в окр. с. Чокурдах и на п-ове Широкостан [2]. С острова Самойловский в дельте Лены участниками экспедиции «Дельта Лена 1998» было открыто два новых для науки вида из рода *Heterosminthurus* Stach, 1955 [3]. Все сведения по фауне тундр обобщены в Каталоге ногохвосток Арктики [4], где для Восточной Сибири и ее островов указано 106 видов из 43 родов. В арктической зоне энтомологами института сбор коллембол проведен в Куларе (С.Н. Ноговицына, 1996; Н.К. Потапова, 2000), Тикси, Чокурдахе и Медвежьих островах (А.П. Бурнашева, 2017-2021). Эти сборы определены А.Б. Бабенко (ИПЭЭ РАН) и М.Б. Потаповым (МПГУ, г. Москва).

Таблица – Места сборов коллембол в пределах арктической зоны Якутии

№	Локалитет	Координаты		Источник
		№	Е	
1	арх. Новосибирские о-ва, о. Котельный: р. Балыктах	75°03'	140°10'	Бабенко, 1997 <sup>1</sup>
2	арх. Новосибирские о-ва, о-в Фадеевский, р. Улахан-Юрях	75°35'	144°50'	Бабенко, 1997 <sup>1</sup>
3	арх. Новосибирские о-ва: Земля Бунге	75°03'	140°15'	Бабенко, 1997 <sup>1</sup>
4	Хатангский залив, о-в Преображения*	74°39'	112°58'	Linnaniemi, 1919 <sup>5</sup>
5	дельта р. Оленек, оз. Ваганита-Кель	73°30'	118°10'	Бабенко, 1997 <sup>1</sup> ; Потапов, 1997 <sup>2</sup>
6	дельта р. Лена, залив Куба*	72°57'	123°16'	Потапов, 1997 <sup>2</sup>
7	долина руч. Уеля в 78 км северо-восточнее пос. Саскылах*	72°08'	116°18'	Боескоров, Саввинов, 2022 <sup>6</sup>
8	дельта р. Яна, п-ов Широкостан, оз. Лебяное	72°25'	141°00'	Бабенко, 1997 <sup>1</sup> ; Потапов, 1997 <sup>2</sup>
9	дельта р. Лена, о-в Самойловский	72°22'	126°30'	Bretfeld, Zollner, 2000 <sup>3</sup>
10	Побережье моря Лаптевых, Омудляхская и Хромская губы*	72°18'	146°56'	Потапов, 1997 <sup>2</sup>
11	дельта р. Индигирки	71°26'	149°45'	Бабенко, 1997 <sup>1</sup>
12	арх. Медвежьих острова, о-в Крестовский, бухта Пионер	70°51'	160°33'	Бурнашева, Попов, 2022 <sup>7</sup>

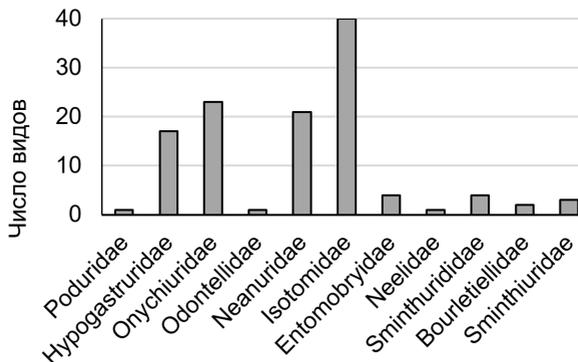
13	окр. пос. Кулар на междуречье р. Яна и руч. Куччугуй Кёгюлюр*	70°38'	134°59'	Потапова, 2010 <sup>8</sup>
14	нижнее течение р. Индигирка, окр. пос. Чокурдах	70°37'	147°54'	Стебаева, 1976 <sup>9</sup> ; Мартынова, 1976 <sup>10</sup> ; Потапов, 1997 <sup>2</sup>
15	побережье Вост.-Сибирского моря, устье руч. Энномчувеем	70°27'	159°55'	Бурнашева, Попов, 2022 <sup>7</sup>
16	дельта р. Колыма, левый берег	69°32'	160°44'	Бабенко, 1997 <sup>1</sup> ; Bretfeld, 2010 <sup>11</sup>
17	дельта р. Колыма, правый берег, гора Высокая	69°21'	163°35'	Бабенко, 1997 <sup>1</sup>
18	окр. пос. Походск, оз. М. Нерпичье*	69°19'	160°15'	Боекорсов, Саввинов, 2022 <sup>6</sup>

*Примечание:* звездочкой (\*) отмечены пункты, координаты которых выставлены приблизительно, цифрами надстрочным шрифтом даются ссылки на соответствующую литературу в библиографии.

Таким образом, по последним данным на территории арктической зоны Якутии зарегистрировано 117 видов коллембол, принадлежащих к 47 родам и 11 семействам (рисунок), что составляет около 28% арктической фауны группы, которая в настоящее время включает более 420 видов [4]. Наибольшее видовое разнообразие отмечено в 4 семействах: Isotomidae (34,2%), Onychiuridae (19,7%), Neanuridae (17,9%) и Hypogastruridae (14,5%). В общем на их долю приходится 86,3% от всей установленной фауны коллембол рассматриваемой территории. Повышение разнообразия этих семейств на фоне обеднения наиболее продвинутых таксонов, таких как Entomobryomorpha и Symphypleona на широтном градиенте рассматривается как отличительная черта тундровой фауны. Группа родов, наиболее богатых видами, также типична для арктических и Субарктических регионов: *Folsomia* (16 видов, 13,7% фауны), *Anurida* (11, 9,4%), *Desoria* (10, 8,5%), *Protaphorura* (9, 7,7%), *Ceratophysella* и *Hypogastrura* (оба по 6, 5,1%) [12,13].

В исследованных пунктах наибольшей численностью характеризуются *Ceratophysella armata* (Nicolet, 1842), *Protaphorura taimyrica* (Martynova, 1976), *Anurida alpina* Agrell, 1939, *Anurida hammerae* Christiansen, 1951, *Anurida polaris* (Hammer, 1954), *Friesea mirabilis*

(Tullberg, 1871), *Micranurida pigmaea* (Börner, 1901), *Folsomia rossica* Potapov & Dunger, 2000 и *Folsomia* sp. aff. *atropolaris* Potapov & Babenko 2000 [1, 6, Бурнашева, неопубл. данные).



Соотношение числа видов в семействах в фауне коллембол арктической зоны Якутии

Очевидно, что таксономическое разнообразие фауны коллембол региона изучено далеко не полностью. Дальнейшие исследования будут перспективны в плане пополнения видового списка и выяснения отдельных аспектов экологии группы в арктической зоне Якутии.

*Работа выполнена в рамках госзадания Минобрнауки России по проекту «Популяции и сообщества животных водных и наземных экосистем криолитозоны восточного сектора российской Арктики и Субарктики: разнообразие, структура и устойчивость в условиях естественных и антропогенных воздействий», №121020500194-9.*

### Литература

1. Babenko A.B. The taxonomy and distribution of the genus *Anuridae* (Collembola: Neanuridae) in the northern Palaearctic // Eur. J. Entomol. 1997. Vol. 94. P. 511-536.
2. Potapov M. New species of *Tetracanthella* from Asia and North America (Collembola: Isotomidae) // Genus. 1997. Vol. 8 (3–4). P. 503-516.

3. Bretfeld G., Zöllner E. Second report on Symphypleona from Russia, with the description of two new *Heterosminthurus* species from the Lena Delta // *Senckenbergiana biologica*. 2000. Vol. 80 (1/2). P. 135-140.
4. Babenko A.B., Fjellberg A. *Collembola septentrionale*: A catalogue of springtails of the Arctic region. M.: KMK Press, 2006. 190 p.
5. Linnaniemi W.M. Resultats scientifiques de l'Expedition des freres Kuznecov a L'Oural Arctique en 1909, sous la direction de H. Backlund // *Memoires de Academie des Sciences de Russie*. 1919. VIII serie. Vol.28. No. 13. P. 1-15.
6. Боесков В.С., Саввинов Г.Н. Ногохвостки (*Collembola*) арктических тундр Якутии и их перспективы биоиндикации состояния экосистем // *Проблемы региональной экологии*. 2022. №5. С. 21-27.
7. Бурнашева А.П., Попов А.А. Первые результаты изучения энтомофауны государственного природного заповедника «Медвежий острова» (Арктическая Якутия) // Доклады IV Всеросс. конф. «Биоразнообразие экосистем Крайнего Севера: инвентаризация, мониторинг, охрана». Сыктывкар, 2023. С. 201-206.
8. Потапова Н.К. Энтомокомплексы природных и техногенных ландшафтов // Влияние горнодобывающей промышленности на экосистемы Северо-Востока Якутии. Новосибирск: Наука, 2010. С. 101-127.
9. Стебаева С.К. Изученность фауны ногохвосток (*Collembola*) Сибири в зональном аспекте // Фауна гельминтов и членистоногих Сибири. Новосибирск, 1976. С. 85-133.
10. Мартынова Е.Ф. Виды рода *Onychiurus* Gervai, 1841 (*Collembola*, *Onychiuridae*) Севера и Северо-Востока Азии // *Новости фауны Сибири*. Новосибирск, 1976. С. 5-44. (Новые и малоизвестные виды фауны Сибири, вып. 10).
11. Bretfeld G. Fifth report on Symphypleona from Russia, and also a review of *Deuterosminthurus kaplini* Martynova, 1979 from Turkmenistan (Insecta, *Collembola*) // *Soil organisms*. 2010. Vol. 82 (3). P. 301-316.
12. Бабенко А.Б. Коллемболы Арктики: структура фауны и особенности хорологии. Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Москва, 2005. С. 48.
13. Таскаева А.А., Накул Г.Л. Первые сведения о коллемболах (*Hexapoda*, *Collembola*) Малоземельской тундры // *Евразийский энтомологический журнал*. 2016. Т. 15 (2). С. 159-163.

## ОСОБЕННОСТИ ПИЩЕВЫХ ПРИВЫЧЕК У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ САМОГО СЕВЕРНОГО РЕГИОНА РОССИИ

*Баттахова С.Н.<sup>1</sup>, Лебедева У.М.<sup>2</sup>, Чиряева Л.М.<sup>1</sup>, Степанов К.М.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН», Якутск

<sup>2</sup>Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, Якутск  
sbattakhova@bk.ru

**Аннотация.** Статья посвящена изучению региональных особенностей пищевых привычек у детей и подростков Республики Саха (Якутия) по данным одномоментного эпидемиологического исследования. Авторами раскрывается вопрос осведомленности детей школьного возраста о принципах здорового питания. Особое внимание обращается на частоту потребления пищевых продуктов, в том числе, национальных блюд, кулинарных изделий и напитков народов Севера и Арктики.

**Введение.** Пищевые привычки являются долгосрочными моделями питания, которые формируются в детском возрасте с учетом специфики региона проживания и социокультурных традиций общества, и сохраняются, как правило, на протяжении всей жизни [1, 2]. Региональные кухни могут различаться в зависимости от наличия продуктов питания, торговли, климата, кулинарных традиций и практик. Например, тропическая диета может основываться больше на фруктах и овощах, а полярная диета – на мясе и рыбе. Чем дольше человек следует устоявшимся пищевым привычкам, тем сложнее изменить свое отношение к пище. Это приводит к нарушению пищеварения, появлению проблем со здоровьем и снижению качества жизни.

В связи с этим, **целью** настоящего исследования явилось изучение пищевых привычек у подрастающего поколения Республики Саха (Якутия) и установление региональных подходов к их улучшению.

**Материалы и методы.** Было обследовано 401 респондентов детского возраста в возрасте от 7 до 18 лет, мальчиков – 159, девочек – 242. Для оценки и анализа пищевых привычек у обучающихся была проведена специальная анкета, разработанная ФИЦ питания и биотехнологий и

адаптированная сотрудниками Лаборатории нутригеномики ФИЦ ЯНЦ СО РАН в соответствии с местными условиями проживания, региональными особенностями образа жизни и национальных традиций питания.

В процессе работы проведено эпидемиологическое исследование по изучению пищевых привычек среди детей и подростков с использованием стандартизованных методов: анкетно-опросный метод, социально-гигиенический метод, частотный метод потребления продуктов питания.

**Результаты и обсуждение.** Из общего количества обследованных только 14,2% детей принимают пищу 5 раз в день, 4 раза в день – 34,2%, 3 раза в день – 39,7%, 2 раза в день – 9%, 2 раза в день – 1,5%, более 5 раз – только 1,5% детей. При этом, пищу принимают только дома 55,5% респондентов, в столовой – 39,2%, в других местах – 5,3% детей.

Перед школой дома завтракают 71,5% обследованных, у 55,9% детей имеются перерывы в приеме пищи на 5-6 часов и более, за 2 часа и менее до сна ужинают только 52,9% респондентов.

Ежедневно в пищу употребляют свежие фрукты, овощи, соки – около 40%, 2-3 раза в неделю – 35%, 1 раз в неделю и реже – 20,8%, не употребляют – 7,6% детей.

28,9% анкетированных употребляют молочные продукты (молоко, творог, кефир, ряженка, сметана) 1 раз в день и чаще, 34,7% – 3-4 раза в неделю, 26,2% – 1-2 раза в неделю и реже, 10,2% – не употребляют. Из молочных продуктов предпочтение отдают йогуртам (16,7%), сыру (19,9%), сметане 13,1%), маслу сливочному (34,5%).

50% респондентов употребляют в пищу мясные продукты (говядина, жеребятина, оленина, курятина, баранина, свинина, колбаса, сосиски) 1 раз в день и чаще, 30,3% – 3-4 раза в неделю, 16,5% – 1-2 раза в неделю, 3,3% – не употребляют. 43,8% обследованных хотя бы 1-2 раза употребляют жеребятину, тогда как оленину едят только 22,1% детей за неделю.

Рыбу и рыбные продукты едят в неделю озерную – 35,7%, речную – 37,2%, свежемороженую – 31,1% детей.

51,4% детей никогда не досаливают пищу за столом, 46,6% досаливают, если посчитают, что недостаточно досолена, 2% досаливают всегда.

Из национальных продуктов и блюд дети предпочтение отдают якутским оладьям 66,1%, куорчэху и суорату – 33,9% и 33,7% соответственно, 27,7% детей употребляют якутские лепешки и баахыла, 21,5% и 20,1% детей едят потроха и кровяную колбасу хотя бы в неделю 1-2 раза.

Отрадно, что 28,6% анкетированных считают, что мясные и рыбные продукты в рационе должны преобладать в наибольшей степени, 15,1% – в наименьшей степени. Поровну, 17,1% и 15,5% считают, что молоко и молочные продукты в рационе должны присутствовать в наибольшей и наименьшей степени соответственно.

31% считают, что фрукты и овощи в рационе должны преобладать в наибольшей степени, 22,5% – в наименьшей степени. 21% респондентов считают, что крупы, хлеб, картофель в рационе должны преобладать в наибольшей степени, 14,9% – в наименьшей степени.

Информацию о правильном питании 41,9% получают от родственников, знакомых, 21,5% – из СМИ, 11,6% – от медицинских работников, 17,17% из других источников.

При возможности выбора сладкого блюда 63% анкетированных предпочтут шоколад, 13,5% – мармелад, 11,8% – печенье, 5,3% – карамель, 5% – чупа-чупс, 1,5% – ничего из перечисленного.

При выборе печеных блюд 61,3% предпочтут пиццу, 12,5% – гамбургер, 9% – пирог с мясом, 4,3% – пирог с сыром, 2,5% – пирог с картошкой, 2,5% – пирог с повидлом, остальные ничего из перечисленного.

При выборе горячих блюд 36% выбор сделают в пользу сосисок, 26,8% предпочтут котлету, 22% – блюда из курицы, 5,8% – кусочки мяса, 2,8% – блюда из рыбы, 0,8% – блюда из индейки, 0,5% – блюда из кролика, 5,5% – ничего из перечисленного.

При выборе гарнира 38,8% предпочтут рис, 23,8% – картофель, 17% – макароны, 10,5% – гречку, 9% – овощной салат, 0,8% – ничего из перечисленного.

При выборе напитков 26,3% выберут воду, 20,8% – сок, 18% – чай, 10,8% – молоко, 9% – йогурт, 8% – какао, 7,3% – кефир.

При ощущении голода 60,1% предпочтут фрукты, 16,4% – бутерброды, 14,1% – горячие обеды, 7,1% – сладости, 1,5% – творог, 0,8% – ничего из перечисленного.

В рацион 85,2% анкетированных включены группы продуктов мясных, рыбных, молочных, крупы, макарон, кондитерские изделия.

**Выводы.** В данном исследовании были проанализированы привычки питания детей школьного возраста, что позволяет сделать несколько ключевых выводов:

1. Регулярные приемы пищи: почти 40% детей питаются 3 раза в день, что уже является хорошим началом для формирования регулярного режима питания. Это может способствовать улучшению обмена веществ и общему состоянию здоровья.

2. Место приема пищи: более половины респондентов (55,5%) принимают пищу дома, что подчеркивает важность семейных традиций в питании. Однако 39,2% детей едят в столовой, что может указывать на необходимость улучшения качества питания в учебных заведениях.

3. Завтрак как важный прием пищи: более 70% детей завтракают перед школой, что подчеркивает осознание важности этого приема пищи для поддержания энергии и концентрации в учебе. Однако 55,9% детей имеют длительные перерывы между приемами пищи (5-6 часов и более), что может негативно сказываться на их здоровье и учебной активности.

4. Употребление фруктов и овощей: около 40% детей ежедневно включают свежие фрукты и овощи в свой рацион, что является положительным знаком. Это может свидетельствовать о растущем интересе к здоровому питанию.

5. Молочные и мясные продукты: употребление молочных продуктов составило 28,9% детей едят их 1 раз в день и чаще. Предпочтение отдается йогуртам и сливочному маслу. Половина респондентов (50%) ест мясные продукты 1 раз в день или чаще, что является хорошим показателем, но также требует внимания к разнообразию видов мяса.

6. Рыба и рыбные продукты: употребление рыбы среди детей также достаточно высоко, с предпочтением речной и озерной рыбы.

7. Соль и приправы: более половины (51,4%) детей никогда не досаливают пищу за столом, что может свидетельствовать о правильном подходе к потреблению соли.

8. Предпочтения в питании: большинство респондентов считают, что мясные и рыбные продукты должны преобладать в рационе. Это говорит о культурной привязанности и понимании важности белка в рационе, так как для народа саха характерен белково-липидный рацион.

9. Информированность о питании: основной источник информации о правильном питании для детей – это родственники и знакомые (41,9%), что подчеркивает важность семейного влияния на формирование привычек.

**Заключение.** Общие результаты показывают положительные тенденции в привычках питания детей, однако есть области для улучшения, особенно в отношении регулярности приемов пищи и увеличения потребления фруктов и овощей.

Полученные данные подчеркивают о важности продолжения разработки образовательных программ с целью пропаганды здоровых привычек питания у детей школьного возраста. Это необходимо не только для сохранения здоровья обучающихся, но и для воздействия на достижение ими лучших результатов в учебе.

*Работа выполнена в рамках государственного задания ЯНЦ СО РАН, тема FWRS-2021-0043 «Создание системы персонализированного питания детского населения Арктической зоны Российской Федерации», НИР FSRG-2024-001 «Геномика Арктики: эпидемиология, наследственность и патология» в рамках госзадания Минобрнауки России.*

### **Литература**

1. Лебедева У.М., Степанов К.М., Чиряева Л.М., Осипова З.О. Оптимальное питание как фактор здоровьесбережения населения Севера и Арктики России // Вопросы питания. Том 92, №5, 2023. Приложение. С. 64.
2. Лебедева У.М., Гмошинская М.В., Алешина И.В., Лебедева А.М., Михайлова Г.П. Изменение характера питания детей 7-18 лет в Республике Саха (Якутия) в динамике за последние десять лет / Фундаментальные и прикладные аспекты нутрициологии и диетологии / Под общ. ред. академика РАН В.А. Тутельяна. - Москва, 2023. С. 139-140.

\* \* \*

## ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОПТИМАЛЬНОГО ПИТАНИЯ НА КОЛЬСКОМ СЕВЕРЕ

*Белишева Н.К.*

ФИЦ «Кольский научный центр РАН», Апатиты

e-mail: natalybelisheva@mail.ru

**Аннотация.** Статистические данные по территориальной заболеваемости населения Кольского Севера болезнями органов пищеварения и болезнями эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ показывают, что на отдельных территориях, заболеваемость в разы превышает соответствующие показатели по Мурманской обл. и в России. Оценка рациона питания молодежи выявила, что содержание в нем необходимых нутриентов далека от оптимума. Корректирующее питание предполагает учет территориального вклада окружающей среды в заболеваемость населения.

Население Мурманской области подвергается воздействию сложного комплекса экстремальных факторов среды, в котором техногенное загрязнение может существенно усиливать неблагоприятные эффекты природных агентов. Сравнительная оценка заболеваемости детей на ведомственных территориях Кольского Заполярья показала, что она ассоциирована, в значительной степени, с особенностями локальной контаминации среды [1], и элементное содержание в пробах волос у детей служит индикатором локального загрязнения и, отчасти, заболеваемости [2].

Кооперативное воздействие природной арктической среды в сочетании с разнообразными токсическими агентами создают повышенную нагрузку на организм, которая может быть скомпенсирована адекватным энергетическим обеспечением, эффективной системой детоксикации ксенобиотиков и выведения из организма продуктов распада. Основное поступление в организм необходимых для этого соединений и элементов, обеспечивается питанием. Поэтому к качеству и количеству потребляемых на Севере продуктов, а также к их элементному составу должны предъявляться особые требования, учитывающие территориальные проблемы здоровья населения.

При разработке «адекватного питания» для северян следует учитывать *общие проблемы* со здоровьем населения, связанные с принципами нарушения питания, независимо от территории проживания, и *территориальные проблемы*, обусловленные локальным воздействием физических и химических агентов на данной территории.

Индикаторами территориальных воздействий на организм факторов, влияющих на здоровье, является заболеваемость, в первую очередь, детского населения. Уровень заболеваемости детей болезнями органов пищеварения и болезнями эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ может свидетельствовать о сочетанном воздействии внешних токсических агентов и внутренних, генетических и эпигенетических особенностей организма, предрасполагающих к заболеваниям. Эти факторы могут считаться базовыми, на которые налагается определенный образ жизни, ассоциированный, в частности, с питанием. С другой стороны, несмотря на особенности контаминации среды проживания и генетическую предрасположенность к определенным болезням, корректирующее питание, обогащенное специфическими добавками, могло бы снизить эффект токсических соединений, типичных для данной территории. Для выявления территорий с критической заболеваемостью детского населения, требующих, в первую очередь, принятия радикальных мер по ее снижению, необходимо проводить сравнение территориальной заболеваемости. Определенную оптимистичную перспективу по коррекции неблагоприятного воздействия факторов окружающей среды представляет классы заболеваний, распространенность которых можно было бы корректировать с применением определенных рационов питания. К таким заболеваниям относятся болезни органов пищеварения (K00-K93) и болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ (E00-E90).

Цель нашего исследования состояла в выявлении территорий с критическим уровнем заболеваемости детского (0-14 лет) и подросткового (15-17 лет) населения болезнями органов пищеварения и болезнями эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ; оценки типичного рациона питания учащейся молодежи; а также оценке возможности коррекции территориальной заболеваемости на основе специального рациона питания, учитывающего доминирующие деструктивные воздействия на организм, ассоциированные с территорией проживания.

## **Материал и методы**

В работе использовали материалы статистических сборников «Заболеваемость населения Мурманской области», МИАЦ за 1998-2018 гг. В качестве индикаторов использовали общую заболеваемость детского (0-14 лет) и подросткового (15-17 лет) населения (на 1000 соответствующего возраста). Оценку типичного рациона питания учащейся молодежи проводили с привлечением студенток медицинского колледжа в возрасте 16-20 лет (59 человек) на основе их опроса по частоте использования определенных продуктов питания. Исследование выполняли с соблюдением норм и правил биомедицинской этики, представленных в Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации об этических принципах проведения медицинских исследований (2013). Работа одобрена Этическим комитетом Центра медико-биологических проблем адаптации человека в Арктике, филиала Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр РАН» (протокол заседания ЛЭК НИЦ МБП КНЦ РАН №2/2019 от 9 сентября 2019 г.).

## **Результаты и обсуждение**

На рисунке 1 показана сравнительная заболеваемость болезнями органов пищеварения (K00-K93) детей 0-14 лет (1,2) и подростков (1А и 2А) на ведомственных территориях Мурманской области, включая общую заболеваемость болезнями органов пищеварения (K00-K14), язву желудка и 12-перстной кишки (K20-K31). Можно видеть, что общая заболеваемость болезнями органов пищеварения доминирует как у детей, так и подростков в г. Мурманске, в г. Кандалакше и в г. Апатитах. Заболеваемость язвой желудка и 12-перстной кишки имеет самую высокую распространенность у детей 0-14 лет в г. Мурманске, в г. Кандалакше, в Кольском и в Терском районах. У подростков, вместо Кольского района, приоритетная заболеваемость выявлена для г. Оленегорска.

Сравнение распространенности территориальной заболеваемости болезнями эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ (E00-E90) приведено на рисунке 2. Можно видеть, что приоритетная распространенность этого класса нозологии отличается от предыдущей. В частности, самая высокая распространенность болезнями эндокринной системы у детей 0-14 лет детектируется, в первую очередь, в г. Мончегорске, далее, в г. Мурманске, в г. Оленегорске, в Кольском райо-

не и в г. Североморске. У подростков же иное распределение: самая высокая распространенность общей заболеваемости болезнями эндокринной системы выявляется в Кольском районе, далее – в г. Полярные Зори и в г. Снежногорске. Распространенность сахарного диабета у детей 0-14 лет преобладает в г. Оленегорске, в г. Мончегорске, в Терском районе. У подростков 15-17 лет самая высокая распространенность сахарного диабета выявлена в Терском районе и в г. Снежногорске. Распространенность ожирения у детей 0-14 лет оказалась самой высокой в г. Полярные Зори, в Кольском районе, в г. Кандалакше. У подростков же 15-17 лет самая высокая распространенность ожирения выявлена в г. Полярные Зори. Для оценки возможного вклада питания в заболеваемость детского и подросткового населения болезнями органов пищеварения и эндокринной системы, мы провели предварительный опрос девушек медицинского колледжа о частоте использования определенных продуктов питания. Таблица 1 показывает предпочтительный рацион питания девушек, обусловленный, скорее всего, их социально-экономическим статусом.

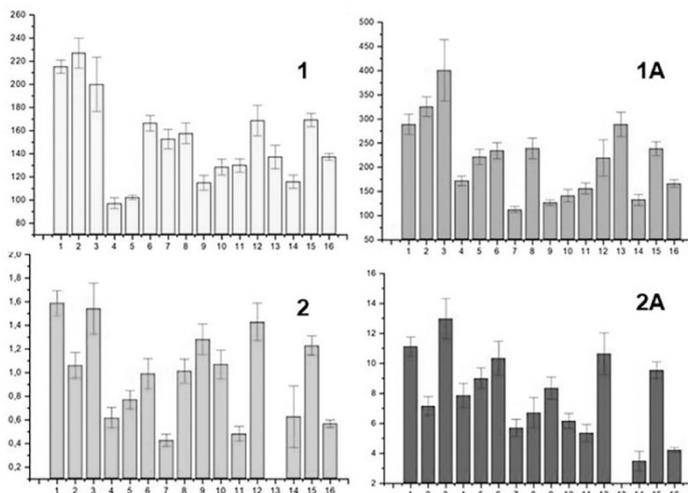


Рисунок 1 – Распространенность общей заболеваемости ( $M \pm SE$ ) болезней органов пищеварения (K00-K14) у детей (слева – 0-14 лет, справа – 15-17 лет) 1, 1 А – общая заболеваемость; 2, 2А – Язва желудка и 12-перстной кишки (K25, K26) за период 1995-2018. По оси абсцисс: 1 – г.Мурманск, 2 – г. Апатиты,

3 – г. Кандалакша, 4 – г. Кировск, 5 – г. Мончегорск, 6 – г. Оленегорск,  
7 – г. Североморск, 8 – Ковдорский район, 9 – Кольский район,  
10 – Ловозерский район, 11 – Печенгский район, 12 – Терский район,  
13 – г. Полярные Зори, 14 – г. Снежногорск, 15 – в целом по области, 16 – Россия

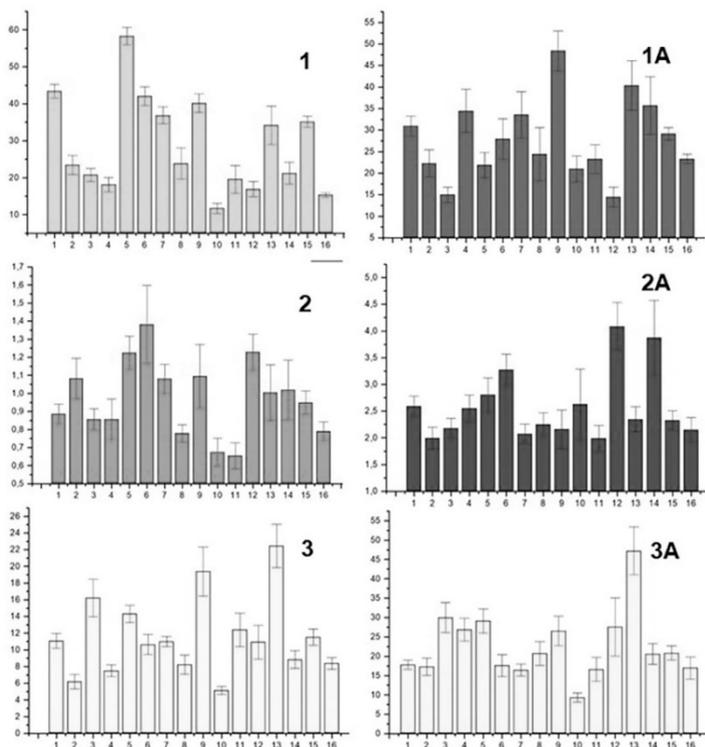


Рисунок 2 – Распространенность общей заболеваемости болезнями эндокринной системы (E00-E90) ( $M \pm SE$ ) (слева – 0-14 лет, справа – 15-17 лет) за период 1995-2018: 1, 1 А – общая заболеваемость; 2, 2А – сахарный диабет (E10-E14); 3, 3А – ожирение (E65-E68). По оси абсцисс: 1 – г. Мурманск, 2 – г. Апатиты, 3 – г. Кандалакша, 4 – г. Кировск, 5 – г. Мончегорск, 6 – г. Оленегорск, 7 – г. Североморск, 8 – Ковдорский район, 9 – Кольский район, 10 – Ловозерский район, 11 – Печенгский район, 12 – Терский район, 13 – г. Полярные Зори, 14 – г. Снежногорск, 15 – в целом по области, 16 – Россия

Таблица 1 показывает, что реже, чем 1 раз в неделю используется говядина (30% девушек), свинина, субпродукты, сыр, творог. Последняя колонка уточняет перечень продуктов питания, которые используются реже всего: это – масло, говядина, свинина, субпродукты, колбаса, сметана, творог, яйца, жареный картофель. Наиболее часто используемыми продуктами (5 и более раз в неделю) оказались молоко и печенье – в рационе питания около 50% девушек доминируют эти продукты.

Таблица 1 – Распределение девушек (число от участников исследования, в скобках -процент), проживающих в г. Апатиты, по частоте использования определенных продуктов в рационе питания

девушки репродуктивного возраста до 20 лет	реже чем 1 раз в неделю	1-2 раза в неделю	3-4 раза в неделю	5 и более раз в неделю	2-3 раза в месяц
Масло сливочное, маргарин, другие животные жиры	12 (20,2)	20 (34,0)	7 (11,9)	5 (8,5)	15 (25,4)
Говядина жирная;	30 (50,8)	4 (6,8)	1 (1,7)	0 (0,0)	24 (40,7)
Свинина, баранина, ветчина	18 (30,0)	11 (18,3)	11 (18,3)	3 (5,0)	17 (28,3)
Жареные курица, гусь, утка (с кожей)	25 (42,4)	8 (13,6)	8 (13,6)	2 (3,4)	16 (27,1)
Печень, мозги, почки;	48 (82,8)	0 (0,0)	1 (1,7)	0 (0,0)	9 (15,5)
Сало	47 (79,7)	3 (5,1)	0 (0,0)	1 (1,7)	8 (13,6)
Колбаса вареная, жирная, сосиски, сардельки	8 (13,8)	15 (25,9)	11 (19,0)	4 (6,9)	20 (34,5)
Колбаса полукопченая, копченая	20 (33,9)	15 (25,4)	7 (11,9)	2 (3,4)	15 (2,4)
Молоко, кефир, йогурт, ряженка	9 (15,0)	16 (26,7)	20 (33,3)	12 (20,2)	3 (5,0)
Сметана, сливки, мороженое	19 (31,7)	17 (28,3)	2 (3,3)	2 (3,3)	20 (33,3)
Сыр	20 (33,9)	10 (16,9)	10 (16,9)	3 (5,1)	16 (27,1)
Творог жирный, творожная масса	37 (62,7)	7 (11,9)	2 (3,4)	0 (0,0)	13 (22,0)
Яйца	7 (11,7)	16 (26,7)	6 (10,0)	10 (16,7)	21 (35,0)
Жареный картофель, чипсы	12 (20,3)	14 (23,7)	7 (11,9)	5 (8,5)	21 (35,6)
Печенье, пирожное, торт, шоколад	4 (6,7)	13 (21,7)	14 (23,3)	20 (33,3)	9 (15,0)

Таким образом, исследование выявило критическую заболеваемость болезнями органов пищеварения и болезнями эндокринной системы на определенных территориях Кольского Севера, в значительной степени, обусловленную территориальной контаминацией, ассоциированной с горнодобывающей и перерабатывающей промышленностью, а также дополнительными токсическими агентами из различных источников. Предварительная оценка наиболее общего рациона питания молодежи показывает, что набор пищевых продуктов, используемых ежедневно, не покрывает потребность организма в энергетических и пластических веществах, тем самым способствуя снижению устойчивости к токсическим воздействиям. Поскольку универсальное действие токсических соединений активирует в организме свободно радикальные процессы, а тяжелые металлы способны накапливаться в различных тканях и органах, в первую очередь, рацион питания жителей загрязненных территорий должен включать наборы мощных антиоксидантов, а также сорбентов природного и искусственного происхождения, наряду с универсальной композицией нутриентов, необходимых для оптимального питания.

*Работа выполнена в рамках бюджетной темы НИР #122022200516-5*

### **Литература**

1. Белишева Н.К., Мартынова А.А. Комплексный подход для выявления причин заболеваемости детского населения Кольского Севера Проблемы адаптации и дезадаптации человека в экстремальных условиях Арктики // Вестник Уральской медицинской академической науки. 2019. – 2. С. 78-85.
2. Belisheva, N.K.; Drogobuzhskaya, S.V. Rare Earth Element Content in Hair Samples of Children Living in the Vicinity of the Kola Peninsula Mining Site and Nervous System Diseases. *Biology*. 2024. - 626. <https://doi.org/10.3390/biology13080626>

\* \* \*

## ЭПИЗООТОЛОГИЧЕСКОЕ И ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ КРОВСОСУЩИХ ДВУКРЫЛЫХ КОМПЛЕКСА «ГНУС» АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РФ (ОБЗОР)

Бурашова М.И.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной энтомологии и арахнологии – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра Тюменского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук (ВНИИВЭА – фил. ТюмНЦ СО РАН), Тюмень  
rita.serkowa@yandex.ru

**Аннотация.** Северное оленеводство является важной отраслью Арктической зоны Российской Федерации. Кровососущие двукрылые насекомые комплекса «гнус» оказывают непосредственное влияние на здоровье и продуктивность стада. Укусы членистоногих болезненны и мешают нормальному выпасу. Компоненты «гноса» являются переносчиками возбудителей трансмиссивных заболеваний животных и человека, доказано их участие в возникновении эпизоотий. Насекомые способны распространять инфекции на десятки километров от исходного очага. Вследствие изменения климата и увеличения антропогенной нагрузки на экосистему Арктики необходимо проводить изучение фауны кровососущих насекомых, которое позволит контролировать эпизоотологическую и эпидемиологическую ситуацию на данной территории и проследивать степень изменения климатических условий.

В арктической зоне Российской Федерации, где северное оленеводство является одной из важных отраслей сельского хозяйства, кровососущие двукрылые комплекса «гнус» оказывают серьезное влияние на здоровье и производительность оленей. Насекомые «гноса» включают в себя комаров (*сем. Culicidae*), слепней (*сем. Tabanidae*), мошек (*сем. Simuliidae*) и мокрецов (*сем. Ceratopogonidae*), представляют большой научный и практический интерес как активные кровососы и переносчики возбудителей лихорадки Западного Нила, сибирской язвы, туляремии, бруцеллеза, лейкоза крупного рогатого скота, анаплазмоза, ди-

рофиляриоза, блутанга, заразного узелкового дерматита и др., ареалы которых постоянно смещаются и до конца остаются не изученными. Вспышки данных заболеваний возникают в период массового лёта «гну-са» [1].

Кровососущие двукрылые неполно исследованы в объеме фауны Арктики. На данный момент исследования фауны всех компонентов «гну-са» носят нерегулярный характер или проводятся только на отдельных регионах Арктики. Это существенно затрудняет оценку степени изменения их ареалов и прогнозирование эпизоотологических и эпидемиологических процессов.

Изучение данной группы насекомых в отдельных регионах началось еще в начале прошлого века с началом активного освоения арктической и Субарктической зоны. Киселёва Е.Ф. впервые описала фауну кровососущих комаров мыса Челюскин [2]. После чего, фаунистический список комаров данной зоны дополнили Румш Л.Т. в 1948 г. [3] и Кухачук Л.П. – в 1980 г. [4]. Работы по изучению видового состава практически прекратились в период с 80-х годов 20-го столетия и до начала 21 века. К недавним исследованиям можно отнести работу по изучению фауны кровососущих двукрылых А.А. Гавричкина, А.А. Листишенко, А.С. Сорова, Т.А. Хлызова на острове Белый [5]. На территории северных районов Якутии фаунистические исследования отдельных компонентов «гну-са», в частности кровососущих комаров, слепней и мокрецов проведены Потаповой Н.К., Мирзаевой А.Г. [6], [7], [8]. Распространение видов семейства *Culicidae* на территориях Чукотского автономного округа отражено в работе Халина А.В., Айбулатова С.В. [9]. Видовой состав фауны кровососущих комаров и мошек на севере Красноярского края был отражен в научных работах Мирзаевой А.Г. [10], [11]. Эколого-фаунистические исследования двукрылых Ямало-Ненецкого автономного округа проводились Федоровой О.А., Сибен А.Н., Хлызовой Т.А. [12]. Аналогичные работы по северо-западному региону России отражены в работе Медведева Г.С. [13].

Распространение трансмиссивных заболеваний по большей части зависит от температурных и других метеорологических факторов. Исходя из тенденции потепления климата, и как следствие, таяния мерзлоты в арктической зоне, имеется риск разрушения сибирезвенных захороне-

ний и возникновения новых вспышек заболеваемости среди сельскохозяйственных животных сибирской язвой, возбудителем которой является бактерия *Bacillus anthracis*, способная образовывать эндоспоры, крайне устойчивые в окружающей среде [14]. Наглядным примером таких изменений является эпидемия сибирской язвы летом 2016 года на территории Ямало-Ненецкого автономного округа среди северных оленей, а также людей, контактирующими с больными и умершими животными. Одними из факторов возникновения вспышки авторы отмечают аномальную жару и увеличение численности «гноса» [15].

Кровососущие насекомые семейства *Tabanidae* при укусе инфицированного животного, способны сохранять жизнеспособные бактерии на ротовом аппарате и в кишечнике в течение недели [16]. Учитывая, что насекомые «гноса» способны перелетать на большие расстояния, инфекция может распространиться на десятки километров за пределы спорадических вспышек [17]. Насекомое может также воспринять патоген из окружающей среды: из почвы, водоёмов, поверхности растений, троп с эндоспорами сибирской язвы [18].

Кровососущие насекомые также участвуют в распространении туляремии – зоонозного бактериального заболевания, эндемичного для арктической зоны. Возбудитель *Francisella tularensis* может поражать более 300 видов млекопитающих, в том числе человека, и сохраняет высокую жизнеспособность в окружающей среде [19]. По мере потепления климата и увеличения уровня воды на арктических ландшафтах ожидается изменение распространения и экологии туляремиального возбудителя, и, вследствие этого увеличения числа вспышек заболеваемости [20].

Некоторые арктические регионы (Ямало-Ненецкий автономный округ, Красноярский край) являются неблагополучными по бруцеллёзу. Эта болезнь распространена среди популяции северных оленей, а также может передаваться человеку через прямой контакт с инфицированным животным или при употреблении в пищу заражённую продукцию оленеводства [21]. Лабораторно установлено, что слепни и комары способны передавать возбудителя – грамотрицательную бактерию *Brusella spp.*, тем самым участвовать в естественном распространении заболевания [22].

Исходя из вышесказанного, данная тема является актуальной для Арктической зоны, так как кровососущие двукрылые являются важным звеном в циркуляции возбудителей инфекционных и инвазионных заболеваний. Фаунистические исследования насекомых комплекса «гнус» на данной территории необходимы, так как позволят отслеживать изменение их ареала, видового состава и численности, для эпизоотологического и эпидемиологического контроля над трансмиссивными инфекциями. Такая инвентаризация фауны «гноса» Арктической зоны РФ позволила бы создать полную базу данных о видовом составе, с учетом их зонально-ландшафтного распределения и эпидемиологической значимости.

*Работа выполнена Всероссийским научно-исследовательским институтом ветеринарной энтомологии и арахнологии ТюмНЦ СО РАН в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации «Изучение и анализ эпизоотического состояния по болезням инвазионной этиологии сельскохозяйственных и непродуктивных животных, пчел и птиц, изменения видового состава и биоэкологических закономерностей цикла развития паразитов в условиях смещения границ их ареалов (FWRZ-2021-0018)».*

### **Литература**

1. Krinsky W.L. Animal disease agents transmitted by horse flies and deer flies (Diptera: Tabanidae) // Journal of medical Entomology. – 1976. – Т. 13. – №3. – С. 225-275.
2. Киселёва Е.Ф. Материалы по фауне Culicidae Сибири // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. 1936. Т. 5, вып. 2. С. 220.
3. Румш Л.Т. Комары Севера СССР // Паразитологический сборник Зоологического института АН СССР. 1948. Вып. 10. С. 87-95.
4. Кухарчук Л.П. Экология кровососущих комаров (Diptera, Culicidae) Сибири. Новосибирск: Наука, 1981. 232 с.
5. К фауне двукрылых насекомых (Insecta, Diptera) острова Белый / А.А. Гавричкин, А.А. Листищенко, А.С. Скоров, Т.А. Хлызова // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. – 2016.

6. Потапова, Н.К. Фауна кровососущих комаров (Diptera, Culicidae) и особенности их распределения по регионам Якутии / Н.К. Потапова // Евразийский энтомологический журнал. – 2015. – Т. 14, №2. – С. 162-170.
7. Потапова, Н.К. Фауна слепней (Diptera, Tabanidae) Якутии (критический обзор) / Н.К. Потапова, С.В. Айбулатов // Паразитология. – 2018. – Т. 52, №4. – С. 257-267.
8. Мирзаева, А.Г. Фауна мокрецов (Diptera: Ceratopogonidae) Якутии / А.Г. Мирзаева, Н.К. Потапова // Евразийский энтомологический журнал. – 2019. – Т. 18, №4. – С. 277-284.
9. Халин А.В., Айбулатов С.В. Кровососущие комары (Diptera: Culicidae) северо-востока Палеарктики.
10. Мирзаева А.Г. Кровососущие двукрылые севера Красноярского края. Сообщение 1. Кровососущие комары // Евразийский энтомологический журнал. – 2017. – Т. 16. – №2. – С. 158-172.
11. Петрожицкая Л.В., Мирзаева А.Г. Кровососущие двукрылые севера Красноярского края. Сообщение 2. Разнообразие и динамика численности мошек (Diptera: Simuliidae) на юге Эвенкии (Восточная Сибирь) // Евразийский энтомологический журнал. – 2019. – Т. 18. – №3. – С. 163-171.
12. Хлызова Т.А., Сибен А.Н., Фёдорова О.А. Распространение и сроки лёта кровососущих двукрылых насекомых и оводов на территории Ямало-Ненецкого автономного округа // Ветеринария Кубани. – 2019. – №1. – С. 21-24.
13. Медведев, С.Г. Фауна кровососущих насекомых комплекса гнуса (Diptera) Северо-Западного региона России. Анализ распространения / С.Г. Медведев // Энтомологическое обозрение. – 2011. – Т. 90, №3. – С. 527-547.
14. Игловский С.А., Крячюнас В.В. Сибирезвенные захоронения – потенциальная угроза при изменении криолитозоны Европейского Севера России // Анализ риска здоровью. – 2021. – №1. – С. 108-114.
15. Попова А.Ю. и др. Вспышка сибирской язвы в Ямало-Ненецком автономном округе в 2016 году, эпидемиологические особенности // Проблемы особо опасных инфекций. – 2016. – №4. – С. 42-46.
16. Тимофеев В.С., Бахтеева И.В., Титарева Г.М., Гончарова Ю.О., Дятлов И.А. Пути распространения сибирской язвы в природных экосистемах // Проблемы особо опасных инфекций. 2021. №3.
17. Hugh-Jones M., Blackburn J. The ecology of Bacillus anthracis // Molecular aspects of medicine. – 2009. – Т. 30. – №6. – С. 356-367.

18. Лелеп П.П. К вопросу значения слепней в распространении сибирской язвы // Сб. науч. работ Ом. НИВИ. Омск, 1936. Вып. 2. С. 70-79.
19. Никифоров В.В., Кареткина Г.Н. Туляремия: от открытия до наших дней // Инфекционные болезни. – 2007. – Т. 5. – №1. – С. 67-76.
20. Hansen C.M., Dresvyannikova S. Tularemia in the Arctic // Arctic One Health: Challenges for Northern Animals and People. – Cham: Springer International Publishing, 2022. – С. 377-392.
21. Лайшев К.А., Забродин В.А. Проблемы ветеринарного благополучия по инфекционным болезням в Северном оленеводстве // Farm Animals. 2012. №1 (1).
22. Бурова О.А., Блохин А.А., Захарова О.И., Яшин И.В., Лискова Е.А., Гладкова Н.А. Векторы трансмиссивных вирусных болезней животных // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018. №5 (66). С. 4-17.

\* \* \*

## **НОГОХВОСТКИ (НЕХАРОДА, COLLEMBOLA) В АРТРОПОДОЦЕНОЗАХ ТУНДРОВЫХ СООБЩЕСТВ НП «КЫТАЛЫК» (СЕВЕРНАЯ ЯКУТИЯ)**

*Бурнашева А.П.<sup>1</sup>, Бабенко А.Б.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН – обособленное подразделение ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН», Якутск

<sup>2</sup> Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Москва  
a\_burnacheva@mail.ru

**Аннотация.** Представлены первые результаты исследования фауны герпетобионтных беспозвоночных Национального парка «Кыталык». Выявлено, что структуре артроподоценозов коллемболы являются основным компонентом, занимая от 21% до 67,9% от всей фауны. Видовое разнообразие коллембол представлено 16 видами из 12 родов и 6 семейств, среди которых 3 вида указываются впервые для фауны Северной Якутии. Характерной чертой обследованных тундровых сообществ является высокий уровень доминирования вида *Morulina gigantea*.

Рациональное использование минерально-сырьевой базы и биоресурсов Арктики подразумевает проведение тщательных исследований разнообразия растительного и животного мира. В условиях падения уровня таксономического богатства органического мира в заполярных областях, коллемболы отличаются относительно высокой численностью и фаунистическим разнообразием, что делает их важным компонентом сообществ тундровых беспозвоночных.

Район наших работ охватывает юго-восточную часть Национального парка «Кыталык», расположенного в Яно-Индибирском междуречье на площади 2598595 га. Климат характеризуется резко выраженной континентальностью и суровостью. Средняя годовая температура воздуха колеблется от -13,2 до -14,3°C, средняя продолжительность безморозного периода – 45 дней. Годовая сумма осадков – до 170 мм, но слабое испарение приводит к тому, что вся тундровая зона избыточно увлажнена. Почвы глеевые и скрытноглеевые, примитивные, маломощные; торфянистость верхнего горизонта – обязательное свойство тундровых почв, в известной мере сближающее их с болотными [1 – Atlas., 1989].

По флористическому районированию территория относится к Арктическому району, к подзоне южных Субарктических тундр. Преобладающим типом растительности здесь являются редкостарничковые влажлищнопушицевые зеленомощные бугорковые тундры, на повышенных местах сочетающиеся с лишайниковыми и гипоарктокустарничковыми (*Cassiope tetragona*, *Dryas punctata*, *Salix polaris*) бугорковыми тундрами [2 – Кузнецова, 2005; 3 – Егорова, 2016].

Энтомологические исследования проводились согласно общепринятым методам [4 – Тихомирова, 1975, 5 – Бызова и др., 1987] в 2017 г. в нижнем течении р. Бёрёлёх в окрестностях оз. Дьюкарское (70°56'N 148°00'E), в 2018 г. – оз. Хомолох (70°52'N 147°56'E) и местности Мишкина лайда в пойме р. Елонь (70°49'N 147°51'E). Почвенные ловушки устанавливались на 7 следующих ассоциациях:

- разнотравно-кустарничково-ивковая тундра на южном склоне едомы (ЛБ-1);
- разнотравно-лишайниково-моховая тундра на северном склоне едомы (ЛБ-2);
- мохово-разнотравная ассоциация на вершине едомы (ЛБ-3);

- дриадовая (*Dryas punctata*) ассоциация (ЛБ-4);
- злаково-кустарничково-лишайниковая ассоциация (ЛБ-5);
- заросли ольховника (*Dusheckia fruticosa*), березки (*Betula exilis*) и ив (ЛБ-6);
- кустарничково-пушицевая закочкаренная тундра (ЛБ-7).

С помощью ловушек Барбера отработано 360 лов./суток и учтено 1871 экз. беспозвоночных, в т.ч. 973 экз. коллембол. Кроме того, 217 экз. ногохвосток было собрано из ловушек Мерики, которые выставлялись на мохово-разнотравно-злаковой со цветущими ивами (*Salix reptans*, *S. glauca*, *S. sphenophylla*) (ЛМ-1) и дриадовой ассоциациях (ЛМ-2).

Мезофауна напочвенного яруса тундровых ассоциаций НП «Кыталык» представлена 7 отрядами насекомых, а также пауками и клещами (табл. 1). Ядро фауны изученных сообществ составляют представители отрядов пауков (Aranei), ногохвосток (Collembola) и жесткокрылых (Coleoptera). В охваченных исследованиями биотопах чаще всего доминировали ногохвостки (max плотность=374,4 экз./100 лов./сут.), затем – жесткокрылые (224 экз./100 лов./сут.).

Таблица 1 – Динамическая плотность герпетобионтного населения беспозвоночных НП «Кыталык» (на 100 лов./сут.)

Отряд	ЛБ-1		ЛБ-2		ЛБ-3		ЛБ-4		ЛБ-5		ЛБ-6		ЛБ-7	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Aranei	59,4	10,8	43,6	14,4	140	33,3	128	19,6	72,5	27,6	102,5	26,8	30	16,6
Acari	11,4	2,1	–	–	4	1	20	3,1	–	–	–	–	–	–
Collembola	374,4	67,9	176,5	58,1	120	28,5	276	42,3	55	21	95	24,8	83,3	46,3
Homoptera	–	–	8,6	2,8	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Heteroptera	2,5	0,4	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Coleoptera	93,5	16,9	70	23	152	36,2	224	34,4	132,5	50,5	182,5	47,7	66,7	37,1
Lepidoptera	–	–	–	–	–	–	4	0,6	–	–	–	–	–	–
Hymenoptera	–	–	2,2	0,7	–	–	–	–	2,5	0,9	2,5	0,7	–	–
Diptera	10,5	1,9	2,9	1	4	1	–	–	–	–	–	–	–	–
Всего	551,7	100	303,8	100	420	100	652	100	262,5	100	382,5	100	180	100
Индекс Шеннона (H')	1,24		1,38		1,18		1,19		1,07		1,09		1,02	

Фауна коллембол представлена 16 видами из 12 родов и 6 семейств (табл. 2), из которых три вида *Ceratophysella lobata* Babenko & Skarżyński, 2011, *Janusius sylvestris* (Banks, 1899) и *Metisotoma grandiceps* (Reuter, 1891) указываются впервые для фауны арктической зоны Якутии.

Таблица 2 – Видовой состав и число экземпляров ногохвосток, собранных на территории НП «Кыталык»

Таксон	Дьюкарское				Хомолох		Мишкина лайда		
	ЛБ-1	ЛБ-2	ЛМ-1	ЛМ-2	ЛБ-3	ЛБ-4	ЛБ-5	ЛБ-6	ЛБ-7
<b>Сем. Hypogastruridae</b>									
<i>Ceratophysella armata</i> (Nicolet, 1842), sp.gr.	6	7	37	4	39	2	–	–	–
<i>Ceratophysella borealis</i> Martynova, 1977	1	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Ceratophysella palustris</i> Martynova, 1978	–	–	1	–	–	–	–	–	–
<i>Hypogastrura tullbergi</i> (Schäffer, 1900)	–	–	8	–	–	–	–	–	–
<b>Сем. Onychiuridae</b>									
<i>Protaphorura octopunctata</i> (Tullberg, 1877)	5	1	–	–	4	–	–	–	–
<b>Сем. Isotomidae</b>									
<i>Desoria alaskensis</i> (Fjellberg, 1978)	–	–	2	1	–	–	–	–	–
<i>Desoria</i> sp.juv.	1	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Isotoma gorodkovi</i> Martynova, 1970	27	15	33	–	7	–	–	–	7
<i>Isotomurus stuxbergi</i> (Tullberg, 1877)	–	–	5	3	–	–	–	–	–
<i>Janusius sylvestris</i> (Banks, 1899)	–	–	–	–	1	–	–	–	–
<i>Metisotoma grandiceps</i> (Reuter, 1891)	–	3	–	–	–	–	–	–	–
<b>Сем. Entomobryidae</b>									
<i>Entomobrya bermani</i> Tshelnokov, 1977	14	6	38	1	5	–	–	–	–
<i>Entomobrya</i> sp.juv.	–	–	–	–	–	–	–	–	1
<i>Lepidocyrtus violaceus</i> (Geoffroy, 1785), sp.gr.	2	3	18	–	2	–	–	–	–
<b>Сем. Neanuridae</b>									
<i>Morulina gigantea</i> (Tullberg, 1877)	190	69	110	38	232	23	18	17	29
<b>Сем. Sminthuridae</b>									
<i>Sminthurus</i> [?] <i>orientalis</i> Bretfeld, 2000	–	–	1	–	–	–	–	–	–
<i>Число видов</i>	8	7	10	5	7	2	1	1	3

Биоценотические комплексы коллембол обычных характеризуются низким уровнем видового богатства: они включают от 1 до 10 видов (табл. 3). Наименее разнообразны и однородны комплексы дриадовой (ЛБ-4) и злаково-кустарничково-лишайниковой (ЛБ-5) ассоциаций, а также зарослей кустарников (ЛБ-6). Наибольшее значение индекса разнообразия Шеннона, учитывающего не только число видов, но и выравнивание фауны в целом, отмечено для артроподоценоза ( $H' = 1,38$ ) и комплекса коллембол ( $H' = 1,15$ ) разнотравно-лишайниково-моховой тундры на северном склоне едомы (ЛБ-2), где выявлено 7 видов группы. Также здесь отмечено наиболее низкое значение индекса доминирования Бергера-Паркера ( $d = 0,66$ ), что объясняется тем, что в структуре фауны этого сообщества, в отличие от остальных, доля наиболее многочисленного вида *не* превышает 70%.

Таблица 3 – Относительное обилие (% от общей численности) массовых видов ногохвосток в основных растительных ассоциациях

Таксон	ЛБ-1	ЛБ-2	ЛБ-3	ЛБ-4	ЛБ-5	ЛБ-6	ЛБ-7
<i>Ceratophysella armata</i> , sp.gr.	2,4	6,8	13,4	8	–	–	–
<i>Ceratophysella borealis</i>	0,4	–	–	–	–	–	–
<i>Desoria</i> sp.juv.	0,4	–	–	–	–	–	–
<i>Entomobrya bermani</i>	5,7	5,7	1,7	–	–	–	–
<i>Entomobrya</i> sp.juv.	–	–	–	–	–	–	2,7
<i>Isotoma gorodkovi</i>	11	14,4	2,5	–	–	–	18,9
<i>Janusius sylvestris</i>	–	–	0,3	–	–	–	–
<i>Lepidocyrtus violaceus</i> , sp.gr.	0,8	2,9	0,7	–	–	–	–
<i>Metisotoma grandiceps</i>	–	2,9	–	–	–	–	–
<i>Morulina gigantea</i>	77,2	66,3	80	92	100	100	78,4
<i>Protaphorura octopunctata</i>	2,1	1	1,4	–	–	–	–
Число видов	8	7	7	2	1	1	3
Индекс Шеннона ( $H'$ )	0,86	1,15	0,72	0,28	0	0	0,60
Индекс Бергера-Паркера ( $d$ )	0,77	0,66	0,8	0,92	1	1	0,78

Характерной чертой обследованных тундровых сообществ НК «Кыталык» является высокий уровень доминирования восточнопалеарктическо-западноевропейского вида *Morulina gigantea*, значительно превышающий уровень эудоминантности (>66%) по шкале Энгельмана [6].

Также в сообществах моховых, ивковых и пушицевых тундр доминирует *Isotoma gorodkovi*, мохово-разнотравной ассоциации – *Ceratophysella armata*. В некоторых из исследованных ассоциаций к субдоминантам можно отнести *Entomobrya bermani*, *Lepidocyrtus violaceus*, *Metisotoma grandiceps*, *Protaphorura octopunctata*, относительное обилие остальных видов невелико.

*Работа выполнена в рамках госзадания Минобрнауки России по проекту «Популяции и сообщества животных водных и наземных экосистем криолитозоны восточного сектора российской Арктики и Субарктики: разнообразие, структура и устойчивость в условиях естественных и антропогенных воздействий», №121020500194-9.*

### Литература

1. Атлас сельского хозяйства Якутской АССР. М.: ГУГЛ, 1989. С. 115.
2. Кузнецова Л.В. Флористическое районирование // Разнообразие растительного мира Якутии / Отв. ред. Н.С. Данилова. Новосибирск: изд-во СО РАН, 2005. С. 13-41.
3. Егорова А.А. Конспект флоры арктической Якутии: Сосудистые растения. Новосибирск: Наука, 2016. С. 188.
4. Тихомирова А.Л. Учет напочвенных беспозвоночных // Методы почвенно-зоологических исследований. М.: Наука, 1975. С. 73-85.
5. Бызова Ю.Б., Гиляров М.С., Дунгер В.И. и др. Количественные методы в почвенной зоологии. М.: Наука, 1987. С. 287.
6. Engelmann H.D. Zur dominanzklassifizierung von Bodenarthropoden // Pedobiologia. 1978. Vol. 18. P. 378-380.

\* \* \*

## ГИДРАТЫ В СКВАЖИНАХ И ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЕ ПЛАСТА НА НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

*Герасимов Ю.А.<sup>1</sup>, Истомин В.А.<sup>1,2</sup>, Крапивин В.Б.<sup>1</sup>, Сергеева Д.В.<sup>2</sup>,*

*Квон В.Г.<sup>1</sup>, Тройникова А.А.<sup>1</sup>, Федулов Д.М.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>ООО «Газпром ВНИИГАЗ», 195112, Санкт-Петербург

<sup>2</sup>Сколковский институт науки и технологий (Сколтех), 121205, Москва

e-mail: d.sergeeva@skoltech.ru, vlistomin@yandex.ru

**Аннотация.** Проанализированы особенности образования и отложения гидратов в призабойной зоне пласта и в стволах скважин на низкотемпературных месторождениях Восточной Сибири. Отмечено, что в термодинамических расчетах необходимо учитывать следующие основных факторы: эффект Джоуля-Томпсона при фильтрации газа в призабойной зоне пласта (ПЗП) и его постепенное развитие из-за теплообмена с горными породами, высокую минерализацию пластовых и остаточных вод коллекторов и, что особенно важно и ранее вообще не учитывалось, – процесс уменьшения минерализации («рассоления») остаточных вод в ПЗП из-за конденсации влаги из газа при его фильтрации и снижении его температуры из-за дросселирования. Рассоление остаточных вод существенно увеличивает риски гидратообразования в ПЗП. Оценены величины безгидратной депрессии на пласт в зависимости от минерализации вод и пластовых термобарических условий. Рассмотрены термодинамические особенности выпадения влаги, образования и отложения гидратов в стволах скважин низкотемпературных месторождений без подачи ингибитора (метанола) и с его подачей при различных его удельных расходах. Также обсуждаются физические процессы в стволах скважин при начале выноса ими пластовой минерализованной воды. Отмечены риски выпадения галита в таком случае при подаче метанола на забой скважины. В качестве примеров рассмотрены условия образования гидратов для характерных термобарических условий на трех месторождениях: Чаяндинском НГКМ, Ярактинском НГКМ и Ковыктинском ГКМ.

Рассматриваются актуальные вопросы, связанные с особенностями гидратообразования и их отложения в призабойной зоне пласта и стволах скважин на газоконденсатных месторождениях Восточной Сибири.

1. Анализируются риски гидратообразования в призабойной зоне пласта (ПЗП) при эксплуатации скважин и при их газодинамических исследованиях на низкотемпературных месторождениях Восточной Сибири с учетом сильной минерализации остаточной воды в коллекторе. Отмечено, что здесь критически важно учитывать «эффект рассоления», т.е. уменьшение минерализации остаточной воды за счет выпадения из газа конденсационной влаги при его фильтрации в ПЗП. Отметим, что термодинамика призабойной зоны пласта газовых скважин для высокой минерализации воды в коллекторе и с учетом эффектов рассоления и гидратообразования в ПЗП впервые рассмотрена в пионерских работах [1, 2]. В докладе представлена разработанная методика и оценены безгидратные депрессии на пласт как при длительной эксплуатации скважин в низкотемпературных пластах, так и при повышенных депрессиях на пласт при газодинамических исследованиях скважин. Например, для газоконденсатных скважин Чаяндинского месторождения безгидратная депрессия в ПЗП оценена в 1,2-1,4 МПа [3], тогда как для большинства эксплуатационных скважин этого месторождения (ботуобинский горизонт) депрессия обычно не превышает 0,5 МПа. Таким образом, гидратообразование в ПЗП на низкотемпературных месторождениях возможно, но характерно только для низкопроницаемых пластов, когда приходится эксплуатировать скважины на высоких депрессиях. Что касается особенностей газодинамических исследований скважин, то кратковременный заход в гидратный режим ПЗП оказывается вполне допустимым, т.к. процесс гидратоотложения в ПЗП происходит медленно [4] из-за низкого влагосодержания пластового газа и постепенного развития эффекта Джоуля-Томпсона (процесс охлаждения пород вокруг скважины лимитируется теплообменом фильтрующегося газа и пород).

2. Выявлены термодинамические особенности отложения гидратов в стволах скважин низкотемпературных месторождений с высокой минерализацией пластовой воды в зависимости от термобарических условий в пласте. Эти вопросы детально отражены в публикациях [5, 6]. Рассмотрен механизм образования гидратов в НКТ скважин при отсут-

ствии выноса скважинами пластовой минерализованной воды и наличия безгидратного режима в ПЗП. Отмечено, что в скважинах, эксплуатирующихся низкотемпературных пластах с пластовой температурой в диапазоне 9-25°C (характерный пример Чаяндинское НГКМ) в нижней части НКТ вообще не происходит конденсации влаги. Тогда как в верхней части НКТ гидраты образуются непосредственно из влажного газа, минуя предварительное образование капельной влаги (в отличие от скважин низкотемпературных месторождений при малой минерализации пластовой воды). Такая физическая картина недавно была непосредственно подтверждена видеокоротажем [7] на одной из скважин Чаяндинского НГКМ, причем видно образование весьма рыхлых гидратных отложений в НКТ с частичным выносом гидратных частиц из ствола скважина на устье и их накоплением в угловом дросселирующем клапане (накопившиеся гидраты в дросселирующем устройстве при его вскрытии мы наблюдали на одной из скважин Чаяндинского НГКМ). В то же время в скважинах, эксплуатирующих пласты с более высокой температурой в диапазоне 30-55°C (характерные примеры – Ярактинское НГКМ и Ковыктинское ГКМ), по стволу скважины следует выделить три зоны: нижняя, где нет конденсации влаги; средняя, где конденсируется из газа капельная вода и верхняя, где возможно образование гидратов уже из капельной влаги. Проведена аналогия с гидратообразованием в ПЗП и стволах скважин на низкотемпературных месторождениях Западной Сибири (туронская залежь Южно-Русского месторождения) при низкой минерализации остаточной воды в коллекторе [8].

3. Проанализированы особенности образования гидратов в НКТ при подаче метанола через затрубье на забой скважин в начальный период эксплуатации низкотемпературных месторождений. При недостаточном удельном количестве подаваемого метанола весь метанол нижней части НКТ испаряется в газовую фазу, т.е. в нижней части НКТ будет отсутствовать жидкая водометанольная фаза. Однако выпадение водометанольного раствора (ВМР) будет иметь место в верхней части НКТ, а при недостаточном количестве подаваемого на забой метанола уже в верхней части НКТ возможен интенсивный процесс гидратообразования из ВМР. Таким образом, необходимо обеспечивать сразу достаточное удельное количество метанола [9, 10], иначе процесс гидрато-

бразования может существенно интенсифицироваться в верхней части НКТ (вплоть до образования гидратной пробки). Также проанализировано изменение физической картины гидратообразования при начале выноса пластовой высокоминерализованной воды. При этом возможны несколько неожиданные физические эффекты по стволу скважины: повышение минерализации выносимой воды в нижней части НКТ, затем понижение минерализации водной фазы с возможностью реализации гидратного режима уже в верхней части НКТ. В таком случае приходится подавать метанол на забой скважины, что может вызвать галитоотложения в стволе скважины. Процесс галитоотложения уже наблюдался на газодобывающих скважинах Ярактинского НГКМ [11]. В то же время при наличии достаточно большого выноса скважинами пластовой воды реализуется режим самоингибирования НКТ минерализованной водой (т.е. подавать метанол в скважину не требуется). Такая ситуация уже наблюдается на некоторых скважинах Ковыктинского ГКМ.

*Исследование выполнено при поддержке финансирования по гранту Российского научного фонда №23-79-01312.*

### **Литература**

1. Истомин В.А., Федулов Д.М. Термодинамика призабойной зоны пласта с учетом минерализации остаточной воды в коллекторе и возможности гидратообразования. Вести газовой науки, №4 (15), 2013. С. 6-14.
2. Истомин В.А. и др. Предупреждение гидратообразования в призабойной зоне пласта при высокой минерализации остаточной воды в коллекторе. Вести газовой науки. №4 (15), 2013. С. 15-21.
3. Истомин В.А., Федулов Д.М., Сергеева Д.В., Квон В.Г., Крапивин В.Б., Тройникова А.А., Герасимов Ю.А. Гидратообразование при добыче газа на Чаяндинском НГКМ. 1. Призабойная зона. Газовая промышленность, №2, 2022. С. 44-56.
4. Истомин В.А., Пименов В.П., Шако В.В., Федулов Д.М. Фазовые превращения при фильтрации газа в призабойной зоне эксплуатационных скважин месторождений с высокой минерализацией воды в коллекторе. III Международная конференция «Актуальные проблемы и перспективы освоения месторождений углеводородов». Москва, 2014. С. 58.

5. Истомин В.А., Крапивин В.Б., Тройникова А.А., Квон В.Г., Сергеева Д.В., Герасимов Ю.А., Федулов Д.М., Долгаев С.И. Гидратообразование при добыче газа на Чаяндинском НГКМ. 2. Газоконденсатные скважины. Газовая промышленность, №3, 2022. С. 42-50.
6. Тройникова А.А., Истомин В.А., Крапивин В.Б., Квон В.Г., Федулов Д.М., Сергеева Д.В., Долгаев С.И. Гидратообразование в призабойной зоне и скважинах Чаяндинского НГКМ. Мониторинг в криолитозоне, 2022. С. 131-137.
7. Квон В.Г., Крапивин В.Б., Глазова Т.В., Истомин В.А., Долгаев С.И., Тройникова А.А., Герасимов Ю.А. Особенности отложения и накопления гидратов в НКТ скважин Чаяндинского НГКМ. Актуальные вопросы исследования нефтегазовых пластовых систем, 2022. С. 70.
8. Рябов Д.Ю., Истомин В.А., Сергеева Д.В. Распределение пластовой температуры по площади туронской залежи Южно-Русского месторождения. Вести газовой науки, №3 (52), 2022. С. 4-13.
9. Истомин В.А., Изюмченко Д.В., Крапивин В.Б., Тройникова А.А. и др. Анализ термобарических режимов работы эксплуатационных скважин Чаяндинского НГКМ. Наука и техника в газовой промышленности, №2, 2022. С. 39-48.
10. Истомин В.А., Изюмченко Д.В., Крапивин В.Б., Тройникова А.А., Квон В.Г., Сергеева Д.В. Особенности применения метанола для предупреждения гидратообразования в скважинах Чаяндинского НГКМ. Нефтегазохимия. №1-2, 2022. С. 60-67.
11. Салихов Р.М., Чертовских Е.О., Гильмутдинов Б.Р., Лебедева И.П., Шабанов А.С., Истомин В.А., Сергеева, Д.В. Повышение эффективности мероприятий по предупреждению гидратообразования на Ярактинском нефтегазоконденсатном месторождении. Нефтяное хозяйство, №9, 2020. С. 50-54.

\* \* \*

## РЕЗУЛЬТАТЫ ПОИСКА ИСКОПАЕМОЙ МАМОНТОВОЙ КОСТИ НА ДНЕ И В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ РЕКИ КОЛЫМА МЕТОДОМ ГЕОРАДИОЛОКАЦИИ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

*Горохов И.В.<sup>1</sup>, Христофоров И.И.<sup>2</sup>, Данилов К.П.<sup>2</sup>, Петухова Е.С.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН», Якутск

<sup>2</sup>Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, Якутск  
gorokhovivan1996@gmail.com

**Аннотация.** В статье изложен опыт применения метода георадиолокации с поверхности льда, при поиске ископаемой мамонтовой кости на дне и в донных отложениях водного объекта Арктической зоны Республики Саха (Якутия). Описана методика проведения полевых работ, а также использованная аппаратура. Результаты представлены в виде обработанных и интерпретированных георадарных разрезов.

Ископаемая мамонтовая кость (ИМК) – это дорогостоящее высоколиквидное сырье, пользующееся устойчивым спросом на международном рынке камнесамоцветного сырья. Коммерческий интерес к мамонтовой кости, связан с запретом добычи и поставки современной слоновой кости на мировой рынок. По экспорту ископаемой мамонтовой кости Россия занимает первое место в мире. В настоящее время до 80% бивней мамонта добывают на территории арктической зоны Республики Саха (Якутия).

На сегодняшний день, регламентированные поисково-добывающие работы ИМК заключаются в сборе палеонтологического материала без существенного нарушения целостности недр. В связи с этим, вопрос эффективного и рационального освоения местонахождений бивней мамонта является перспективным направлением для развития технологий поиска. Так, Лабораторией технологий добычи и переработки сырья мамонтовой фауны ЯНЦ СО РАН разрабатывается методика георадиолокационных исследований дна пресноводных водоемов [1]. Согласно литературе, ресурсный потенциал акваторий Северной Якутии оценивается в сотни тысяч тонн на глубинах до 20 м. [2].

В данной статье описаны результаты георадарного обследования реки Колыма в зимний период с поверхности льда. При проведении георадиолокационных работ использовались георадары серии ОКО-3 с центральными частотами антенн 150 и 250 МГц буксируемых снегоходом. Такая технология позволяет использование оптического одометра и мобильно проводить детальную площадную съемку. Основная цель данной работы заключалась в обнаружении локальных объектов на дне и в донных отложениях реки, а также в сборе и анализе данных о рельефе дна для изучения условий формирования подводных скоплений ИМК. Дополнительный интерес данного исследования связан с оценкой эффективности метода георадиолокации при поисковых и добывающих работ ИМК с поверхности льда с мощностью более 1 м. Так, на рисунке 1 представлена радарограмма, полученная антенной АБ-250 МГц. На радарограмме хорошо прослеживается рельеф дна по всей глубине (10 м), оконтуриваются локальные объекты в виде отраженных сигналов гиперболической формы (рис. 1а, рис. 1б).

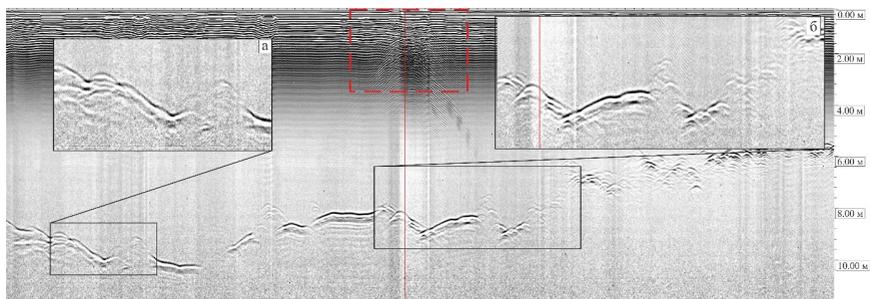


Рисунок 1 – Георадиолокационный разрез, АБ-250 МГц

Однако, в результате сравнения радарограмм, полученных с поверхности воды и льда установлено, что влияние ледяного покрова может отрицательно влиять на качество регистрируемых данных и снижает разрешающую способность и глубину метода [3]. Сигналы-помехи, образованные от трещин, майн, лунок, а также сигналы переотражения от ледяного покрова, также могут повлиять на эффективность поиско-

вых работ. Так, например на рисунке 2 отмечена область влияния льда, которая перекрывает полезный сигнал на глубинах от 1-2 м. Также, на разрезе показано влияние майн и лунок на разрешающую способность метода, в виде снижения контрастности отраженного сигнала от дна и донных отложений.

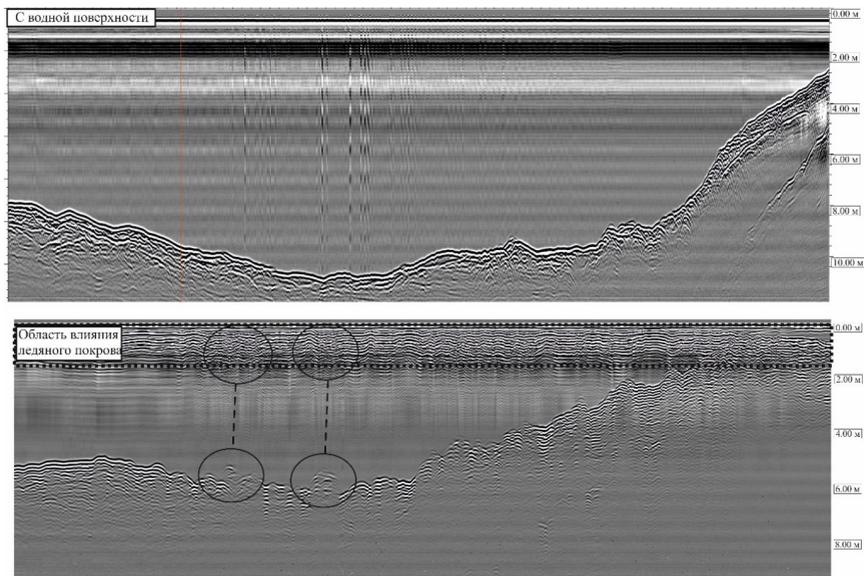


Рисунок 2 – Сравнение георадиолокационных разрезов, АБ-150 МГц, полученных с воды и льда

В результате поисковых работ методом георадиолокации, проведенных с поверхности льда выделены ряд преимуществ: в отличие от исследований с водной поверхности, применение георадиолокации с поверхности льда позволяет решить проблему, заключающуюся в соблюдении прямолинейности и равномерной скорости при профилировании [4]. Также, на основании результатов зимних поисковых работ на водном объекте, установлено, что применение оптического одометра повышает эффективность поисков за счет точной привязки, зарегистрированного сигнала дифракции от локального объекта, что позволяет точно указать

все перспективные участки для поиска ИМК. К тому же, такой подход обходит ряд проблем, связанных с относительно высокой мутностью воды и более сильного течения реки в летний и осенний периоды, что осложняет теле-фотометрию и добывающие работы с применением водолазного оборудования.

### **Литература**

1. Khristoforov I.I., Danilov K.P., Gorokhov I.V., Cheprasov M.Y., Petrova T.N., Petukhova E.S. GPR Sounding of Fossil Mammoth Bones from The Surface of Freshwater Lakes and Rivers // European Association of Geoscientists & Engineers. Source: Conference Proceedings, Engineering and Mining Geophysics 2021, Apr 2021, Volume 2021, p. 1 – 10
2. Смирнов А.Н., Калиновский К.К. Геологические предпосылки поисков подводных скоплений мамонтовых бивней методом гидролокации в российской Арктике // Арктика: экология и экономика. – 2020. – №2 (38). – С. 86-96.
3. Христофоров И.И., Данилов К.П., Горохов И.В. [и др.] Особенности георадиолокации пресноводных водоемов криолитозоны в зимний период. Сборник научно-практической конференций «Георадар 2021» / под редакцией М.С. Судаковой, М.Р. Садуртдинова. – М.: Издательский дом Академии Естествознания, 2022. С. 104-107
4. Khristoforov I.I., Omelyanenko A.V. Improving the Efficiency of Hydrological Investigations by Submersible Ground Penetrating Radar // IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, Vol. 15, Issue 3, – 2018. – Pp. 335-339.

\* \* \*

## ВЫЯВЛЕНИЕ ВИРУСОВ ГРИППА ПТИЦ НА ТЕРРИТОРИИ АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В 2021-2023 ГОДАХ

*Грехнева А.Д., Андриясов А.В., Зиняков Н.Г., Жестков П.Д., Андрейчук Д.Б.,  
Козлов А.А., Никонова З.Б., Овчинникова Е.В., Чвала И.А.*  
Федеральный центр охраны здоровья животных («ВНИИЗЖ»), Владимир  
grehneva@arriah.ru

**Аннотация.** В работе представлена информация о результатах исследования проб биологического материала, поступившего из арктических регионов Российской Федерации в период с 2021 по 2023 года, на наличие РНК вируса гриппа птиц. В 2021 и 2022 годах выявляли низковирулентные вирусы гриппа у диких птиц из Ямало-Ненецкого, Чукотского, Ненецкого автономных округов и Республики Саха (Якутия). В 2023 году выявляли вирусы высокопатогенного гриппа подтипа H5N1 у домашних кур на птицефабрике и ЛПХ в Республике Коми, и у диких чаек в Республике Коми и Мурманской области, а также низковирулентные вирусы гриппа от диких птиц из Карелии.

**Введение.** Вирус гриппа птиц (ВГП) является возбудителем высококонтагиозного заболевания домашних и диких птиц, характеризующегося поражением, преимущественно, дыхательной и пищеварительной систем органов. Наибольшую опасность представляют высококовирулентные вирусы гриппа, относящиеся к типу А подтипов H5 и H7, вызывающие гибель птиц до 100% и способные преодолевать межвидовой барьер.

В последние годы наблюдается неблагоприятная ситуация по высокопатогенному гриппу птиц в мире. В 2021 году вспышки болезни официально зарегистрированы более чем в сорока странах в Европе, Азии и Африке. В 2022 году – уже в 65 странах. Чаще других выявляли вирусы подтипов H5N1 и H5N8 [1]. Особенно много случаев выявления высококовирулентного ВГП подтипа H5 в странах Европы. Также есть многочисленные свидетельства выявления высококовирулентных вирусов гриппа у диких водоплавающих птиц, в том числе

связанных со случаями массового падежа [2, 3]. В 2023 году неблагополучная ситуация по высокопатогенному гриппу птиц (ВПГП) продолжала развиваться – зарегистрировано более 650 вспышек среди сельскохозяйственной птицы на территории 29 стран, вдобавок, присутствовало большое количество случаев выявления вируса гриппа А подтипа H5N1 у млекопитающих, в основном в Европе и Северной Америке [4].

На территории Российской Федерации ситуация по высокопатогенному гриппу птиц в целом схожа с таковой в мире – с 2021 года выявлялись вирусы подтипов H5N5, H5N8 и H5N1. Последний получил распространение на территории страны с 2021 года и к 2023 стал доминирующим подтипом вируса ВПГП [5, 6].

Низковирулентные вирусы гриппа птиц, выявленные на территории Российской Федерации с 2021 по 2023 годы представлены подтипом H9N2 у домашней птицы и различными подтипами у диких птиц: H3N8, H4N6, H6N1, H6N8, H10N7, H12, H13N2, H13N6, H16N3.

Цель работы – описание случаев выявления генетического материала вируса гриппа птиц в пробах биологического материала, поступавших в референтную лабораторию вирусных болезней птиц ФГБУ Федеральный центр охраны здоровья животных (ФГБУ «ВНИИЗЖ») из регионов арктической зоны Российской Федерации в период с 2021 по 2023 годы, а также генетическая характеристика выявленных вирусов гриппа птиц подтипа H5N1.

**Материалы и методы.** В работе использовали пробы биологического материала от домашних и диких птиц (ротоглоточные и клоакальные мазки и смывы, пробы помёта, патологический материал: печень, почки, селезенка, фрагменты кишечника, легкие, трахея, мозг, сердце), поступившие на исследование в лабораторию в 2021-2023 гг.

Выявление ВГП в пробах биологического материала проводилось методом полимеразной цепной реакции с обратной транскрипцией в режиме реального времени (ОТ-ПЦР-РВ) согласно соответствующим методическим указаниям и рекомендациям, утверждённым и применяемым в ФГБУ «ВНИИЗЖ», разработанным на основе рекомендованных ВОЗЖ методов молекулярной диагностики гриппа птиц [7].

Филогенетическое древо строили методом Neighbor-joining (NJ) по нуклеотидной последовательности участка гена HA (820-1077 н.о. ОРС) ВГП подтипа H5.

**Результаты и обсуждение.** В период с 2021 по 2023 годы методами молекулярной диагностики в лаборатории было исследовано 2496 проб биологического материала от птиц из регионов арктической зоны РФ. Исследованиями были охвачены все регионы арктической зоны РФ – республики Карелия, Саха, Коми, Ненецкий, Ямало-Ненецкий и Чукотский автономный округ, Красноярский край, Архангельская и Мурманская области.

В общей сложности из этих регионов в 2021 году было исследовано 705 проб. РНК вируса гриппа птиц была выявлена в двух пробах от диких уток из Ямало-Ненецкого АО, одной пробе от кайры из Чукотского АО и одной пробе от чирка из Республики Саха. Изолят из Республики Саха был типирован как H6N1, для остальных подтип не определён (исключены подтипы H5, H7, H9).

В 2022 году из вышеперечисленных регионов было исследовано 772 пробы. Вирус гриппа птиц был выявлен в двух пробах от диких гусей из Ненецкого АО, подтипы вирусов не определены, исключены подтипы H5, H7, H9.

В 2023 году было исследовано 1019 проб, полученных с территории арктических регионов. В 2 пробах были выявлены низковирулентные вирусы гриппа птиц – от дикой утки и чайки из Республики Карелия. Изоляты идентифицировали как H10N7.

В период с начала мая по конец июля 2023 года был отмечен массовый падёж чаек на территории Приволжского, Центрального и Северо-Западного федеральных округов Российской Федерации [8], в том числе в регионах арктической зоны. В 10 пробах от диких чаек из Республики Коми и 26 пробах от диких чаек из Мурманской области был выявлен высоковирулентный вирус H5N1. Позднее этот же подтип вируса был выявлен в пробах от домашних кур из ЛПХ и птицефабрики (91 проба) из Республики Коми. Сайт расщепления гемагглютинина выявленных вирусов имеет структуру -REKRRKR-, характерную для высоковирулентных вирусов гриппа птиц. После проведения сравнительного генетического анализа установили, что все изоляты ВГП

H5N1 от чаек и домашних кур принадлежат к азиатской генетической линии вирусов высокопатогенного гриппа птиц подтипа H5 клады 2.3.4.4 (рис.). Выявленные в регионах арктической зоны РФ изоляты ВГП генетически близки к вирусам гриппа птиц подтипа H5, выявленным в период с 2020 по 2023 гг. в регионах Российской Федерации. Высокий уровень сходства наблюдается с ВГП подтипа H5N1, выявленными у чаек в регионах ЦФО, Калининградской, Новгородской, Кировской, Нижегородской, Пермской областях, Республиках Марий Эл и Удмуртия в мае-июле 2023 года, у кур в Республике Башкортостан в августе 2023 года.

По данным международных баз GenBank и GISAID (EpiFlu) наиболее генетически близкими к выявленным изолятам являются вирусы подтипа H5N1 из Египта и Испании, выделенные в 2022 году. Филогенетический анализ результатов полногеномного секвенирования вируса A/gull/Komi/1124-1/2023 показал, что он принадлежит к группе вирусов гриппа птиц «европейского» генотипа BB (A/Herring\_gull/France/22P015977/2022-like) [9]. В начале 2023 года эти вирусы стали причиной массового падежа среди чаек на территории стран Европы (Франции, Швейцарии, Чехии, Нидерландов, Италии и др.) [8].

Таким образом, результаты исследований биоматериала, поступившего в ФГБУ «ВНИИЗЖ» в 2023 году в отношении вируса гриппа птиц демонстрируют проникновение вирусов ВППП подтипа H5N1 генотипа BB на территорию регионов арктической зоны РФ, что указывает на опасность быстрого и глобального распространения ВГП из Европы на значительную территорию Российской Федерации от центральных до арктических регионов.

Заключение. Проведенные исследования показали, что, на территории регионов арктической зоны РФ циркулируют низковирулентные вирусы гриппа птиц. Установлен занос вируса ВППП в арктические регионы РФ из Европы в 2023 и его проникновение в ЛПХ и птицеводческие хозяйства. Полученные результаты подтверждают расширение ареала распространения вируса гриппа птиц подтипа H5 наблюдаемое в мире в последние годы.

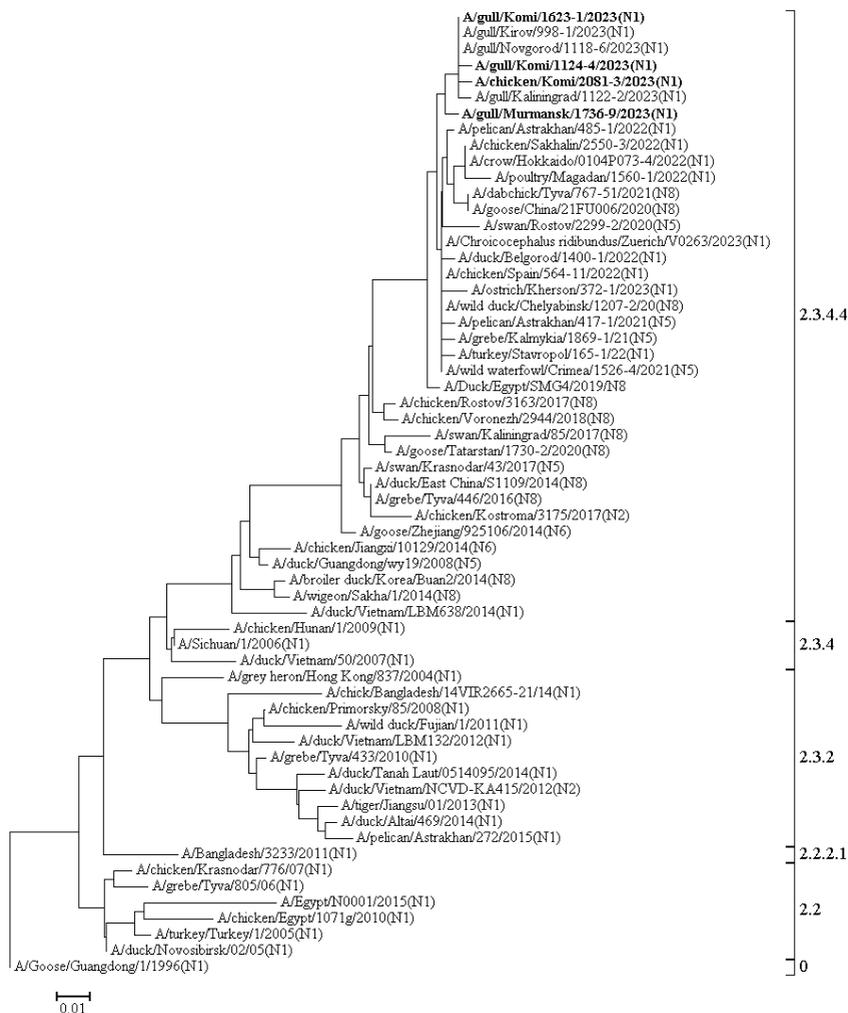


Рисунок 1 – Филогенетическое древо, построенное по участку нуклеотидных последовательностей гена НА ВГП подтипа Н5

## Литература

1. Жильцова М.В., Акимова Т.П., Варкентин А.В., Митрофанова М.Н., Мазнева А.В., Семакина В.П., Выставкина Е.С. Эпизоотическая ситуация в мире по гриппу птиц (2019-2022 гг.). Расширение спектра хозяев как проявление эволюции вируса высокопатогенного гриппа птиц // Ветеринария сегодня. 2023. 12(4). С. 293-302.
2. Falchieri M., Reid S., Craig S. Ross C. [et al] / Shift in HPAI infection dynamics causes significant losses in seabird populations across Great Britain // Vet Record. 2022. Vol. 7. P. 294-296.
3. Schreuder J., de Knegt H., Velkers F. [et al.] / Wild bird densities and landscape variables predict spatial patterns in HPAI outbreak risk across the Netherlands // Pathogens. 2022. Vol. 11. P. 549.
4. Васильцова Н.Н., Панова А.С., Петров В.Н., Даниленко А.В., Святченко С.В., Иванова К.И., Онхонова Г.С., Гончарова Н.И., Рыжиков А.Б., Марченко В.Ю. Обзор эпизоотологической ситуации по высокопатогенному гриппу птиц в России и мире в 2023 г. // Проблемы особо опасных инфекций. 2024. №2. С. 6-14.
5. Ирза В.Н., Волков М.С., Варкентин А.В. О текущей панзоотии высокопатогенного гриппа птиц // Эффективное животноводство. 2022. №5(180). С. 85-86.
6. WAHIS. Quantitative data dashboard [Электронный ресурс]. URL: <https://wahis.woah.org/#/dashboards/country-or-disease-dashboard> (дата обращения 15.08.2024).
7. Avian influenza (including infection with high pathogenicity avian influenza viruses) // WOAHP. Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals 2021. Vol. 1. Chap. 3.3.4.
8. Грехнева А.Д., Андриясов А.В., Зиняков Н.Г. [и др.] Выявление вирусов гриппа птиц в популяциях чаек на территории Российской Федерации в 2023 году // Молекулярная диагностика: Сборник трудов XI Международной научно-практической конференции, Москва. 2023. С. 323-324.
9. European Food Safety Authority, European Centre for Disease Prevention and Control, European Union Reference Laboratory for Avian Influenza; Adlhoch C., Fusaro A., Gonzales JL, Kuiken T., Melidou A., Mirinavičiūtė G., Niqueux É., Ståhl K., Staubach C., Terregino C., Baldinelli F., Broglia A., Kohnle L. Avian influenza overview April – June 2023. EFSA J. 2023 Jul 20;21(7):e08191.

## ЯЗЫКОВЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В УСЛОВИЯХ АРКТИЧЕСКОЙ УРБАНИЗАЦИИ: ИССЛЕДОВАНИЕ АНАДЫРЯ И БИЛИБИНО

*Данилова Р.А.*

Институт языкознания РАН, Москва  
r.danilova@iling-ran.ru

**Аннотация.** В статье рассматриваются языковые изменения, происходящие в условиях урбанизации арктических городов Анадырь и Билибино. Анализируется влияние урбанизации на языковое многообразие и конкуренцию родных языков с русским языком. Исследование основывается на социолингвистических данных и полевых исследованиях, что позволяет выявить ключевые тенденции и вызовы в сохранении языков коренных малочисленных народов Севера в условиях ускоренной урбанизации в Арктической зоне Российской Федерации.

Арктические регионы России представляют собой уникальную культурно-географическую зону, где исторически сложилось разнообразие языков коренных малочисленных народов Севера, таких как чукчи, эскимосы, эвены и другие. Здесь ведется реализация масштабных промышленных проектов, направленных на освоение природных ресурсов. В то же время в этих местах продолжают жить оленеводы-кочевники, морские охотники и рыболовы. Язык для этих народов не просто средство общения, но важный элемент этнической и культурной идентичности, связанный с традиционным укладом жизни и духовными практиками. Данная ситуация неоднократно становилась предметом исследования антропологов и социолингвистов [Вахтин, 2001; 2019; Головнёв, 2022; Биткеева, Данилова, 2023 и др.]. Однако процессы урбанизации, усилившиеся в последние десятилетия, ставят под угрозу сохранение этого многообразия, создавая новую языковую ситуацию, в которой доминирующую роль начинает играть русский язык.

Анадырь, будучи административным центром Чукотского автономного округа, является крупнейшим городом региона и концентрирует в себе основные экономические, административные и культурные функции. Билибино, значительно меньший по размеру город, представляет

собой пример промышленного поселения, где основное внимание сосредоточено на горнодобывающей промышленности. Несмотря на различия в масштабах, оба города подвергаются схожим урбанизационным процессам, влияющим на языковую ситуацию. В Анадыре проживает значительное русскоязычное население, составляющее большую часть горожан. В связи с этим, русский язык доминирует в общественной жизни, в образовании, на рабочих местах и в СМИ. В то же время в Анадыре сохраняется присутствие носителей автохтонных языков, таких как чукотский, эскимосский, эвенский и юкагирский, хотя их число постепенно уменьшается из-за урбанизации и усиленной миграции русскоязычного населения. Билибино, несмотря на меньший масштаб, также испытывает давление русского языка. Тем не менее, доля носителей родных языков среди коренного населения здесь выше, что связано с меньшей интенсивностью миграционных потоков и сохранением традиционных форм хозяйственной деятельности, таких как оленеводство. Однако родные языки титульных народов в Билибино также постепенно уступают позиции русскому, особенно среди молодого поколения.

Процессы урбанизации в арктических городах не только меняют экономическую и социальную структуру, но и радикально влияют на языковую картину региона. С ростом населения и увеличением доли мигрантов из других регионов России русский язык становится основным средством коммуникации, как в официальной, так и в неофициальной сфере. Урбанизация также влияет на семейные языковые практики. В городах молодые семьи часто переходят на русский язык в повседневном общении, даже если они являются носителями родных языков коренных малочисленных народов Чукотки. Ещё Вахтин писал: «Однако приходится с сожалением констатировать, что основной тенденцией развития языковой ситуации на Севере является не плавный переход от одноязычия к двуязычию и затем, возможно, снова к одноязычию, но уже на основе русского языка, а повсеместное вытеснение родных языков русским, потеря двуязычия и связанные с этим чрезвычайно серьезные социокультурные и психологические последствия для носителей языков народов Севера» [Вахтин 1993: 46, 49] Таким образом, языковая передача в семьях нарушается, что приводит к сокращению числа активных носителей чукотского и эскимосского языков.

Процесс языковой ассимиляции усиливается по мере того, как русский язык становится доминирующим в образовательной системе и медиапространстве. Родные языки коренных малочисленных народов Севера, в особенности, чукотский, эскимосский, эвенский и юкагирский теряют свои позиции в общественной и культурной жизни, постепенно становясь языками узких этнических групп. Этот процесс сопровождается потерей языковой компетенции среди молодого поколения, что угрожает сохранению языков в долгосрочной перспективе. Несмотря на попытки внедрения образовательных программ по изучению родных языков, их эффективность остаётся ограниченной из-за недостаточного финансирования и нехватки квалифицированных преподавателей. В результате родные языки коренных народов Севера оказываются под угрозой вымирания, особенно в условиях ускоренной урбанизации и глобализации, которые способствуют распространению русского языка как основного средства межэтнического общения.

Анализ языковых изменений в арктических городах Анадырь и Билибино показывает, что урбанизация оказывает значительное влияние на языковое многообразие региона. Усиление позиций русского языка приводит к снижению использования и сохранения автохтонных языков, особенно среди молодого поколения, что обусловлено не только практическими причинами, но и социальными факторами, такими как престиж русского языка и ассоциация его с возможностями для карьерного роста.

В условиях урбанизации важно не только сохранять языки автохтонных этносов чукчей, эскимосов, эвенов, юкагиров, но и адаптировать их к новым условиям городской жизни. Комплексные меры, включающие образовательные и культурные инициативы, могут способствовать сохранению языков малочисленных народов Севера и обеспечению их ревитализации в будущем.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда №23-28-01318, <https://rscf.ru/project/23-28-01318/>.*

## Литература

1. Биткеева А.Н., Данилова Р.А. (2023) Языковая биография арктического города: (Материалы полевого исследования в городе Анадырь) // Социолингвистика. №4 (16). С. 92-106. DOI:10.37892/2713-2951-4-16-92-106
2. Вахтин Н.Б. (1993) Коренное население Крайнего Севера Российской Федерации – СПб. – Париж: Издательство Европейского Дома. – С. 96.
3. Вахтин Н.Б. (2001) Языки народов Севера в 20 веке: очерки языкового сдвига. СПб: Дмитрий Буланин.
4. Вахтин Н.Б. (2019) Север, Арктика и Сибирь – что это такое и кто там живет? Режим доступа: <https://arzamas.academy/materials/1828>. Дата обращения: 20.08.2024.
5. Головнёв А.В. (2022) Северность России. СПб.: МАЭ РАН. – С. 450.

\* \* \*

## РАЗНООБРАЗИЕ ЖИВОТНОГО НАСЕЛЕНИЯ ПОЧВ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКИХ ТУНДР

*Дитц А.А.<sup>1</sup>, Конакова Т.Н.<sup>1</sup>, Кудрин А.А.<sup>1</sup>, Мелехина Е.Н.<sup>1</sup>, Таскаева А.А.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Институт биологии, ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар  
[kolesnikova@ib.komisc.ru](mailto:kolesnikova@ib.komisc.ru)

**Аннотация.** Животное население (нематоды, панцирные клещи, ногохвостки, дождевые черви, многоножки, насекомые) тундровых почв, будучи представлено множеством видов, определяет устойчивость хрупких и медленно восстанавливающихся арктических экосистем. В северных тундрах разнообразие беспозвоночных низкое, а почвенная фауна южных тундр и лесотундры представляет обедненный вариант таежного населения. В восточно-европейских тундрах обитает 3 вида дождевых червей, 254 – пауков, 2 – многоножек, 150 – жуужелиц, 74 – стафилинид и еще 39 видов жуков из девяти семейств, 192 и 94 вида коллембол и орибатид соответственно, 45 родов нематод. Почвенная фауна восточно-европейских тундр – важный резервуар биологического разнообразия Арктики, именно этому компоненту наземной биоты принадлежит существенная роль в экосистемных функциях почв.

В тундровых экосистемах почвенные обитатели достигают 90-95% по зоомассе и числу видов животных, населяющих ландшафт. Это универсальный биологический комплекс, разнообразный в отношении набора функционально-ценотических групп по типу питания и формам деятельности. Таксономическое и функциональное разнообразие комплекса сапрофагов определяется широким участием животных в механическом и химическом разрушении растительных остатков, в минерализации и гумификации растительных тканей. В зависимости от состава и численного соотношения отдельных функциональных групп комплекса сапрофагов в разных типах почв меняется и соотношение скорости отдельных зоогенных процессов, связанных с разложением органического материала. Беспозвоночные-зоофаги являются неотъемлемым элементом круговорота веществ и потока энергии, они также регулируют численность насекомых-вредителей в природе. Целостность и функционирование почвенной фауны способствуют устойчивому развитию биоценозов. Фауна беспозвоночных, включая в себя различные размерно-функциональные группы, будучи представлена множеством видов в тундровых почвах, определяет устойчивость хрупких и медленно восстанавливающихся арктических экосистем [1].

В полярных пустынях и северных тундрах разнообразие почвенной фауны низкое, вплоть до представленности крупных групп одиночными видами или полного их выпадения. По мере перехода от полярных широт к бореальному умеренному поясу биологическое разнообразие почв, функционирующих в экстремальных условиях криолитозоны, возрастает. Почвенная фауна южных тундр и лесотундры не включает специфических Субарктических форм и представляет практически обедненный вариант таежного населения [2].

Почвенная макрофауна восточно-европейских тундр представлена дождевыми червями, многоножками, насекомыми, которые тесно связаны с почвой или проходят развитие в почве. Приблизительно 70% от общей зоомассы почвенных беспозвоночных в арктической зоне составляют дождевые черви (Lumbricidae). В российской Арктике они встречаются повсеместно, кроме самых северных архипелагов (Земля Франца Иосифа, Северная Земля, о-ва Де Лонга). Их численность в зональных тундрах обычно низка, в пределах 2-19 экз./м<sup>2</sup>, а видовой

состав чрезвычайно беден, как правило, 1-2 вида. В полярных пустынях дождевые черви не найдены, а в тундровой зоне отмечены: подстилочный *Dendrobaena octaedra* и почвенно-подстилочные *Lumbricus rubellus*, *Eisenia n. nordenskioldi*. Находки в тундрах червей *Lumbricus rubellus*, погибающих уже при  $-2...-3^{\circ}\text{C}$ , фрагментарны. Первые два вида, способные к обитанию на вечной мерзлоте, характеризуются высокой холодоустойчивостью на всех стадиях жизненного цикла, чем определяется возможность их развития в Арктике в течение двух и более лет. Все количественные показатели (встречаемость, диапазон и средние значения численности) указывают на явное предпочтение видом *Dendrobaena octaedra* биотопов, где зимой может скапливаться снег (ерники, заросли кустарников, колки), тогда как в открытых местообитаниях (тундры, луга) чаще встречается и достоверно более многочислен *Eisenia n. nordenskioldi* [3]. Многоножки (Lithobiidae) предпочитают влажные почвы, их скопления можно обнаружить у корней кустарников ивы и ольхи. В кустарничково-моховых тундрах численность многоножек изменяется в пределах 1.6-32.0 экз./м<sup>2</sup>, в разнотравно-ивняковых сообществах численность этих животных более стабильна и составляет 15.0-20.0 экз./м<sup>2</sup>. Среди жесткокрылых (Coleoptera) адаптивный успех в тундровой зоне имеют семейства Carabidae, Staphylinidae, Elateridae. Численность жуков достаточно высока как в разнотравно-ивняковых и разнотравно-дюшекиевых сообществах – 8.5 экз./м<sup>2</sup> и 7.1 экз./м<sup>2</sup>, так и в кустарничково-моховых тундрах – 6.6 экз./м<sup>2</sup>, несколько ниже относительная численность жуков в кустарничково-лишайниковых тундрах – 2.5 экз./м<sup>2</sup>. Жужелицы обитают в крупноерниковых, кустарничково-лишайниковых тундрах, часто встречаются по берегам водоемов. К массовым видам относятся *Carabus truncaticollis*, *Pterostichus vermiculosus* и *Curtonotus alpinus*, заселяющие различные интразональные и плакорные зональные сообщества. Характерными обитателями тундровых экосистем являются *Pterostichus brevicornis*, *Pterostichus haemotopus*, *Pterostichus kokeili*, принадлежащие к ведущей группе арктической карабидофауны – трибе Pterostichini. Фауна стафилинид арктической зоны по сравнению с бореальной обеднена, тундровую фауну стафилинид составляют виды примерно 20 родов. По 1/3 всего семейства приходится на долю подсемейств Omaliinae и Aleocharinae. Представители этих под-

семейств имеют все предпосылки для адаптационного успеха в тундровой зоне. В пределах тундровой зоны выявлено около 29 видов щелкунов (Elateridae). Щелкуны отсутствуют в арктических тундрах за исключением отдельных находок представителей рода *Oedostethus* и *Negastrius*. В подзоне северных тундр кроме них встречаются еще *Hypnoidus rivularius* и *Ascoliocerus hyperboreus*. Их нахождение на северной границе тундровой зоны связано с интразональными местообитаниями по берегам рек. В южных тундрах и лесотундре видовое богатство щелкунов постепенно возрастает за счет проникновения полизональных и таежных видов *A. basalis*, *Selatosomus gloriosus*, *S. melancholicus*, *Sericus brunneus* [4]. Значительную долю в составе почвенной макрофауны восточно-европейских тундр составляют личинки жуков (Coleoptera), чешуекрылых (Lepidoptera) и двукрылых (Diptera): в разнотравно-ивняковых сообществах – 8.5 экз./м<sup>2</sup>, в кустарничково-моховых тундрах – 15.5 экз./м<sup>2</sup>, в кустарничково-лишайниковых тундрах – 5.5 экз./м<sup>2</sup> [1].

В составе почвенной мезофауны восточно-европейских тундр доминируют ногохвостки (Collembola) и панцирные клещи (Oribatei). Коллемболы, в отличие от большинства других групп беспозвоночных, сохраняют высокое таксономическое разнообразие в тундровой зоне. Более, чем 420 видов ногохвосток зарегистрировано севернее границы леса [5]. Наибольшее видовое богатство и количество широкораспространенных видов во всех секторах Арктики имеет семейство Isotomidae, далее следуют семейства Onychiuridae, Hurogastruridae, Neanuridae. Одной из характерных черт тундровых сообществ является постепенное обеднение «высших» Entomobryomorpha и Symphypleona к северу. Заметным отличием фауны коллембол тундр европейской части России является более интенсивное проникновение бореальных видов по сравнению с Сибирью. Панцирные клещи (Oribatei) в тундрах – вторая по обилию группа почвенных микроартропод после коллембол. Для тундр европейской части России известно 94 вида, 54 рода и 29 семейств орибатид. Наибольшее видовое богатство характерно для семейств Camisiidae, Ceratozetidae, Oppiidae, Suctobelbidae. Плотность населения панцирных клещей в тундровых почвах составляет 5-20 тыс. экз./м<sup>2</sup>. Биомасса орибатид коррелирует с их численностью и достигает в южных тундрах 1-2 г/м<sup>2</sup> [1, 6].

Почвенная микрофауна включает нематод, наибольшее число родов которых выявлено в кустарничковых тундрах (27) и пойменных сообществах (30), тогда как наибольшие показатели численности отмечены в луговых тундрах. Наименьшие показатели разнообразия и численности нематод зарегистрированы в ерниковых тундрах, 16 родов и  $71 \pm 38$  экз./100 г, соответственно. Наиболее благоприятные условия для существования нематод в условиях Арктики связаны с луговыми растительными ассоциациями, где обычно регистрируются наибольшие показатели численности и разнообразия этой группы [7].

В восточно-европейских тундрах достаточно высокое разнообразие почвенных беспозвоночных, выявлено три вида дождевых червей, 254 – пауков, два – многоножек, 150 – жуужелиц, 74 – стафилинид и еще 39 видов жуков из девяти семейств, 192 и 94 вида коллембол и орибатид соответственно, 45 родов нематод. Животное население почв в экстремальных климатических условиях Арктики сосредоточено в небольшом по мощности органо-аккумулятивном почвенном слое и практически не распространяется за его пределы в минеральные горизонты. Представители почвенной макрофауны характеризуются случайным или агрегированным распределением в пространстве, заселяя наиболее благоприятные местообитания и микростанции [8]. Микроартроподы и нематоды менее агрегированы, чем макрофауна, что свидетельствует об определенной роли размеров самих организмов [9]. Численность и разнообразие почвенных беспозвоночных увеличиваются с ростом обилия растительного покрова в тундрах [10]. Неслучайно, почвенная фауна восточно-европейских тундр – важный резервуар биологического разнообразия Арктики, и именно этому компоненту наземной биоты принадлежит существенная роль в экосистемных функциях почв.

*Исследования проведены в рамках темы НИР отдела экологии животных «Разнообразие фауны и пространственно-экологическая структура животного населения европейского северо-востока России и сопредельных территорий в условиях изменения окружающей среды и хозяйственного освоения» (рег. №122040600025-2).*

## Литература

1. Колесникова А.А., Мелехина Е.Н., Таскаева А.А. Почвенные беспозвоночные в Субарктических тундрах европейской части России // Север: арктический вектор социально-экологических исследований. Сыктывкар, 2008. С. 295-316.
2. Стриганова Б.Р. Почвенная фауна и энтомофауна // Российский Европейский трансект. М., 1996. С. 38-44.
3. Макарова О. Л., Колесникова А.А. Дождевые черви (*Oligochaeta*, *Lumbricidae*) в тундрах Восточной Европы // Известия РАН. Серия биологическая. 2019. №5. С. 438-449.
4. Медведев А.А. Фауна европейского Северо-востока России. Жуки-щелкуны. СПб.: Наука, 2005. Т. 8. Ч. 1. С. 173.
5. Babenko A., Fjellberg A. *Collembola septentrionale*. A catalogue of springtails of the Arctic regions. Moscow: KMK Scientific Press Ltd, 2006. 190 pp.
6. Панцирные клещи: морфология, развитие, филогения, экология, методы исследования, характеристика модельного вида *Nothrus palustris* C.L. Koch, 1839 / отв. ред. Д.А. Криволицкий. М.: Наука, 1995. 224 с. (Виды фауны России и сопредельных стран).
7. Таскаева А.А., Кудрин А.А., Конакова Т.Н., Колесникова А.А. Разнообразие почвенных беспозвоночных окрестностей Падимейских озер (Большеземельская тундра) // Евразийский энтомологический журнал. 2015. Т. 14. №5. С. 480-488.
8. Дитц А.А. Пространственное распределение почвенных беспозвоночных в южных тундрах // Биоразнообразие экосистем Крайнего Севера: инвентаризация, мониторинг, охрана. Материалы IV Всероссийской научной конференции. Сыктывкар, 2023. С. 210-215.
9. Таскаева А.А., Конакова Т.Н., Колесникова А.А., Кудрин А.А., Панюков А.Н., Лаптева Е.М. Пространственное распределение беспозвоночных животных в почвах юго-восточной части Большеземельской тундры // Известия РАН. Серия биологическая. 2021. №1. С. 103-112.
10. Таскаева А.А., Колесникова А.А., Конакова Т.Н., Кудрин А.А. Зооэдафон восточно-европейских тундр // Известия Коми научного центра УрО РАН. 2017. №4 (32). С. 15-24.

## ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД СЕЛА КРАСНОЩЕЛЬЕ (МУРМАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

*Дрогобужская С.В.<sup>1</sup>, Мазухина С.И.<sup>2</sup>, Сафонов А.В.<sup>2</sup>, Широкая А.А.<sup>1</sup>, Красавцева Е.А.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева – обособленное подразделение ФИЦ «КНЦ РАН», Апатиты;

<sup>2</sup>Институт проблем промышленной экологии Севера – обособленное подразделение ФИЦ «КНЦ РАН», Апатиты  
drogosv@yandex.ru, simazukhina@mail.ru

**Аннотация.** Проведена оценка химического состава природных и питьевых вод села Краснощелье (Мурманская область), где проживает коренное население. Анализ результатов химического состава вод колодцев по макрокомпонентам, мг/л: Ca (2,6-12,8), Mg (0,83-2,04), Na (2,4-6,9), K (0,83-7,0), NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (11,3-31,8), Cl<sup>-</sup> (2,3-10,2). Значения pH в колодцах – от 5,38 до 6,94, в поверхностных водах – 6,38-6,45. Присутствие в питьевых водах РЗЭ при их постоянном употреблении может представлять опасность для здоровья населения и стать причиной заболеваний. Высокая концентрация нитрата в водах нецентрализованных систем водоснабжения также неполезна для здоровья населения.

Село Краснощелье находится в Ловозерском районе Мурманской области, третий по размеру населённый пункт района с небольшим населением (немногим более 400 человек), расстояние от районного центра 140 км, находится на левом берегу реки Поной, 157 м над уровнем моря. Основное предприятие – сельскохозяйственный оленеводческий кооператив «Оленевод». Большое значение для жителей села имеют рыболовство, охота, сбор грибов и ягод. В селе Краснощелье проживает коренное население Кольского Севера – коми-ижемцы и саамы, которое использует воду нецентрализованных систем водоснабжения – колодцы (рис. 1).



Рисунок 1 – Колодцы в селе Краснощелье

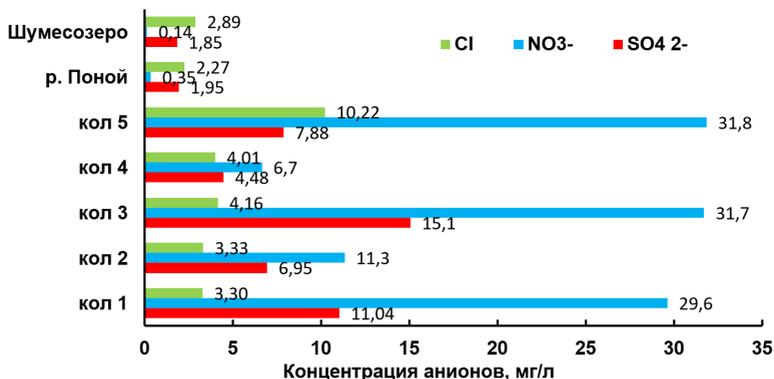
Сохранение здоровья коренного населения – очень важная задача. Ловозерский район в разрезе городов и районов области является территорией риска, где фиксируется значительное превышение среднероссийских показателей заболеваемости мочекаменной болезнью, болезнями системы кровообращения, злокачественными новообразованиями и болезнями желудочно-кишечного тракта (язвой желудка и 12-п. кишки, гастритами, дуоденитами) [1, 2].

Для профилактики неблагоприятного воздействия химических элементов на организм человека необходимо выяснить пути и источники их поступления, одним из которых может быть пероральный путь поступления с питьевой водой. В течение долгих десятилетий существовало убеждение, что из металлов важные биохимические функции выполняют только основные элементы – Na, Mg, K и Ca, однако в настоящее время полагают, что редкие элементы, содержащиеся в организме человека в следовых количествах, могут выступать регуляторами биологических процессов.

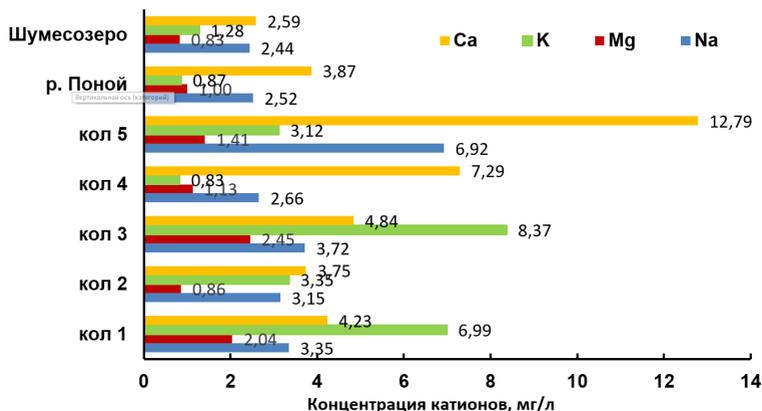
Основная цель данного исследования – полный химический анализ поверхностных (река Поной и Шумесозеро) и подземных вод из колодцев села Краснощелье. Отбор образцов произведен в апреле 2024 г, из колодцев, расположенных на разных улицах.

Анализ водных проб включал в себя определение pH, Eh, щелочности и анионного состава ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{F}^-$ ) методами титриметрии и потенциометрии (анализатор жидкости Эксперт-001 и иономер И-160 МИ, Россия). Для элементного анализа использовали метод масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ELAN 9000 DRC-e, Perkin Elmer).

Анализ результатов химического состава вод по макрокомпонентам колодцев (подземные воды) показывает содержание, мг/л: Ca (2,6-12,8), Mg (0,83-2,04), Na (2,4-6,9), K (0,83-7,0),  $\text{NO}_3^-$  (11,3-31,8),  $\text{Cl}^-$  (2,3-10,2). Значения pH в колодцах – от 5,38 до 6,94, в поверхностных водах – 6,38-6,45.



а



б

Рисунок 2 – Концентрации разных ионов в водах, а – концентрации анионов  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$  и  $\text{NO}_3^-$ ; б – концентрации катионов  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$

Концентрация нитратов в реке Поной (село расположено на берегу реки), составляет 0,35 мг/л, что соответствует фоновым концентрациям в водах реки Вудъяврийок (0,3 мг/л) в Апатитско-Кировском районе Мурманской области [3]. Содержание нитрата в колодцах – в десятки раз больше, что указывает на их биогенное или техногенное поступление, но не превышает ПДК, равное 45 мг/л. В поверхностных водах (река Поной и Шумесозеро) концентрация железа составляет 1,7 мг/л и превышает допустимое значение, в колодцах его концентрация не превышает 0,3 мг/л.

Сопоставление химического состава вод с. Краснощелья с химическим составом вод централизованного водоснабжения г. Мурманска указывает на большие концентрации макроэлементов ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ), существенно превышает концентрацию кальция в водах скважин водозабора «Центральный» (г. Кировск). Воды сопоставимы по концентрациям Sr и Zr, концентрации макроэлементов и соотношение Ca/Sr больше 100 не вызывает опасения для здоровья.

Концентрации редких и редкоземельных элементов (РЗЭ) в поверхностных и подземных водах (колодцах) представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Концентрации редких и РЗЭ в поверхностных и подземных водах

Элемент	Концентрация, мкг/л						
	кол 1	кол 2	кол 3	кол 4	кол 5	р. Поной	Шумесозеро
сумма РЗЭ	43,6	0,53	50,2	4,2	21,3	1,57	0,47
Sc	1,38	1,54	1,34	1,38	1,38	2,03	0,77
Y	13,7	0,32	16,0	0,95	3,98	0,37	0,15
Th	0,059	0,003	0,012	0,006	0,135	0,032	0,016
U	0,019	0,001	0,011	0,007	0,091	0,083	0,001

Присутствие в питьевых водах РЗЭ при их постоянном употреблении может стать причиной заболеваний нервной системы и других органов [4]. Присутствие РЗЭ в поверхностных природных и питьевых водах установлено в других поселениях Ловозерского района [5-6].

*Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ 24-17-00114 «Оценка химического состояния природных и питьевых вод Мурманской области, форм миграции, влияние на элементный статус жителей».*

## Литература

1. Материалы для государственного доклада «О состоянии эпидемиологического благополучия населения в Мурманской области. Подготовлены рабочей группой специалистов: санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Мурманской области в 2022 году». Мурманск: Роспотребнадзор, 2023. С. 226. <https://51.rospotrebnadzor.ru> (дата обращения 10.03.2024 г.).
2. Материалы для государственного доклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Мурманской области в 2023 году». Мурманск: Роспотребнадзор, 2024. С. 214. <https://51.rospotrebnadzor.ru> (дата обращения 12.07.2024 г.).
3. Токарев И.В. «Изотопная реконструкция происхождения, эволюции и оценка текущего состояния водно-ледовых объектов» / Диссертация на соискание учёной степени доктора геолого-минералогических наук. Санкт-Петербург. 2024. Т. 2. С. 172. (С. 48).
4. Belisheva N.K., Drogobuzhskaya S.V. Rare Earth Element Content in Hair Samples of Children Living in the Vicinity of the Kola Peninsula Mining Site and Nervous System Diseases // *Biology*. 2024. – 13. – 626. <https://doi.org/10.3390/biology13080626>.
5. Sandimirov S.S., Pozhilenko V.I., Mazukhina S.I., Drogobuzhskaya S.V., Shirokaya A.A., Tereshchenko P.S. Chemical composition of natural waters of the Lovozero massif, Russia // *Modeling Earth Systems and Environment*. 2022. №8. p. 4307-4315. <https://doi.org/10.1007/s40808-022-01362-1>.
6. Мазухина С.И., Дрогобужская С.В., Сандимиров С.С., Маслобоев В.А. Особенности изменения химического состава питьевой воды в результате водоподготовки (с. Ловозеро, Кольский полуостров) // *Известия ТПУ. Инжиниринг георесурсов*. 2023. Т. 334. №10. 243-252. DOI 10.18799/24131830/2023/10/4147.

\* \* \*

## АКТУАЛИЗАЦИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА МЕЖДУНАРОДНОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ «ЛЕНА-НОРДЕНШЕЛЬД»

Дьячковский А.Н.<sup>1</sup>, Николин Е.Г.<sup>1,2</sup>, Адриан И.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Государственный природный заповедник «Усть-Ленский»  
Lena\_delta@bk.ru

<sup>2</sup>Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН  
– обособленное подразделение ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН», Якутск  
enikolin@yandex.ru

**Аннотация:** Обсуждается вопрос восстановления научного статуса Международной биологической станции «Лена-Норденшельд», расположенной в дельте р. Лена и имеющей весьма удобную логистическую схему.

*«... Опасно полагать, что природные запасы России неисчерпаемы...;  
Важно, чтобы гражданское общество активно участвовало  
и в решении таких задач, как совершенствование природоохранного  
законодательства, сохранение редких видов животных и растений ...»*

**Президент Российской Федерации  
В.В. Путин**

Выше нами приведена цитата Президента Российской Федерации В.В. Путина к вопросу значимости научных исследований на особо охраняемых природных территориях, одной из которых является Государственный природный заповедник «Усть-Ленский».

Международная биологическая станция (МБС) «Лена-Норденшельд» была организована на территории Государственного природного Усть-Ленского заповедника, у его северо-восточной границы, в 1995 году по инициативе международного Фонда Дикой природы и при непосредственном участии почетного президента международного секретариата WWF, Его Королевского Высочества принца Филиппа и первого Президента Республики Саха (Якутия) М.Е. Николаева.

Активным пропагандистом и организатором создания этого стационарного пункта научных исследований был член-корреспондент РАН, заслуженный деятель науки ЯАССР и РСФСР, доктор биологических наук, профессор Н.Г. Соломонов. У истоков этой станции стоял наш коллега, кандидат биологических наук С.В. Ларионов, бывший тогда директором Усть-Ленского заповедника и много сделавший для строительства этого объекта.

МБС «Лена-Норденшельд» расположена на правом коренном берегу Быковской протоки р. Лена, в приустьевой части ее правого притока р. Тылах-Юрягэ (рис. 1). Прилежащая территория охватывает левобережную часть упомянутого притока, долину р. Лены с урезом воды от 0,6 м над ур. м. и господствующую вершину горы Ысы Туойдах Хая, с высотой 327 м над ур. м., входящую в горную систему Приморский кряж. Данный пункт удален от пос. Тикси на 68 км к северо-северо-западу (от прилежащего к Тикси берега залива Неелова – 56 км).



Рисунок 1 – Карта-схема расположения МБС «Лена-Норденшельд»

Эта территория, как объект научных исследований, была высоко оценена научным сообществом в связи с возможностью изучения как горных экосистем Приморского края, так и пойменных островов дельты р. Лены.

Главным достоинством МБС Лена-Норденшельд является ее географическое расположение и логистическая доступность. Не отрицая значения научной станции на о. Самойловский, отметим некоторые очень существенные преимущества МБС Лена-Норденшельд:

1. Данная станция расположена в двух-трехчасовой доступности от пос. Тикси водно-моторным транспортом. Буквально в 50 метрах от станции находится судовой ход речного флота, что облегчает возможность завоза грузов туда и доставки научных сотрудников, а также эко-туристов. Кроме того, мимо станции пролегает зимняя дорога (зимник) и при необходимости этим путем можно организовать доставку персонала туда наземно, используя вездеходы на шинах низкого давления или квадроциклы. Это имеет особое значение, принимая во внимание сложные погодные условия (штормовые ветра), часто задерживающие в Тикси выезд моторных лодок и ставящие под угрозу жизнь перемещающихся людей.

2. В отличие от станции, расположенной на острове Самойловский, где в непогоду передвижения научного персонала существенно ограничиваются, а островная территория «избита» всесторонними научными наблюдениями, здесь материковое расположение позволяет научным сотрудникам неограниченно путешествовать по территории, независимо от погодных условий. Здесь можно планировать наземные маршруты любой дальности.

3. Примыкающий к местности, где расположена станция, Приморский край во многих направлениях наук представляет собой «terra incognita» и нуждается в глубоких исследованиях. В частности, это касается и ботанического направления, которым охвачена лишь местность, удаленная от станции в радиусе не более двух км.

Данный объект включает большой лабораторный корпус общей площадью 340 м<sup>2</sup> с комнатами для проживания людей, столовой, залом для проведения конференций и др. подобных мероприятий (рис. 2). Кроме того, близ станции расположена система хозяйственных построек для размещения электростанции, ГСМ, бани и др. В перспективе все строения могут быть модернизированы.



Рисунок 2 – Комплекс строений Международной биологической станции «Лена-Норденшельд»

В 1994 году в рамках Арктической экспедиции в районе МБС «Лена-Норденшельд» Р.В. Десяткиным и А.А. Егоровой проводилось обследование почвенного и растительного покрова, материалы которого были опубликованы в сборнике статей (Десяткин, 1996; Егорова, 1996). А.А. Егоровой был составлен геоботанический профиль этого участка, сделано общее описание растительности и приведен список сосудистых растений (79 видов), мхов и лишайников, отмеченных в геоботанических описаниях.

В 2015 г. на МБС «Лена-Норденшельд» флористический учет был проведен авторами этой публикации, по итогам которого была опубликована научная статья в Ботаническом журнале (Николин, Якшина, 2017), а позднее – монография «Иллюстрированная флора окрестностей Международной биологической станции «Лена-Норденшельд» (Николин, Якшина, 2018), второе стереотипное издание которой вышло в 2021 г.

МБС «Лена-Норденшельд» посещалась многими специалистами различных научных направлений, публикации которых, очевидно, выходили в разных научных изданиях. А наша монография пока служит визитной карточкой этого объекта.

Последние годы жизни Никита Гаврилович Соломонов большое внимание уделял биологическому разнообразию величайшей реки Якутии, России и всего мира – Лены, в том числе и ее нижнему течению, несущему воды в Северный Ледовитый океан. Мы, его последователи, обращаемся к широким научным кругам обратить внимание на весьма удобный и интересный участок дельты Лены – на Международную биологическую станцию «Лена-Норденшельд» и своим активным участием в научных исследованиях придать ей новое дыхание и новую актуальность. Как нам представляется, изучение дельты такой реки, как Лена, заслуживает и нуждается в сети стационаров, подобных МБС «Лена-Норденшельд» и Научно-исследовательской станции «Остров Самойловский». Вероятно, оборудованные для подобных исследований пункты необходимы на Оленекской и Трофимовской протоке, на крайних северных и промежуточных островах дельты.

*Благодарности. Работа выполнена в рамках госзадания Минобрнауки России «Растительный покров криолитозоны таежной Якутии: биоразнообразие, средообразующие функции, охрана и рациональное использование» (№ госрегистрации в ЕГИСУ: АААА-А21-121012190038-0; и с применением оборудования ЦКП ФИЦ «ЯНЦ СО РАН» (3D сканер ObjectScan 1600 S (MICROTEK), грант №13. ЦКП.21.0016).*

### Литература

1. Десяткин Р.В. Почвы южной части дельты р. Лены. Почвы, растительный и животный мир Арктических районов Якутии (дельта р. Лены). Якутск, 1996. С. 32-41.
2. Егорова А.А. Растительность южной части дельты р. Лены. Почвы, растительный и животный мир Арктических районов Якутии (дельта р. Лены). Якутск, 1996. С. 41-54.
3. Николин Е.Г., Якшина И.А., Петровский В.В. Флора окрестностей международной биологической станции «Лена-Норденшельд» (Усть-Ленский заповедник, Якутия) // Бот. журн., 2017. Т. 102, №10. С. 1402-1420.

4. Николин Е.Г., Якшина И.А., Петровский В.В. Иллюстрированная флора окрестностей Международной биологической станции «Лена-Норденшельд». Новосибирск: Наука, 2018. 116 с. (серия: Усть-Ленский государственный природный заповедник: биологическое разнообразие).

\* \* \*

---

## **ФОРМИРОВАНИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА ДЛЯ КРЕАТИВНОЙ ЭКОНОМИКИ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

---

*Егоров В.А., Пуляевская В.Л.*

ФГБОУ ВО «Арктический государственный институт культуры  
и искусств», г. Якутск

ГАУ «Центр стратегических исследований при Главе РС (Я)», г. Якутск

Vladimir\_egorov@mail.ru

valyapll@mail.ru

Аннотация. В условиях глобальных вызовов, стремительно меняющегося мира и поставленных задач по технологическому суверенитету страны человеческий капитал становится основным ресурсом, определяющим будущее экономики регионов Дальнего Востока. Этому способствует и возрастающее внимание к несырьевому сектору экономики при продолжающемся развитии добывающей промышленности. В частности, в Республике Саха (Якутия) значительные усилия направлены на развитие креативной экономики, развитие которой особенно сопряжено с человеческим капиталом. При этом имеются проблемы, связанные как с оттоком человеческого капитала, так и с общим пониманием процессов наращивания человеческого потенциала и его превращением в человеческий капитал, так и с методологией управления этими процессами в целях достижения задачи развития креативной экономики. Необходимо изучить факторы, влияющие на развитие креативной экономики в том числе с точки зрения человеческого капитала. В этих целях на базе ФГБОУ ВО «Арктического государственного института культуры и искусств» в рам-

ках программы «Приоритет 2030» создана Лаборатория по изучению человеческого капитала для креативной экономики, которая должна стать ведущим многопрофильным центром исследований человеческого капитала для креативной экономики и инновационного развития регионов на Дальнем Востоке и в Арктике. Исследования лаборатории позволят изучить и понять роль креативных индустрий в экономическом развитии регионов, предложить механизмы для формирования человеческого капитала и развития креативной экономики в целом. Результаты деятельности лаборатории должны стать основой для принятия научно обоснованных управленческих решений.

В условиях стремительно развивающихся технологий, когда в высококонкурентной борьбе выигрывают инновации, возникающие благодаря интеллекту и творческому подходу, все больший вклад в современную экономику вносит человеческий капитал, возрастает значение интеллектуальных, творческих и других когнитивных способностей, влияющих на благосостояние общества и качество жизни [1].

Развитие человеческого капитала в Республике Саха (Якутия) является стратегическим приоритетом с 1990-х годов и сохраняет свою актуальность в настоящее время. В условиях глобальных вызовов и стремительно меняющегося мира человеческий капитал продолжает оставаться основным ресурсом, определяющим будущее Якутии и её место на мировой арене. Период руководства первого Президента Республики Саха (Якутия) М.Е. Николаева (1991-2002) ознаменовался важными изменениями в образовательной системе региона. В связи с политическими и экономическими изменениями, произошедшими в конце XX века в Республике Саха (Якутия) возникла необходимость поиска новых путей для обеспечения ее устойчивого развития. В этом контексте человеческий капитал был признан ключевым фактором, определяющим будущее региона. Под руководством М.Е. Николаева были заложены основы системы образования, ориентированной на выявление и поддержку талантливой молодежи. Особое внимание уделялось созданию специализированных образовательных учреждений и программ, направленных на развитие способностей учащихся.

В настоящее время в Республике Саха (Якутия) продолжают активно развиваться образовательные и научные инициативы, направленные на формирование человеческого капитала. В 2018 году был принят Закон Республики Саха (Якутия) «О стратегии социально-экономического развития Республики Саха (Якутия) до 2032 года с целевым видением до 2050 года». Он направлен на создание в Якутии уникального пространства для реализации талантов и знаний граждан, ответственных за эффективное использование природных ресурсов региона и сохранение нетронутой природы для будущих поколений и всего человечества. Основная стратегическая цель социально-экономического развития заключается в том, чтобы к 2032 году Республика Саха (Якутия) заняла лидерские позиции на международной арене по конкурентоспособности человеческого капитала [2].

Согласно данным за 2019 год по индексу человеческого капитала Республика Саха (Якутия) занимает 9-е место в России и 2-е место в Дальневосточном федеральном округе, уступая Сахалинской области. Высокие показатели Республики Саха (Якутия) по индексу развития человеческого потенциала, включая индекс образования (0.94) и индекс дохода (0.924), подтверждают успешность выбранной стратегии развития [3].

Следует отметить большой вклад региональных органов исполнительной власти в развитие инновационной инфраструктуры Якутии. В 2019 году в республике впервые была разработана и утверждена Концепция развития креативной экономики региона, в связи с чем Якутия стала российским лидером в области креативной экономики. В 2022 году по итогам Российской национальной премии в сфере креативных индустрий (Russian Creative Awards) Республика Саха (Якутия) признана самым креативным регионом Российской Федерации, опыт Якутии вошел в Региональный стандарт развития креативных индустрий, разработанный АСИ [4].

Принятие Концепции развития творческих (креативных) индустрий в Российской Федерации [5] связано с необходимостью диверсификации экономики страны, перехода на инновационный путь развития и повышения конкурентоспособности на глобальной арене. В условиях меняющейся мировой экономической конъюнктуры и ускоряющегося

процесса цифровизации поддержка и развитие креативных индустрий становятся важными факторами устойчивого экономического роста и социального благополучия.

Креативная экономика охватывает широкий спектр отраслей – от искусства и дизайна до медиа и технологий. Измерение её вклада на валовой внутренний продукт региона может быть сложным из-за разнородности данных и методов их сбора. Не всегда можно найти чёткие, унифицированные методы для оценки продуктивности и влияния креативных индустрий. Для решения указанных проблем важно разрабатывать и использовать комплексные методы и приемы, учитывающие специфику креативной экономики и региональные особенности.

В Республике Саха (Якутия) был принят указ о развитии креативной экономики, направленный на усиление позиций республики в различных индустриях, включая IT-сектор, кино, геймдев, дизайн и другие направления. Планируется, что к 2030 году в этих отраслях будут заняты около 70 тысяч человек. В настоящее время особое внимание уделяется созданию инфраструктуры и мерам поддержки, с целью стимулировать появление новых бизнесов и коммерциализацию творческого потенциала региона [6].

В августе 2024 года принят закон о развитии креативных (творческих) индустрий в Российской Федерации [7]. Принятие закона о развитии креативных индустрий открывает новые возможности для сотрудничества между государством, бизнесом и обществом в целях создания инновационной и конкурентоспособной культурной среды. С принятием данного закона появляются механизмы и стимулы для более детального анализа и оценки этого сектора. Закон позволит не только усилить поддержку креативных предпринимателей, но и сформировать статистические и методологические базы, которые необходимы для точного измерения экономического вклада креативных индустрий.

Несмотря на то, что территория Дальнего Востока составляет 41% территории России, плотность населения здесь в пять раз меньше, чем в Центральном федеральном округе. Миграционные процессы, в частности, высокий отток молодежи препятствуют накоплению интеллектуального капитала в данном округе. Согласно годовому отчету Министерства Российской Федерации по развитию Дальнего Востока и

Арктики за 2023 год, на 1 января 2024 года численность постоянного населения Дальнего Востока составила – 7 866,3 тыс. человек. В период с января по сентябрь 2023 года миграционный отток населения Дальнего Востока составил 6,0 тыс. человек, что в 5,5 раза меньше, чем за аналогичный период 2022 года. Указанное снижение свидетельствует о положительной динамике [6]. При этом значительная часть уезжающих представлена молодежью, что, как правило, связано с желанием выпускников получить образование за пределами ДФО.

Привлечению на Дальний Восток специалистов, особенно из числа молодежи, их закреплению в регионе способствуют гарантии и компенсации, предоставляющие преимущества среди других субъектов. Одной из государственных программ поддержки является инициатива под названием «Приоритет 2030. Дальний Восток», которая направлена на развитие перспективных областей обучения. Для университетов Дальнего Востока это особенно важно, так как регион нуждается в современной образовательной инфраструктуре и создании оптимальных условий для обучения, работы и жизни молодежи.

Лаборатория по изучению человеческого капитала для креативной экономики создана на базе ФГБУО ВО «Арктический государственный институт культуры и искусств» в рамках программы «Приоритет 2030».

Деятельность лаборатории осуществляется за счет средств гранта в форме субсидий из федерального бюджета по программе «Приоритет 2030».

Основные цели лаборатории:

1. Исследование различных аспектов формирования, сохранения и использования человеческого капитала для креативной экономики.
2. Разработка рекомендаций и комплекса мер по выявлению, возвращению, сохранению и привлечению талантов для развития креативной экономики в регионах Дальневосточного федерального округа и Арктической зоны Российской Федерации.

Научные исследования охватывают 4 направления изучения человеческого потенциала:

1. Технологический задел и определение технологий развития креативных индустрий (для территорий, для субъекта или в целом).
2. Механизм сбора, хранения и обработки данных по развитию креативной экономики на Дальнем Востоке и в Арктике.

3. Кадровое обеспечение решений по развитию креативной экономики на Дальнем Востоке и в Арктике.

4. Развитие креативного мышления и формирование креативных компетенций в системе дошкольного и школьного образования как основа для формирования человеческого капитала для креативной экономики Дальнего Востока и Арктики.

Лаборатория должна стать экспертным центром, специализирующимся на подготовке кадров и управлении талантами, площадкой для взаимодействия исследователей, управленцев, представителей бизнеса, общественных организаций и экспертов по человеческому капиталу. Она должна стать ведущим многопрофильным центром исследования человеческого капитала для креативной экономики и инновационного развития регионов на Дальнем Востоке и в Арктике. Результаты деятельности лаборатории станут основой для принятия научно обоснованных управленческих решений.

В настоящее время лаборатория работает над научным исследованием под названием «Модель оценки креативной экономики Дальнего Востока и Арктики». Стремительные изменения в мировой экономике и растущая конкуренция между регионами, делает актуальным изучение и развитие креативной экономики. Такие регионы, как Дальний Восток и Арктика, обладают потенциалом для развития креативных отраслей, что способствует их устойчивому развитию и привлечению инвесторов. С учетом сложной транспортно-логистической схемы в данных регионах продукты креативных индустрий становятся все более востребованными, это обусловлено тем, что товары и услуги в сфере креативных индустрий представлены преимущественно в виде нематериальных активов и нематериальной продукции, что упрощает процесс экспорта и минимизирует ограничения в сфере сбыта. Кроме того, специалисты креативных индустрий, занятые в традиционных отраслях экономики, оказывают значительное влияние на формирование добавленной стоимости и рост конкурентоспособности.

В связи с вышеуказанным, формирование модели креативной экономики окажет влияние на развитие различных сфер экономики, и станет залогом эффективной государственной и корпоративной политики, направленной на развитие креативного потенциала регионов Дальнего

Востока и Арктики. Исследование позволит по-новому взглянуть на развитие креативной экономики, что может послужить основой для разработки стратегий развития и повышения конкурентоспособности.

Исследование будет состоять из 3-х основных разделов, связанных с развитием креативной экономики в регионах Дальнего Востока и Арктики. Первый раздел заключается в формировании системы научно-обоснованных показателей и новых методических подходов, которые позволят оценить вклад креативных индустрий в экономику региона или макрорегиона. Второй раздел состоит в определении актуального состояния и возможных перспектив развития креативных индустрий в указанных регионах. Третий раздел предполагает построение мультипликативной модели в области креативной экономики с учетом влияния креативных индустрий на традиционные отрасли для анализа ожидаемых результатов от реализуемых проектов.

Таким образом, исследование внесет важный вклад в изучение и понимание роли креативных индустрий в экономическом развитии регионов. Кроме того, в ходе исследования будут разработаны методы и приемы для анализа и оценки креативной экономики и ее влияния на общую экономическую динамику.

### **Литература**

1. Егоров В.А. Измерение качества человеческого потенциала в условиях современной экономики: управленческий аспект // Власть и управление на Востоке России. 2024. №1 (106). С. 84-96. <https://doi.org/10.22394/1818-4049-2024-106-1-84-96>.
2. Закон Республики Саха(Якутия) от 19 декабря 2018 года 2077-3 №45-VI «О стратегии социально экономического развития Республики Саха(Якутия) до 2032 года с целевым видением до 2050 года». <https://base.garant.ru/48185108/>.
3. Голяшев А., Краснопеева Н, Иванова М. Аналитическая записка «Индекс человеческого развития в России: региональные различия». 2021 год. С. 8-10.
4. Региональный стандарт развития креативных индустрий. <https://asi.ru/creative/standart/>.

5. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 20 сентября 2021 года №2613-р «Концепция развития творческих (креативных) индустрий и механизмов осуществления их государственной поддержки в крупных и крупнейших городских агломерациях до 2030 года» <http://static.government.ru/media/files/HEXNAom6EJunVIxBCjIAtAya8FAVDUfP.pdf>
6. Указ Главы Республики Саха (Якутия) от 27 Апреля 2024 г. №302 «О развитии креативной экономики Республики Саха (Якутия)». Указ Главы Республики Саха (Якутия) от 27 апреля 2024 г. №302 «О развитии креативной экономики Республики Саха (Якутия)».
7. Федеральный закон от 8 августа 2024 г. №330-ФЗ «О развитии креативных (творческих) индустрий в Российской Федерации» <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/409395175/>.

\* \* \*

## **МЕТАБОЛОМНОЕ ПРОФИЛИРОВАНИЕ ПЛАЗМЫ КРОВИ ПОЖИЛЫХ ЛЮДЕЙ С РАЗЛИЧНЫМИ ХРОНИЧЕСКИМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ, ПРОЖИВАЮЩИХ В РАЙОНАХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА**

*Егорова У.В.<sup>1</sup>, Лебедева У.М.<sup>1,2</sup>, Жожиков Л.Р.<sup>1,2</sup>, Осипова З.О.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН», Якутск

<sup>2</sup>Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, Якутск  
[uegorova-02@mail.ru](mailto:uegorova-02@mail.ru)

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследования метаболитов плазмы крови методом газовой хромато-масс-спектрометрией (ГХ-МС), с участием 47 жителей пожилого возраста Верхневиллойского района Республики Саха (Якутия) с различными диагнозами заболеваний, средний возраст которых составил  $63,3 \pm 7,0$  года. В результате исследования было идентифицировано 50 низкомолекулярных соединений. По идентифицированным метаболитам проведен дискриминантный анализ на основе частных наименьших квадратов (PLS-DA) для выявления метаболитов, повышающих риск развития различных заболеваний.

**Актуальность.** На сегодняшний день метаболомное профилирование является весьма перспективным направлением, позволяющим идентифицировать метаболические изменения, которые могут помочь раннему выявлению групп лиц с высоким риском развития болезни [1, 2, 3, 4]. Именно по этой причине за последние десятилетия всё больше возрастает роль метаболомных исследований с целью поиска потенциальных биомаркеров заболеваний, которые обладают высокой прогностической значимостью. Метаболические изменения в организме находят отражение в метаболомном профиле биологических жидкостей, таких как плазмы крови, моча и т.д. [5, 6, 7, 8].

За последние годы с изменением демографической обстановки в Республике Саха (Якутии) и увеличением продолжительности жизни населения, необходимость сохранения здоровья, а также обеспечение достойного уровня жизни пожилых людей представляют важную научную и практическую задачу. В связи с этим изучение метаболического статуса пожилого населения Якутии становится актуальным направлением. Целью исследования является выявление биомаркеров заболеваний методом метаболомного профилирования плазмы крови пожилых людей с различными хроническими заболеваниями, проживающих в районах Крайнего Севера на примере Верхневилуйского района РС (Я).

**Материалы и методы.** В исследовании принимали участие 47 пациентов Государственного бюджетного учреждения Республики Саха (Якутии) «Верхневилуйская центральная районная больница», из них 22 мужчин (46,8%) и 25 женщин (53,2%), средний возраст –  $63,3 \pm 7,0$  года. Участие было добровольным и сопровождалось подписанием информированного согласия исследуемых. В рамках исследования был задан ряд вопросов о состоянии здоровья, включая информацию о наличии хронических заболеваний и диагнозов. Согласно проведенному анкетированию, было установлено, что среди 47 исследуемых, т.е. у 42,6% ( $n=20$ ), имелись сахарный диабет или слегка повышенный риск развития сахарного диабета. Большинство опрошенных часто страдают заболеваниями пищеварительного тракта 68,1% ( $n=32$ ) и артериальной гипертонией – 70,2% ( $n=33$ ). У половины пожилых людей имеется высокий уровень холестерина – 48,9% ( $n=23$ ). Пациентов с хроническим заболеванием щитовидной железы составило 36,2% ( $n=20$ ), перенесших инсульт – 12,8% ( $n=6$ ).

Исследование проводилось в полном соответствии с положениями Хельсинкской декларации, на основании положительного заключения об этическом одобрении Локального этического комитета ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН» (протокол №1 от 01.03.2024 г.). Для метаболомного профилирования образцов плазмы крови использовали газовый хроматограф с масс-спектрометрическим детектором на приборе «Маэстро» (Интерлаб, Россия). Количественную интерпретацию хроматограмм проводили методом внутренней стандартизации по углеводу-роду  $C_{23}$ , импортировали в программное обеспечение MetaboAnalyst 6.0. и визуализировали с использованием методов кластерного анализа.

Результаты и обсуждение. В ходе исследования метаболитов плазмы крови методом газовой хромато-масс-спектрометрией было идентифицировано 50 низкомолекулярных соединений (табл. 1), в том числе жирные кислоты (n=9), органические кислоты (n=11), аминокислоты (n=12), сахара и их производные (n=7), стериды (n=2), неорганические кислоты (n=1), азотсодержащие вещества (n=3) и производные липидов (n=5).

Таблица 1. Перечень соединений, определяемых в плазме крови при нецелевом метаболомном профилировании методом ГХ-МС

Rt, мин	Метаболиты	Rt, мин	Метаболиты
Жирные кислоты		Производные липидов	
13.594	Масляная кислота	17.250	Фосфорная кислота, 2-изотиоцианатоэтил
22.783	Гексадекановая кислота	19.356	Глицерол-2-фосфат
24.725	Пальмитиновая кислота	19.876	Глицерол-1-фосфат
27.198	Линолевая кислота	34.467	1-монолеоилглицерин
27.274	Олеиновая кислота	37.830	1-пальмитоиллизофосфатидная кислота
27.655	Стеариновая кислота	Сахара и их производные	
29.415	Арахидоновая кислота	6.412	Гликолевая кислота
32.429	1-монопальмитин	18.893	Галактоза
44.363	9-гексадеценная кислота	18.943	Эритрулоза
Органические кислоты		21.303	Фруктоза
6.161	Молочная кислота	22.010	Аллоза
7.446	2-гидроксимасляная кислота	22.294	Психоза
7.565	Щавелевая кислота	22.963	Глюкоза

8.106	3-гидроксимасляная кислота	Аминокислоты	
10.906	Ацетоуксусная кислота	6.937	Аланин
11.869	Глицериновая кислота	7.282	Глицин
15.172	Яблочная кислота	9.291	Валин
16.408	2,3,4-Тригидроксимасляная кислота	10.522	Лейцин
17.998	Арабиноновая кислота, 1,4-лактон	11.001	Пролин
18.568	3,4,5- Тригидроксипентановая кислота	12.491	Серин
18.713	3-кетовалериановая кислота	13.064	Треонин
Азотсодержащие вещества		14.792	Аспарагиновая кислота
5.681	Карбамат	15.712	5-оксипролин
9.743	Мочевина	16.354	2-аминоадипиновая кислота
26.042	Мочевая кислота	17.695	Глутаминовая кислота
	Стерины	20.616	Рибоновая кислота
35.977	Холеста-3,5-диен	Неорганические кислоты	
38.789	Холестерин	10.672	Фосфорная кислота

Для построения модели риска развития различных заболеваний был проведен дискриминантный анализ с использованием частных наименьших квадратов (PLS-DA). По результатам анализа установлено (рис. 1), что точки, являющиеся отражением метаболома плазмы крови пожилых людей с различными хроническими заболеваниями, частично разделились на две группы, что также позволило продолжить анализ исследуемых метаболитов.

Для выяснения того, по каким основным метаболитам выявлено наибольшее различие, был использован показатель VIP (переменное влияние проекции): метаболиты с высоким VIP играют более важную роль в осуществлении разделения групп. В плазме крови с сахарным диабетом (рис. 2) достоверно выше (при  $VIP > 1,5$ ) концентрация сахаров и их производных (глюкозы, психозы, фруктозы, аллозы), и значительно выше содержание некоторых органических кислот (ацетоуксусной кислоты, 3,4,5-тригидроксипентановой кислоты). Их повышение может указывать на то, что люди могут иметь предрасположенность к развитию сахарного диабета. Увеличение концентрации ацетоуксусной кислоты в плазме крови наблюдается при весьма серьезных патологических процессах, она накапливается в организме у больных сахарным диабетом

(кетоновые тела). Накапливаемые в организме кетоновые тела вызывают тяжелое отравление.

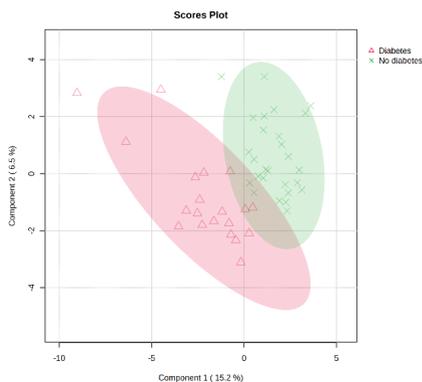


Рисунок 1 – Распределение метаболитов в плазме крови пожилых людей ( $\Delta$  – с диагнозом сахарный диабет,  $\times$  – здоровый), рассчитанное методом PLS-DA

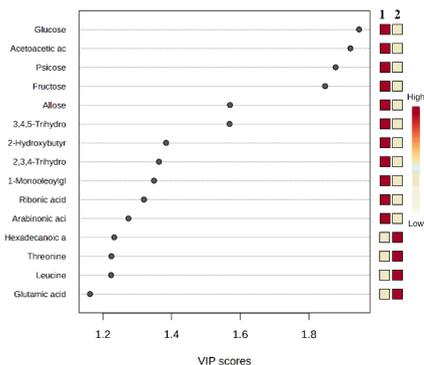


Рисунок 2 – Содержание в плазме крови пожилых людей основных метаболитов (1 – группа с сахарным диабетом; 2 – группа здоровых), рассчитанное методом VIP

Далее была выявлена отдельная группа практически здоровых людей с артериальной гипертензией. У них наблюдается высокая концентрация жирных кислот (пальмитиновой кислоты), органических кислот (яблочной кислоты), сахаров и их производных (галактозы). По данным ВОЗ известно, что повышенное содержание пальмитиновой кислоты в употребляемой пище повышает риск развития сердечно-сосудистых заболеваний.

Были обнаружены потенциальные биомаркеры, которые могут предсказать вероятность повышения холестерина в крови (при  $VIP > 1.5$ ): органические кислоты (2-гидроксималяная кислота, 3-гидроксималяная кислота), производные липидов (1-моноолеилглицерин), жирные кислоты (пальмитиновая кислота, 1-монопальмитин) и стерин (холестерин). Они являются основными биомаркерами повышения холестерина. При нарушении обмена жиров может повышаться образование атеросклеротических бляшек, вызывающих сужение артерии с уменьшением поступления крови к органам и последующий тромбоз с полной закупоркой артерии.

При изучении групп людей, перенесших инсульт, было выявлено повышенное содержание органических кислот (3,4,5-тригидроксипентановой и 3-гидроксимасляной кислоты) по сравнению с группой контроля. В то время как у здоровых людей наблюдается высокий уровень 1-монопальмитина и 2,3,4-тригидроксимасляной кислоты.

Исследованный спектр метаболитов при диагнозе заболеваний желудочно-кишечного тракта и щитовидной железы не показал наличие явных биомаркеров. Это может быть связано с индивидуальными особенностями отдельного исследуемого человека (возраст, образ жизни, особенности диеты, наличие вредных привычек, воздействие условий среды) или с его (её) сопутствующей патологией, также стоит учитывать, что данные о диагнозе были получены в ходе анкетирования, а не при изучении истории болезней пациентов.

### **Заключение**

Впервые методом газовой хромато-масс-спектрометрии было проведено метаболическое профилирование **людей пожилого возраста** с различными хроническими заболеваниями, проживающих в условиях Крайнего Севера. В процессе проведённого исследования были выявлены существенные различия между исследуемыми группами. Полученные результаты указывают на то, что выявленные метаболиты могут использоваться как потенциальные «биомаркеры» различных заболеваний, присущих жителям Крайнего Севера. Исходя из этого, дальнейшее проведение и развитие исследований в данной области необходимо как с научной, так и с практической точек зрения.

*Работа выполнена в рамках государственного задания ЯНЦ СО РАН, тема FWRS-2021-0043 «Создание системы персонализированного питания детского населения Арктической зоны Российской Федерации». НИР FSRG-2024-001 «Геномика Арктики: эпидемиология, наследственность и патология» в рамках госзадания Минобрнауки России.*

### **Литература**

1. Калинина Е.А. Метаболомика – новый подход к диагностике заболеваний на молекулярном уровне / Е.А. Калинина, Т.А. Волкунович, Т.М. Зубарева [и др.] // Лечение и профилактика, 2013. №2 (6). С. 117-124.

2. Лохов П.Г. Десять лет российской метаболомики: история развития и основные результаты // Биомедицинская химия, 2020. Т. 66 №4. С. 279-293.
3. Ситкин С.И. Метаболом сыворотки крови по данным газовой хроматографии – масс-спектрометрии (ГХ-МС) у пациентов с язвенным колитом и больных целиакией / Ситкин С.И., Ткаченко Е.И., Вахитов Т.Я., Орешко Л.С., Жигалова Т.Н. // ЭиКГ, 2013. №12.
4. Фурина Р.Р. Метаболомические исследования в медицине / Р.Р. Фурина, Н.Н. Митракова, В.Л. Рыжков, И.К. Сафиуллин // Казанский медицинский журнал, 2014. Т. 95, №1. С. 1-6.
5. Засимова Е.З. Корреляционные связи адаптационного потенциала с метаболомическими факторами у работников речного флота Якутии // Бюл. физ. и пат. дых. 2023. №87.
6. Трифонова О.П. Метаболомное профилирование крови // Биомедицинская химия, 2014. Т. 60. №3. С. 281-294.
7. Vucci M. Gut microbiome: branching into metabolic disease // Nat Chem Biol, 2016. 12 (9). – P. 657-657.
8. Kaddurah-Daouk R., Krishnan K.R.R. Metabolomics: a global biochemical approach to the study of central nervous system diseases // Neuropsychopharmacology, 2009. Vol. 34, No. 1. – P. 173-18.

\* \* \*

---

## ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ОСОБОЕНИЯ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АРКТИКИ

---

*Иванова В.А.*

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»,  
Санкт-Петербург,  
iva-anxe@mail.ru

**Аннотация.** Статья посвящена описанию законодательства о недропользовании в Арктике. В статье выявлены основные направления правового регулирования, применительно к освоению нефтегазовых запасов Ар-

ктической зоны Российской Федерации, прежде всего, развитие ресурсной базы, рациональное недропользование, механизмы международного сотрудничества.

Основными стратегическими документами для развития Арктики являются «Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года» и «Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года». В них определены ключевые приоритеты государственной политики, среди которых освоение ресурсной базы Арктической зоны Российской Федерации; рациональное природопользование и развитие Северного морского пути. С 2021 года действует «Долгосрочная программа развития сжиженного природного газа в Российской Федерации», в которой обозначены факторы, определяющие производство сжиженного природного газа (далее – СПГ). В программе отмечается, что на шельфе Западной Арктики находятся крупнейшие месторождения нефти и газа Арктической зоны РФ, прежде всего, Штокмановское месторождение в Баренцевом море, потенциал которого может быть реализован после 2030 года, а также Русановское и Ленинградское месторождения в Карском море. Наиболее перспективными проектами являются «Арктик СПГ-2» на базе Утреннего месторождения и «Арктик СПГ-1» на базе Бухаринского участка недр, которые расположены на полуострове Гыдан в ЯНАО. Действующим проектом по производству СПГ является «Ямал СПГ» на базе Южно-Тамбейского месторождения в ЯНАО.

Как было сказано на II форуме «Арктика-Регионы» Президентом Российской Федерации были поставлены новые задачи в сфере безопасности в Арктике: расширение международного взаимовыгодного сотрудничества; поступательное наращивание мощностей промышленных предприятий и формирование на базе Северного морского пути (далее – СМП) конкурентноспособной транспортной коммуникации. В 2022 году был утвержден «План развития Северного морского пути на период до 2035 года». Создание логистической инфраструктуры СМП имеет принципиальное значение для освоения ресурсной базы, и соответственно для развития Арктики.

Освоение арктических нефтегазовых месторождений регулируется Конституцией Российской Федерации, Законом Российской Федерации «О недрах» от 21.02.1992 №2395-1, Федеральным законом «О континентальном шельфе» от 30.11.1995, Земельным кодексом Российской Федерации, Водным кодексом Российской Федерации, Гражданским кодексом Российской Федерации, Налоговым кодексом Российской Федерации, Федеральным законом «О соглашениях о разделе продукции».

В соответствии с Земельным кодексом РФ признается государственная собственность на землю (федеральная собственность, собственность субъектов РФ и муниципальная собственность) и частная собственность (граждан и юридических лиц).

Закон о недрах устанавливает государственную собственность на недра в границах территории РФ. Государство передает участки недр в пользование для разведки и добычи полезных ископаемых на основании лицензионного соглашения или соглашения о разделе продукции. Добытые полезные ископаемые могут находиться в государственной или частной собственности. В соответствии со статьей 67 Конституции Российской Федерации территория РФ включает в себя территории ее субъектов, внутренние воды и территориальное море, воздушное пространство над ними.

Законом о континентальном шельфе предусмотрено, что государство обладает суверенными правами в целях разведки континентального шельфа и разработки его минеральных ресурсов; исключительными правами разрешать и регулировать буровые работы; исключительными правами сооружать, разрешать и регулировать создание и использование искусственных островов, установок и сооружений. Как отмечают исследователи, все природные богатства поверхности и недр шельфа, а также искусственно созданные богатства в самом широком смысле являются собственностью государства (Сыроедов Н.А., Петров В.В.). Вместе с тем, государство применяет национальный правовой режим, регулирующий освоение природных ресурсов континентального шельфа с соблюдением норм международного права.

Месторождения нефти и газа Арктической зоны РФ относятся к участком недр федерального значения и права пользования на них

оформляются на основании решения Правительства РФ: для геологического изучения без проведения аукциона; для разведки и добычи полезных ископаемых при установлении факта открытия месторождения (порядок установления предусмотрен приказом Минприроды России и Роснедр от 26 октября 2021 г. №796/19); для разведки и добычи полезных ископаемых на континентальном шельфе без проведения аукциона; для разведки и добычи полезных ископаемых или для геологического изучения недр, разведки и добычи полезных ископаемых по совмещенной лицензии по результатам аукциона. Аукцион на право пользования недрами проводится на основании решения Правительства РФ. Наибольший размер разового платежа является критерием для определения победителя аукциона.

Для геологического изучения участки недр сухопутной территории Арктической зоны РФ предоставляются в пользование на срок до 7 лет и на срок до 10 лет предоставляются участки недр на континентальном шельфе. Для добычи полезных ископаемых срок пользования определяется исходя из технико-экономического обоснования проекта по освоению месторождения.

Требования к пользователям недр континентального шельфа установлены статьей 9 закона о недрах и статьей 12 Федерального закона «О газоснабжении в Российской Федерации» от 31 марта 1999 года №69-ФЗ: юридическое лицо должно быть зарегистрировано в соответствии с законодательством РФ; опыт работы по освоению участков недр континентального шельфа должен составлять не менее пяти лет; прямое или косвенное участие государства в уставном капитале должно превышать 50 процентов; организация должна быть собственником Единой системы газоснабжения или собственником региональной системы газоснабжения.

В соответствии со статьей 11 закона о недрах предоставление недр в пользование оформляется лицензией, в которой определены границы участка, условия пользования и срок пользования недрами. Лицензия на пользование недрами континентального шельфа выдается по решению Правительства РФ по результатам рассмотрения заявки. Требования к заявке и основания для отказа в ее выдаче установлены Постановлением Правительства РФ от 8 января 2009 года №4. Для

получения прав пользования недрами континентального шельфа необходимо проведение государственной экологической экспертизы. Экологическая экспертиза документации по освоению континентального шельфа проводится уполномоченным федеральным органом по назначению Правительства РФ. В том числе проводится экспертиза плана предупреждения и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов. Хозяйственная деятельность на континентальном шельфе подразумевает соблюдение норм международного морского права. Международное регулирование включает Конвенцию ООН по морскому праву 1982 года, международную конвенцию по предотвращению загрязнения моря сбросами отходов и других материалов 1972 года, международную конвенцию по предотвращению загрязнения с судов 1973 года и Протокола 1978 года (МАРПОЛ-73/78), международную конвенцию о гражданской ответственности за ущерб от загрязнения нефтью 1969 года (в редакции Протокола 1992 года), международную конвенцию по обеспечению готовности на случай загрязнения нефтью, борьбе с ним и сотрудничеству 1990 года и др.

Статьей 39 Закона «О недрах» предусмотрена система платежей за пользование недрами. Так, пользователи недр при лицензировании уплачивают разовые платежи, регулярные платежи за пользование недрами, сбор за участие в аукционе.

Дальнейшее развитие законодательной базы отношений недропользования и транспортного Северного морского пути гарантирует стабильное и рациональное освоение месторождений нефти и газа, при соблюдении баланса прав недропользователей и коренных народов севера и сохранении уникальной природы и морской среды обитания в Арктике.

\* \* \*

## НАДЕЖНОСТЬ КАРЬЕРНЫХ ЭКСКАВАТОРОВ НА УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗАХ КУЗБАССА

*Ковалев М.А.<sup>1</sup>, Москвичев В.В.<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup>Красноярский филиал Федерального исследовательского центра  
информационных и вычислительных технологий, Красноярск

<sup>2</sup>Сибирский федеральный университет, Красноярск  
kovalevmalk@gmail.com

**Аннотация.** Приведены результаты исследования показателей надежности карьерных гидравлических экскаваторов ЭКГ-10 в условиях угольных разрезов Кузбасса. Выполнен анализ простоев экскаваторов, определены количественные значения потенциального роста объема вскрышных работ при повышении эксплуатационной надежности, оценена эффективность существующей системы сбора и анализа информации о надежности экскаваторов. Составлен рейтинг основных причин простоев экскаваторов, эксплуатируемых в условиях угольных разрезов Кузбасса.

На эксплуатационную надежность работы экскаваторов (подсистема «машина») воздействуют как подсистема «среда» – внешние факторы и их совокупность (температура окружающей среды, изменения нагрузки, вибрация, крепость горных пород), так и подсистема «человек» – условия эксплуатации (качество проведения буровзрывных работ, качество подготовки забоя, уровень квалификации оператора-машиниста, своевременность проведения технического осмотра и ремонта), вызывающие изменения состояния систем экскаваторов (гидравлической, механической, электрической и пр.) и их компонентов.

Важным условием для повышения эффективности использования экскаваторной техники является определение критериев и показателей, дающих объективное представление о техническом состоянии подсистемы «машина» под воздействием подсистем «среда» и «человек». Постановка этой задачи заключается в определении влияния на работоспособность экскаватора факторов, обусловленных работой оператора-машиниста и интенсивностью изменения состояния экскаватора в конкретных горно-геологических и климатических условиях.

**Материалы и методы.** Анализ эксплуатационных показателей надежности выполнен для карьерных гусеничных экскаваторов (ЭКГ), эксплуатируемых на угольных разрезах Кузбасса. Парк канатных экскаваторов представлен экскаваторами отечественного производства дочерних предприятий ОАО «ОМЗ» (Объединённые машиностроительные заводы), модель – ЭКГ-10. Средний возраст парка канатных экскаваторов 6 лет, при средней наработке 16,2 млн. м<sup>3</sup>. Основные технические характеристики приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные технические параметры ЭКГ за период 2017-2019 гг.

Параметры	ЭКГ
Исходный объем ковша, м <sup>3</sup>	10
Средняя наработка, м/часа	23 677
Год ввода в эксплуатацию	2008-2014
Эксплуатационная масса, тн	442
Давление на грунт, кПа	204
Расчетная продолжительность цикла на угол 90°, с	26
Количество эксплуатируемых экскаваторов, ед.	5

В статистику отказов оборудования парка ЭКГ включены следующие основные группы: механическое оборудование, электрическое оборудование, система смазки, а также простои по причинам, оказывающих влияние на восстановление и время нахождения экскаватора в работе. К ним относится: ожидание ремонта – «ожидание ремонта в сервисе», «отсутствие ремонтной бригады», «отсутствие запасных частей» и внешние причины – «отключение внешнего электроснабжения», «климатические условия», «остановка контролирующими органами».

**Результаты исследования.** Суммарная наработка экскаваторов ЭКГ-10 за период с 2017 по 2019 годы составила 47 961 тыс. м<sup>3</sup>, при этом было зафиксировано 7 109 отказов, в том числе: по механическому оборудованию 2 995, по электрическому оборудованию – 1 866, по системе смазки – 152, по ожиданию ремонта – 432 и по категории внешние причины – 1 664. Средняя наработка экскаваторов на отказ составила 6,75 тыс м<sup>3</sup>, а среднее время восстановления 3,46 ч., что, в целом по данной группе экскаваторов обеспечило их готовность к эксплуатации около 66,1%. Структура unplanned простоев по системам ЭКГ приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Структура unplanned downtime по системам ЭКГ и причинам за период 2017-2019 гг.

№	Категория отказа по группе оборудования	ЭКГ-10
1	Механическое (МО)	54,8 %
2	Электрическое (ЭО)	17,5 %
3	Система смазки (СС)	0,5 %
4	Ожидание ремонта (ОР)	9,3 %
5	Внешние причины (ВП)	17,9 %

Порядка 54,8% простоев ЭКГ происходит по причине отказа компонентов группы «механическое оборудование». Высокий уровень простоев по группе «ожидание ремонта» обусловлен не проведением ремонтов в ночную смену и отсутствием запасных частей. По группе «внешние причины» наибольшее количество простоев получено в связи с отсутствием электрической энергии внутри участка или от подстанции.

Рейтинг надежности основных групп оборудования ЭКГ и их компонентов представлен ниже:

1. Группа «система смазки» показала самую высокую надежность. Суммарное количество отказов 28 общей продолжительностью 38 часов, МТБФ 1 712,89 м/часа, МТТР – 1,35 часа. Функция надежности в переводе на 1 тыс м3 извлеченной из целика горной массы составила 0,999, вероятность безотказной работы составляет 99,9%. Перечень работ по восстановлению системы смазки на обследованных экскаваторах, в основном, сводился к возобновлению подачи смазочной рабочей жидкости в полость насоса, либо, при наличии автоматизированной центральной смазочной системы, возобновлению ее работоспособности (рисунок 1.а.).

2. Группа «электрическое оборудование». Суммарное количество отказов 969 общей продолжительностью 1 984 часа, МТБФ 49,5 м/часа, МТТР – 2,04 часа. Функция надежности в переводе на 1 тыс м3 извлеченной из целика горной массы составила 0,979, вероятность безотказной работы составляет 97,9%. Наибольшее количество отказов по группе зафиксировано в части простоев по наладке электрооборудования и наладке запуска – 643 отказа, время на восстановление работоспособности – 1 083 часа (рисунок 1.б.).

3. Группа «механическое оборудование» имеет самую высокую аварийность среди систем ЭКГ. Суммарное количество отказов 3 033 общей продолжительностью 9 263 часа, МТBF 15,81 м/часа, МТTR 3.1 часа. Функция надежности в переводе на 1 тыс м<sup>3</sup> извлеченной из целика горной массы составила 0,938, вероятность безотказной работы составляет 93,8% (рисунок 1.в). Наименее надежными компонентами механической системы являются:

- подгруппа «рабочий орган»: механизм открывания днища ковша, по которому зафиксировано 964 простоя, время на восстановление узла 709 часов;

- подгруппа «механизм подъема»: по упругой муфте подъемной лебедки зафиксировано 444 отказа, время на восстановление работоспособности составило 332 часа.

По результатам анализа надежности основных групп оборудования ЭКГ сформулированы следующие выводы:

1. Показатели эксплуатационной надежности канатных экскаваторов разреза «Кольванский» имеют по сравнению с отраслью сравнительно невысокий уровень, что показано в таблице 3. Коэффициенты готовности экскаваторов не превышают среднеотраслевой уровень 85–89%, а вероятность безотказной работы колеблется в диапазоне от 81–94%. Также можно сделать вывод о том, что динамика потерь рабочего времени по причине аварийных простоев увеличивается совместно со сроком службы.

Таблица 3 – Коэффициенты готовности и вероятность безотказной работы парка ЭКГ-10 за период 2017-2019 гг.

Гаражный номер экскаватора	Год ввода	Наработка за 2017-2019гг, тыс. м <sup>3</sup>	Коэффициент готовности, %	Вероятность безотказной работы компоненты на 1 тыс. м <sup>3</sup>
17	2008	7,9	64	0,88
18	2008	6,6	54	0,81
24	2011	8	71	0,88
25	2012	7,4	73	0,88
29	2014	18,1	86	0,94

Графики функции надежности системы смазки, механической, электрической систем представлены на рисунке 1 (а-в).

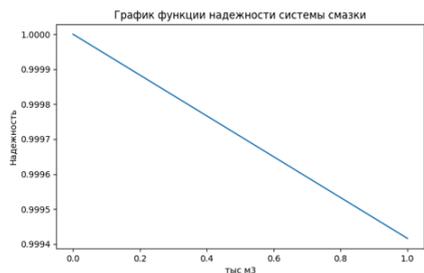


Рис. 4.3. а.

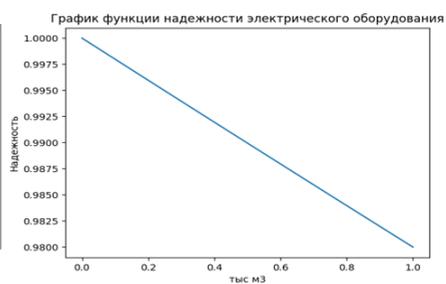


Рис. 4.3. б.

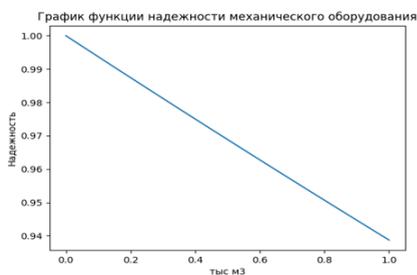


Рис. 4.3. в.

Рисунок 1 – Графики функции надежности основных систем ЭКГ:  
а) система смазки; б) электрическая система; в) механическая система

2. По категории «ожидание ремонта» у ЭКГ отмечено суммарное количество отказов 515 общей продолжительностью 6 597 часов. При анализе подгрупп, входящих в данную категорию установлено, что 430 отказов общей продолжительностью 5 458 часов приходится на ожидание ремонта, 85 простоев общей продолжительностью 1 570 часов на отсутствие запасных частей. Результаты анализа надежности ЭКГ, эксплуатируемых в условиях разреза «Колыванский», свидетельствуют о значительном влиянии человеческого фактора на высокий уровень простоев в ожидании ремонта.

3. Средняя стоимость одного часа простоя ЭКГ на его производительность в 2019 году рассчитана исходя из прямых затрат (ФОТ персонала, электроэнергия, амортизация, запасные части) составила для пар-

ка ЭКГ-10 – 5 079,23 руб / час. Таким образом, простои по ожиданию ремонта стоили для компании – 7,9 млн руб, простои по отсутствию запасных частей – 4,9 млн руб.

### **Обсуждение и заключение.**

1. Высокий уровень простоев в ожидании ремонта ЭКГ обусловлен: «человеческим фактором», а именно: не проведением ремонтов в ночную смену, ожиданием прибытия сервисных организаций, обслуживающих экскаваторы; простоями по причине отсутствия запасных частей. Таким образом, подсистема «человек» влияет на надежность работы и длительность простоев подсистемы «машина».

2. Коэффициенты готовности ЭКГ не превышают среднеотраслевой уровень 85–89%, а вероятность безотказной работы колеблется в диапазоне от 81-94%.

3. Результаты исследования надежности и наработки на отказ основных систем ЭКГ свидетельствуют о высоком уровне неплановых простоев, что приводит к повышению себестоимости работ.

4. Основное влияние на надежность подсистемы «машина» в большей степени оказывает система «человек», чем система «среда». От надежности системы «человек» зависит эффективность использования технологического оборудования. В случае проявления негативных факторов подсистемы «среда» при воздействии на подсистему «машина» от корректности и своевременности действий оператора-машиниста будет зависеть сохранение динамического равновесия подсистемы «машина». Воздействие на «машину» горно-геологических и природных факторов также нивелируется грамотными действиями оператора-машиниста. При анализе отказов экскаваторов выявлялось множество факторов, при которых происходили аварийные остановки экскаваторов, в том числе разрушение металлических конструкций по причине некорректных действий оператора-машиниста.

### **Литература**

1. Шибанов Д.А., Шишляников Д.И., Иванова П.В., Иванов С.Л. Комплексная оценка факторов, определяющих наработку экскаваторов ЭКГ новой продуктовой линейки производства «ИЗ-КАРТЭКС» // Горное оборудование и электромеханика. 2015. №9 (118). – С. 3-9.

2. Асонов С.А., Габов В.В., Иванов С.Л., Трифанов М.Г., Чекмасов Н.В., Шишлянников Д.И. Информационно-диагностические средства объективного контроля как инструмент повышения эффективности эксплуатации добычных горных машин // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. 2015. №14. – С. 62-71.
3. ГОСТ 27.002-2015 «Надежность в технике (ССНТ). Термины и определения. Введ. 2017-03-01. – М.: Стандартинформ, 2016 год. 22 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200136419>.
4. Трубецкой К.Н., Потапов М.Г., Виницкий К.Е., Мельников Н.Н. Справочник. Открытые горные работы. М.: Горное бюро, 1994. С. 590.
5. Москвичев В.В., Ковалев М.А. Исследование показателей надежности основных групп оборудования карьерных гидравлических экскаваторов // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал), 2021. №7. – С. 96-112.

\* \* \*

## РЕКОМЕНДУЕМЫЕ СКОРОСТНЫЕ РЕЖИМЫ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛЕДЯНЫХ ПЕРЕПРАВ

---

*Козин В.М.<sup>1</sup>, Земляк В.Л.<sup>2</sup>, Верещагин В.Ю.<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Институт машиноведения и металлургии Хабаровского федерального исследовательского центра ДВО РАН, Комсомольск-на-Амуре

<sup>2</sup>Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема, Биробиджан

<sup>3</sup>Новосибирский государственный технический университет», Новосибирск

**Аннотация.** Отмечена важность использования ледяных переправ для доставки грузов в Арктической зоне страны. Указаны источники для определения в зависимости от ледовых условий необходимых толщин ледяного покрова в зависимости от массы перевозимых грузов. Отмечена возможность резкого уменьшения грузоподъемности переправ из-за изгибно-гравитационных волн, возникающих при движении транспорт-

ных средств с резонансными скоростями, приведены зависимости для их определения. Приведены рекомендации по выбору безопасных скоростей транспортных средств при их движении по переправам.

Слабая развитость дорожной сети Арктической зоны нашей страны приводит к необходимости для доставки грузов в зимний период использовать ледяной покров в качестве автозимников, ледяных переправ, грузонесущих платформ, а иногда и взлетно-посадочных полос для самолетов. Так, по данным МЧС ежегодно в России официально действуют от 400 до 500 ледяных переправ, протяженность которых составляют от десятков метров до десятков километров (оз. Байкал, р. Енисей, Лена и др.). Только на территории Ямало-Ненецкого автономного округа зимой вводится в эксплуатацию более 60 ледяных переправ общей протяженностью более 100 км. В большинстве эти временные дороги являются единственно возможным способом пересечения многочисленных рек, озер, болот и др. водных препятствий [1]. Примеры использования естественного ледяного покрова в качестве ледяных переправ через реки и водохранилища в условиях низких устойчивых температур известны очень давно. В силу климатических условий в нашей стране они используются с 90-х годов XIX столетия.

Особенностью эксплуатации ледяных переправ являются малые интенсивность и скорость движения транспортных средств при значительной их грузоподъемности. Для безопасного пропуска большегрузных транспортных средств (общей массой 30-40 т и более) толщина прочного ледяного покрова должна составлять не менее 70-90 см [1]. Из-за невыполнения этих условий, а также нарушений требований техники безопасности эксплуатации ледяных переправ ежегодно возникают аварийные ситуации при движении автомобилей по льду и, зачастую, с человеческими жертвами. В работе [2] рекомендуется учитывать влияние на предел прочности льда режимов его нагружения.

Авторы статьи [3] отмечают, что при движении грузов со скоростями больше резонансных [4] амплитуды и напряжения неограниченно уменьшаются, т.е. грузоподъемность переправы неограниченно возрастает. Из этого следует, что до въезда на лед надо придать грузу скорость больше резонансной. Это можно использовать при переходе через слабые (тонкие по толщине) участки пути. В работе [5] на основании на-

турных наблюдений сделано заключение, что непрерывный пропуск по переправе грузов предельного веса можно считать вполне безопасным даже если возникающие трещины начинали дышать и постепенно увеличиваться с ростом проходов.

Резонансная скорость транспортного средства равна минимальной скорости распространения возбуждаемых им в ледяном покрове изгибно-гравитационных волн (ИГВ)  $v_p$  [6], значение которой строго определяется параметрами льда и глубиной воды. При таких скоростях движущейся нагрузки или несколько их превышающих [7] прогибы льда и, соответственно, изгибные напряжения резко возрастают, что приводит к значительному снижению грузоподъемности ледяных переправ.

На основании теории волновых колебаний ледяного покрова [4] резонансные скорости движения нагрузки могут быть определены по следующим формулам. Для мелкой воды, когда  $th$  или  $KN \ll 1$  (где:  $K = 2\pi/\lambda$  – волновое число;  $\lambda$  – длина резонансных ИГВ)

$$v_p = \sqrt{gH}, \quad (1)$$

т.е. в этом случае скорость не зависит от характеристик ледяного покрова.

Для глубокой воды, когда  $th\lambda H$  или  $KN \gg 1$ ,

$$v_p = 1,33(Dg^3/\rho_B)^{1/8}, \quad \text{где:} \quad (2)$$

$$D = \frac{Eh^3}{12(1-\mu^2)} \quad (\text{цилиндрическая жесткость ледяной пластины}),$$

$H$  – глубина воды,  $\rho_B$  – плотность воды,  $m$  – коэффициент Пуассона,  $h$  – толщина ледяного покрова,  $E$  – модуль упругости,  $g$  – ускорение свободного падения.

Работоспособность зависимостей (1, 2) подтверждена путем сопоставления результатов расчетов по приведенным формулам с данными экспериментов, полученных в опытовых бассейнах с использованием искусственного и намораживаемого льда, испытаний крупномасштабных моделей судов на воздушной подушке на льду замерзающих водоемов и натуральных амфибийных кораблей в ледовых условиях [8, 9]. На рис. 1 приведены зависимости резонансных скоростей от толщины ледяного покрова и глубины воды для наиболее вероятных физико-механических характеристик пресноводного льда:  $E = 4,0$  ГПа;  $\mu = 0,33$ ;  $\rho_B = 1000$  кг/м<sup>3</sup>;  $\rho_L = 900$  кг/м<sup>3</sup> [10].

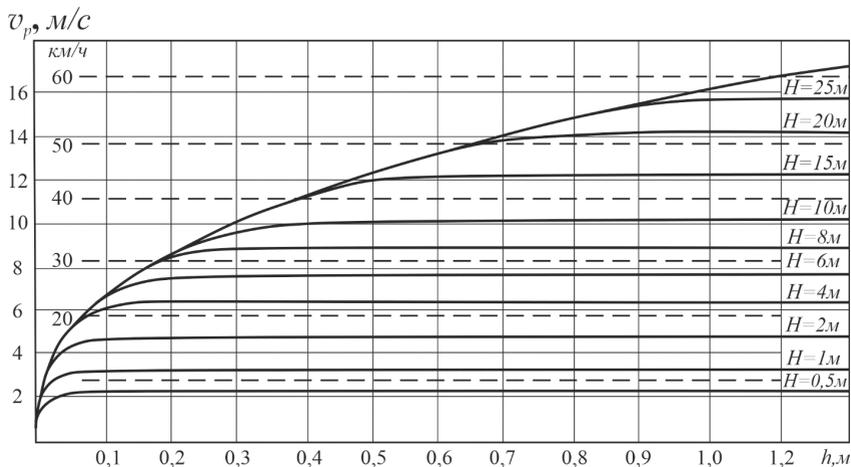


Рисунок 1 – Теоретические значения резонансных скоростей

### Заключение

На основании обзора приведенной информации для повышения надежности эксплуатации ледяных переправ можно прийти к следующим рекомендациям.

1. При эксплуатации переправ с допустимой для данной массы транспортного средства толщиной ледяного покрова следует избегать скорости их движения, близкие к резонансным.

2. По возможности не допускать остановки транспорта на льду, т.к. продолжение движения может привести к прохождению ими значений резонансных скоростей.

3. При необходимости использовать переправу с участками тонкого льда их следует преодолевать со скоростями, существенно превышающими их резонансные значения.

4. В экстренных случаях допускается продолжение эксплуатации переправ даже при возникновении во льду сквозных трещин, т.к. их наличие не исчерпывает предельную грузоподъемность переправ.

## Литература

1. Якименко О.В. Обоснование конструктивно-технологических решений ледовых переправ, армированных геосинтетическими материалами // Дисс. канд. техн. наук. Омск. 2011. С. 218.
2. Бутягин И.П. Прочность льда и ледяного покрова. – Новосибирск: Наука, 1966. С. 153.
3. Иванов К.Е., Песчанский И.С. Грузоподъемность ледяного покрова и устройство дорог на льду, М.-Л.: Изд-во Главсевморпути, 1949. С. 182.
4. Хейсин Д.Е. Динамика ледяного покрова. Л.: Гидрометеоиздат, 1967. С. 216.
5. Ключарев В., Изюмов С. Определение грузоподъемности ледяных переправ. Военно-инженерный журнал, 1943, №2-3, С. 30-34.
6. Козин В.М. Результаты экспериментально-теоретических исследований возможностей резонансного метода разрушения ледяного покрова. Известия РАН. МТТ. 2023, №3. С. 3-20.
7. GoldL.W. Bearing capacity of ice covers-NatRes. Counc. Can. Techn. Mem., 1977, n. 121, p. 63-65.
8. Зубов Н.Н. Основы устройства дорог на ледяном покрове. М.: Гидрометеоиздат, 1942. С. 74.
9. Козин В.М. Резонансный метод разрушения ледяного покрова: Изобретения и эксперименты. М.: Академия естествознания. 2007. С. 355. ISBN 978-5-7692-1687-9.
10. Петров И.Г. Выбор наиболее вероятных значений механических характеристик льда. – Труды АНИИ, 1976, т. 331. С. 4-41.

\* \* \*

## ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА ГРОЗОВОЙ АКТИВНОСТИ В АРКТИКЕ НА ПРИМЕРЕ ЯКУТИИ

*Козлов В.И., Тарабукина Л.Д.*

Институт космофизических исследований и аэронауки им. Ю.Г. Шафера  
– обособленное подразделение ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН», Якутск  
vkozlov@ikfia.ysn.ru, tarabukina@ikfia.ysn.ru

**Аннотация.** Проект выполняется по направлению 6 и решается проблема увеличения грозовой активности на высоких широтах в условиях арктического усиления на территории Якутии. Затрагиваются вопросы расширения сети инструментальных наблюдательных пунктов, улучшения инфраструктуры и поддержка инструментальных наблюдений; обобщение и систематизация качественных и количественных результатов мониторинга динамики природных процессов в различных Арктических регионах Якутии в условиях изменяющегося климата; оценка воздействия Арктического усиления на грозовую активность на высоких широтах – показано нарастание количества грозовых разрядов в Якутии во время Арктического усиления и отдельно для северных зон с 2009 г. по 2023 г.

**Ключевые слова:** расширение сети инструментальных наблюдательных пунктов, улучшения инфраструктуры и поддержка инструментальных наблюдений.

На территории Якутии в настоящее время действует следующие приборы грозопеленгации.

Однопунктовый грозопеленгатор-дальномер с радиусом детектирования по порогу до 1200 км, 1993-2016 гг. устойчивая работа. В настоящее время проходит модернизация этого грозопеленгатора.

Пункт многопунктовой системы грозопеленгации WWLLN, с 2009 г. По последним оценкам точность локализации повысилась до менее десятка километров, в среднем  $\leq 5$  км [1]. Эффективность детектирования молний по оценкам на 2010-2012 гг. в среднем составляла около 11-15%, и для молний с током более 40 кА (что составляет основную часть всех

молний) – около 25% [2]. Система лучше (>30%) регистрирует мощные молниевые разряды [3]. Плотность грозовых разрядов корректировалась согласно ежечасным картам пространственного распределения коэффициента относительной эффективности детектирования системы [4], линейно интерполированного с разрешения 1x1.

В 2022 г. на территории центральной Якутии в долине между реками Вилюй и Лена при содействии ИКФИА СО РАН размещена многопунктовая малобазовая грозопеленгационная система российского производства ООО «Алвес», состоящая из 6 индикаторов грозовой опасности. Индикатор состоит из блока электрической антенны и GPS/Глонасс-приемника с сигнальным кабелем и блока контроллера с кабелем питания. Метод детектирования грозовых радиоимпульсов в ОНЧ диапазоне и использование разностно-временной технологии аналогичны WWLLN. Заявленная производителем точность определения места удара молнии – менее 2 км в зависимости от расположения индикаторов. Эффективность детектирования оценивается производителем до 90% как для разрядов облако-земля, так и для внутриоблачных разрядов (облако-облако). Индикаторы установлены на метеостанциях, расстояния между которыми составляют от 250 до 500 км: г. Якутск, с. Бердигестях, г. Олекминск, г. Мирный, г. Вилюйск, г. Алдан. 5 последних располагаются в пунктах наблюдений Якутского управления гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Размещение приемных пунктов показано на рисунке 1. Пункты были размещены в зоне наибольшей горимости леса, полученной по многолетним данным. Один индикатор гроз в г. Якутске и центральный сервер, осуществляющий приём данных с индикаторов, вычисление координат грозовых разрядов, передачу результатов вычислений на сервер базы данных, контроль и диагностику сети индикаторов, установлены и обслуживаются в ИКФИА СО РАН.

Предполагается, при наличии финансирования, дополнительно установка пунктов на метеостанциях: Усть-Мая, Теплый ключ, Чагда (Учур), Чульман, Ленск, Айхал (Хабардино), Удачный (Полярный), Эйик, Сангар, Жиганск, Батагай-Алыта, Усть-Куйга, Тикси.

Проведено сравнение точности и эффективности пеленгации грозовой активности малобазовой системы «АЛВЕС» и большебазовой системой WWLLN. Как и предполагалось, малобазовая система имеет лучшую эффективность регистрации молниевых разрядов и большую

точность определения их координат. 50 процентов молний, зарегистрированных одновременно обеими системами, имеют расхождение между координатами в пределах 15 км, что соответствует сумме погрешностей, заявляемых разработчиками систем. Соотношение пространственных координат разрядов, зарегистрированных двумя системами грозопеленгации WWLLN и АЛБЕС показано на рисунке 2.

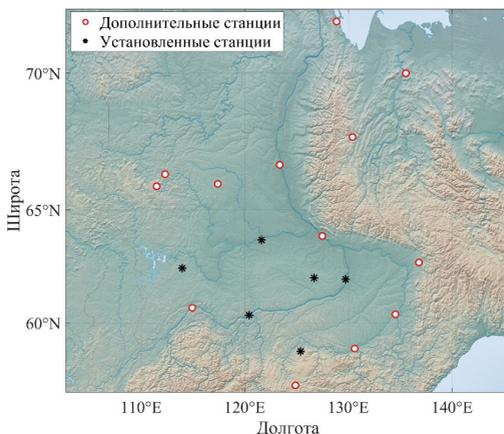


Рисунок 1 – Размещение приемных пунктов грозопеленгации

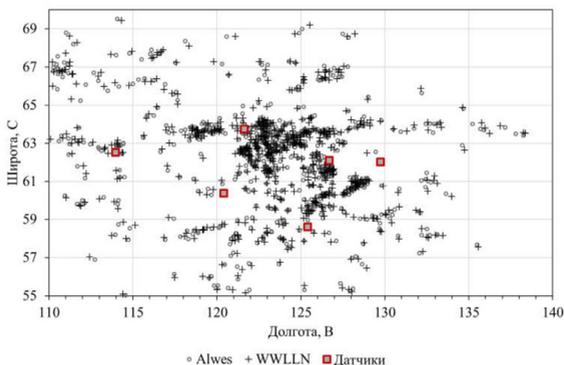


Рисунок 2 – Соотношение пространственных координат разрядов, зарегистрированных двумя системами грозопеленгации WWLLN и «АЛБЕС»

На рисунке 3 приведено сравнение регистрации данных системы ИКФИА из 6 пунктов «ALWES» и системы Хабаровского сайта УГМС. Светлозеленые метки – данные «ALWES» ИКФИА, а более выраженные цветом, данные системы НИЦ «Планета».

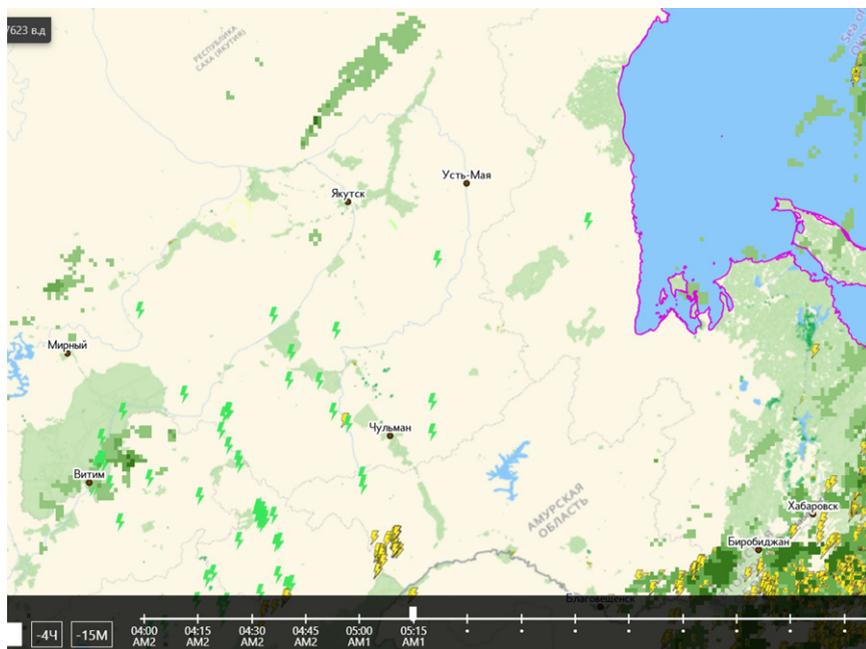


Рисунок 3 – Данные систем грозопеленгации на сайте ДВО  
<https://apps.dvrcpod.ru/arcticgis/>

Зона регистрации этой системы Дальневосточного центра НИЦ «Планета» <https://www.dvrcpod.ru/LIGHTNING.php>. показана на рисунке 4 и охватывает также Южную Якутию.



Рисунок 4 – Зона регистрации системы гронопеленгации НИЦ «Планета»

*Обобщение и систематизация качественных и количественных результатов мониторинга динамики природных процессов в различных регионах Арктики в условиях изменяющегося климата.*

Плотность грозовых разрядов на территории Якутии по данным 2009–2022 гг. представлена на рисунке 5. С 2019 года есть грозы в Арктике и даже севернее 80 град. с.ш. (> 60 детекторов, эффективность регистрации (2012) ~ 11-15% после модернизации 30%).

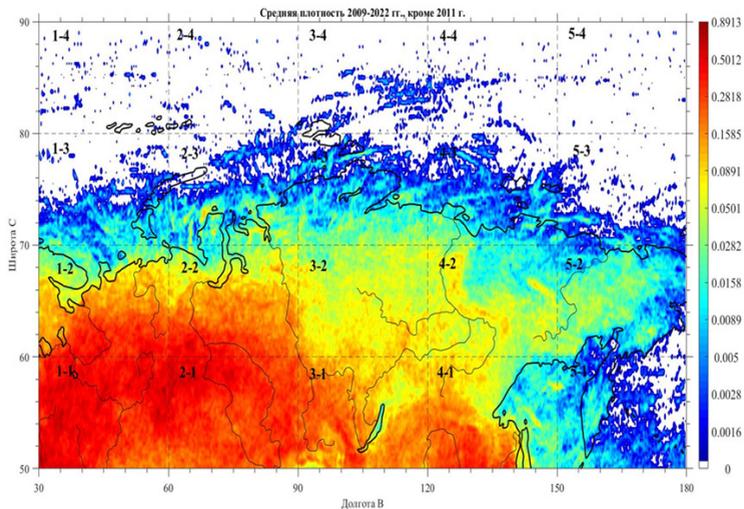


Рисунок 5 – Плотность грозовых разрядов на территории Якутии по данным 2009-2022 гг.

На рисунках 6-8 показано нарастание количества грозовых разрядов в Якутии во время Арктического усиления и отдельно для северных зон с 2009 по 2023 гг.

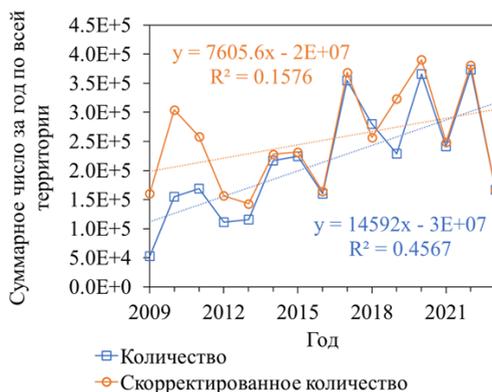


Рисунок 6 – Количество гроз.разрядов за год по территории Якутии 56-74 с.ш., 105-160 в.д.

Ряд цифровых данных с однопунктового грозопеленгатора-дальномера [5] восстанавливается с 1999 по 2016 гг. (до начала модернизации), однако даты начала и завершения летнего сезона регистрации варьировали в относительно широком диапазоне, поэтому для данной работы был рассмотрен только июль. В данных WWLLN были отброшены значения, для которых использовались менее 5 станций для оценки энергии импульса, а также импульсы с менее 1 мс разницы по времени от предыдущего импульса и дальностью от него менее 10 км.

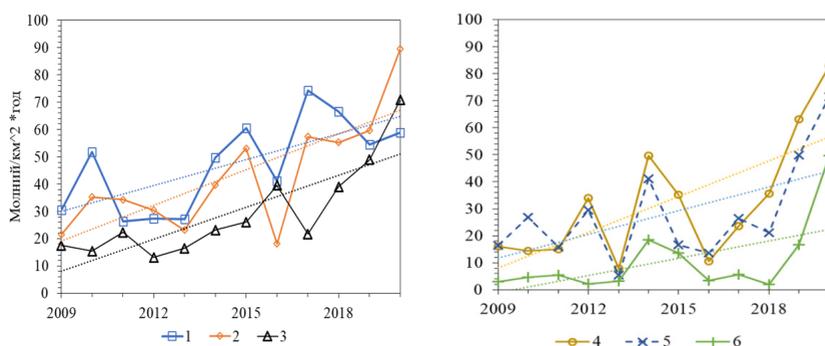


Рисунок 7 – Количество грозных разрядов в Якутии по зонам: вариации (рост) плотности молний (молний / км<sup>2</sup>\* год) на широтах 64-68 N: 1- (105-120 E), 2 – (120-135 E), 3 – (135-150 E) и 68-72 N: 4- (105-120 E), 5 – (120-135 E), 6 – (135-150 E)

Мы попытались рассмотреть зависимость межгодовой вариации количества грозных разрядов от солнечной активности. Ранее этот вопрос нами рассматривался в работах на основе многолетнего массива регистрации ОНЧ – радишумов, создаваемых грозовыми разрядами [6-8]. В [9] по массиву регистрации радишумов и сигналов навигационных радиостанций с 2009 по 2017 гг. был сделан вывод, что наблюдаемая вариация ОНЧ-радишума определяется изменением функции распространения радиосигналов.

К настоящему времени получены количественные распределения и спектры суточного числа радиоимпульсов возвратных ударов грозовых разрядов для однопунктового грозопеленгатора дальномера и системы WWLLN по многолетним данным. Эти графики представлены на рисунке 8.

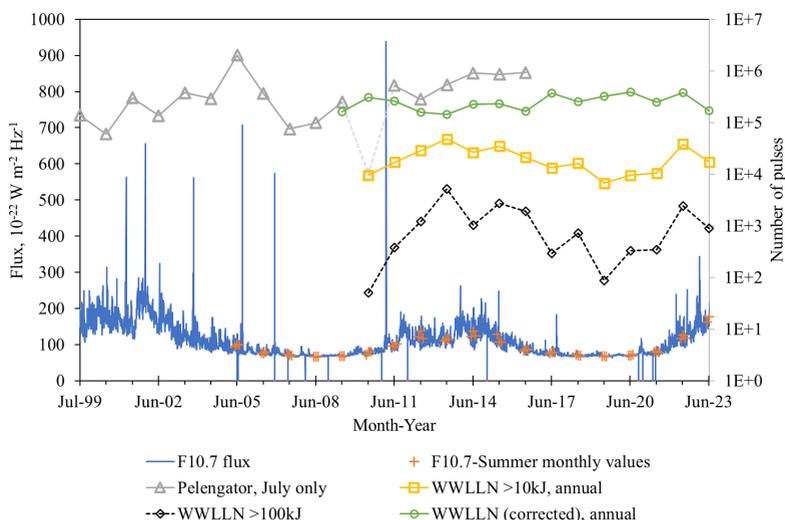


Рисунок 8 – Вариации годового числа радиоимпульсов грозовых разрядов для однопунктового грозопеленгатора дальномера и системы WWLLN, а также суточные и месячные значения индекса интегральной солнечной активности на волне 10,7 см

*Обобщение и систематизация качественных и количественных результатов мониторинга динамики грозовых процессов в различных регионах Якутии в условиях глобальных изменений климата.*

Вариация суммарного за сутки и по территории количества ОНЧ радиоимпульсов по дальномеру имела тенденцию к росту до 2005 г., спад к 2008 г. и рост к 2014 г. Количество грозовых разрядов за летний сезон по данным WWLLN согласуется с показаниями по дальномеру на интервале

с 2009 по 2016 гг. с коэффициентом корреляции около 0,4. По дальномеру в этом интервале наблюдалась положительная тенденция в вариациях, которая слабо прослеживалась по данным WWLLN, скорректированным на расчетную относительную эффективность детектирования сети до 2016 г. Однако тенденция к возрастанию суммарного количества грозových разрядов по данным WWLLN стала более выраженной к 2022 г. При этом отмечается подобие вариации количества разрядов с энергией импульса более 10 и 100 кДж вариации 24-го солнечного цикла, который можно характеризовать посредством интенсивности излучения на волне 10,7 см. Предположительно это может быть связано с изменяющимися условиями распространения импульсов и таким образом влиянием солнечной активности на амплитуду принимаемых радиосигналов.

### Литература

1. Holzworth R.H. et al. Global distribution of superbolts // *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*. – 2019. – Т. 124, №17-18. – P. 9996-10005.
2. Abarca S.F., Corbosiero K.L., Galarneau Jr T.J. An evaluation of the worldwide lightning location network (WWLLN) using the national lightning detection network (NLDN) as ground truth // *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*. – 2010. – Т. 115. – №D18.
3. Associations between Fermi Gamma-ray Burst Monitor terrestrial gamma ray flashes and sferics from the World Wide Lightning Location Network / V. Connaughton, M.S. Briggs, R.H. Holzworth, M.L. Hutchins, G.J. Fishman, C.A. Wilson-Hodge, V.L. Chaplin, P.N. Bhat, J. Greiner, A. von Kienlin, R.M. Kippen, C.A. Meegan, W.S. Paciesas, R.D. Preece, E. Cramer, J.R. Dwyer, D.M. Smith // *Journal of Geophysical Research*. – 2010. – V. 115. – A12307.
4. Relative detection efficiency of the World Wide Lightning Location Network / M.L. Hutchins, R.H. Holzworth, J.B. Brundell, C.J. Rodger // *Radio Science*. – 2012b. – V. 47. – RS6005.
5. Козлов, В.И., Муллаяров В.А. Грозовая активность в Якутии / ЯФ Изд-ва СО РАН, 2004. – С. 103.
6. Муллаяров В.А. и др. Связь грозовой деятельности с солнечной активностью по наблюдениям фоновое ОНЧ-излучения // *Метеорология и гидрология*. – 1998. – Т. 8. – С. 48-56.

7. Козлов В.И., Муллаяров В.А., Каримов Р.Р. Отклик грозových ОНЧ-радишумов на солнечную активность по наблюдениям в Якутске // Солнечно-земная физика. – 2008. – №12-2. – С. 319-320.
8. Козлов В.И., Каримов Р.Р., Муллаяров В.А. Связь вариаций грозových ОНЧ-радишумов с вариациями плотности солнечного ветра (1979-1994 гг.) // Известия Российской академии наук. Серия физическая. – 2007. – Т. 71. – №7. – С. 1028-1030.
9. Korsakov A.A., Kozlov V.I., Tarabukina L.D. Interannual variations of the intensity of narrowband VLF radio noise and radio station signals registered in Yakutsk in 2009-2017 // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 211 (1), 012006.

\* \* \*

---

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГЕЛЬМИНТОЗОВ ЛОШАДЕЙ ТАБУННОГО СОДЕРЖАНИЯ В ЯКУТИИ

---

*Кокколова Л.М.<sup>1,2</sup>, Гаврильева Л.Ю.<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup>Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства  
имени М.Г. Сафронова – обособленное подразделение  
ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН», Якутск

<sup>2</sup> Арктический государственный агротехнологический университет, Якутск  
lubov.gavrileva86@mail.ru

**Аннотация.** В настоящее время проблема гельминтозов лошадей табунного содержания в Якутии приобретает особую актуальность, что связано с увеличением поголовья. Цель работы – изучение распространения гельминтозов у лошадей табунного содержания на территории Республики Саха (Якутия). На сегодняшний день результаты исследования показывают, что зараженность гельминтами лошадей в табунах составляет до 100%, видовой состав представлен различными видами гельминтов.

Табунное коневодство в Якутии является традиционной и важной отраслью животноводства. Особенности эпизоотологического процесса по

паразитарной системе у лошадей табунного содержания в Центральной, так и Западной Якутии складывается по многим факторам, это и природно-климатические условия региона, наличие потопляемых дождевыми и весенними паводковыми водами конепастбища, интенсивное развитие мелких фермерских хозяйств, увеличение количество поголовья, практически отсутствие ветеринарно-санитарного контроля. К настоящему времени насчитывают около 49 видов нематод – возбудителей кишечных стронгилятозов лошадей, зараженность поголовья составляет 100% [1, 2, 3]. Источником распространения возбудителей инвазионных заболеваний служат взрослые лошади, зараженность поголовья лошадей паразитами составляет 100%, и они являются гельминтоносителями, вследствие заражения конепастбищ и территорий конебаз [4, 5, 8]. На фоне отсутствия в фермерских, индивидуальных хозяйствах плановых дегельминтизаций обеспечивается интенсивная контаминация пастбищ яйцами и инвазионными личинками гельминтов, в последствие наблюдаем рост экстенсивности и интенсивности инвазии. Ассоциированные инвазии лошадей нередко встречаются в форме энзоотий, являющихся причиной отхода, особенно молодняка. Эти заболевания часто протекают в хронической форме, снижая хозяйственную ценность животных, на их почве возникают и развиваются другие заболевания, чаще желудочно-кишечного тракта [6, 7]. В хозяйствах с пастбищным содержанием лошадей применяется определенная смена выпасов в зависимости от зоны, для лошадей и жеребят необходимы хорошие условия содержания и полноценное кормление.

Материалом исследования послужили пробы фекалий лошадей, нематоды, яйца и их личиночные формы, инвазированность, сезонной и возрастной динамики. Результаты копроовоскопические, ларвоскопические и результаты вскрытия убойных животных. Видовой состав гельминтов, а также распространение основных гельминтозов лошадей изучали в коневодческих хозяйствах в Центральной Якутии. Всего было обследовано 209 голов жеребят и 229 голов взрослого поголовья лошадей табунного содержания из них 203 голов кобыл и 26 голов жеребцов. Процент инвазированности определяли полным вскрытием желудочно-кишечного тракта 53 животных: жеребят в возрасте до 1 года – 30, до 3-х лет – 8, старше 5 лет – 15.

Для обнаружения яиц гельминтов в фекалиях исследованы пробы по методу Фюллеборна, для обнаружения личинок нематод по методу Бермана. Для дифференциальной диагностики и подсчета видов личинок обездвиживаем подвижные личинки, для этого в 2,1 мл взвеси личинок добавляем 0,7 мл раствора мелисептол рапид (содержащий в 100 г. раствора – пропанол 50 г., дидецилдиметиламмоний хлорид – 0,075 г., не ионные сурфактанты, отдушки), который фиксирует личинок в прямом состоянии, не разрушая их морфологию и не осветляя, что позволяет осуществить подсчет.

На сегодняшний день результаты исследования показывают, что зараженность гельминтами лошадей в табунах составляет до 100%, видовой состав представлен различными видами гельминтов.

Анализ эпизоотической ситуации в исследованных хозяйствах показывает, что в ряде хозяйств имеется тенденция не только повсеместного распространения, но и ухудшения ситуации по параскариозу (*Parascaris*), заражены гельминтами *Parascaris equorum* чаще и интенсивнее молодняк текущего года рождения.

Одной из основных гельминтов, причиняющих экономический ущерб табунному коневодству, является значительная зараженность лошадей – *Parascaris equorum* (Goeze, 1782) Yorke et Mapleston, 1926. Параскариозы были обнаружены у 124 жеребят (ЭИ=59,3%) и у 106 голов взрослого поголовья лошадей (ЭИ=46,3%). Среднее количество яиц параскариозов в г фекалий лошадей было различным и колебалось от  $10,6 \pm 10,9$  до  $23,7 \pm 16,7$  экземпляров на голову. Основное поголовье лошадей до 3-летнего возраста переболевает параскариозом с наибольшей интенсивностью инвазии в первый год жизни. Заражение параскаридами жеребят в первом году жизни начинается с мая, а пик инвазии наблюдали в осенне-зимний период. Отмечено, что с возрастом лошадей плотность популяции параскариозов снижается и вместе с тем значительно уменьшается количество яиц параскариозов в фекалиях.

В условиях Якутии наиболее патогенными представителями являются гельминты из семейства *Strongylidae* и наиболее часто встречаемые виды *Strongylus*, *Delafondia vulgaris*, *Alfortia edentates*, *Triadontophorus* и из семейства *Oxyuridae* *Oxyuris equi*, эти виды зарегистрированы у лошадей во всех коневодческих хозяйствах республики.

Яиц стронгилят идентичные содержат незначительное число шаров дробления, при выходе в наружную среду яйца внутри фекальных масс происходит развития инфекционной личинки. Сроки развития личинок во внешней среде зависит от температуры окружающей среды и влажности почвы, достаточно плюсовой температуры  $+10-12^{\circ}\text{C}$  при активном солнечном свете личинки становятся инвазионными на 7-е сутки, при  $+18^{\circ}\text{C}$  на 5-е сутки, а при  $+24^{\circ}\text{C}$  уже на 3-е сутки. Жеребята в возрасте 1,0-1,5 мес. заражены 100%, они заражаются впервые дни выпаса.

Из исследованных нами 209 голов молодняка и 229 голов взрослого поголовья лошадей все были заражены кишечными стронгилятами (ЭИ=100%). Среднее количество яиц стронгилят в 1 г фекалий лошадей от  $21,0 \pm 1,24$  до  $77,6 \pm 6,4$  экз.

Сезонная динамика зараженности показывает пик инвазии в осенний период, яйца стронгилят обнаруживаются во всех исследованных в пробах фекалий. Зимнее время декабрь-январь инвазия снижается до 60%. Весенний период наблюдали повышение показателей инвазии до 98,6-100%, зараженных стронгилятами, трихонематидами и параскаридами.

При исследовании проб фекалий жеребят оксиурами были поражены 56 голов, экстенсивность инвазии (ЭИ) составляло 26,7%, из взрослого поголовья оксиурами были заражены 64 голов (ЭИ=27,9%). Отмечается массовое заражение лошадей оксиурозом в возрасте от 6 месяцев до 3 лет. При исследовании проб фекалий флотационным методом среднее количество яиц в 1 г фекалий составляло  $9,3 \pm 2,87$  экз. Однако, в соскобах с перианальных складок обнаружено большое количество яиц *Oxyuris equi*, среднее количество составляло  $74 \pm 13,1$  экземпляров в г фекалий. Разница количественных показателей зараженности оксиурозом лошадей при диагностике объясняется тем, что самка оксиуриса в кишечнике яиц не откладывает и поэтому при копрологическом исследовании лошади яиц оксиурисов не обнаруживают или обнаруживают в единичном количестве. Яйца оксиур выявляли с середины августа, а пик инвазии приходило на осенне-зимние месяцы.

Нематоды и их личинки опасны для организма животных тем, что в период миграции нарушают целостность слизистой оболочки кишечника, кровеносных капилляров печени и легких, вызывая обильные мелкие и точечные кровоизлияния в органах. Оседая в альвеолах и бронхах, ли-

чинки своим присутствием и продуктами жизнедеятельности раздражают ткани легкого и содействуют внедрению патогенной микрофлоры, личинки нематод обнаруживали в желчных протоках. Продукты жизнедеятельности гельминтов оказывают токсическое влияние на организм молодняка, в результате чего развиваются анемия, истощение, задержка в росте и развитии. Выделяемые токсины, действуя на центральную нервную систему, могут вызывать судороги.

Зараженность лошадей табунного содержания в естественных биоценозах представлена тремя видами ленточных гельминтов: *Paranophosphala mamillana*, *Anoplocephala perfoliata* и *Anoplocephala magna*. По результатам исследования сезонной и возрастной динамики заболевания были получены следующие показатели: впервые яйца аноплосцефалид в пробах фекалий обнаруживали у жеребят текущего года рождения в начале августа, у молодняка до 3-х лет и поголовье старше 5-ти лет в первой декаде июля. Последующие месяцы процент инвазированности взрослого поголовья лошадей повышается и достигает минимума в октябре до 57,2%.

По результатам вскрытия убойного поголовья разновозрастных животных высокий процент зараженности выявили в Центральной Якутии: в Мегино-Кангаласском и Хангаласском районах, где зараженность гельминтами вида *Anoplocephala perfoliata* выявлено у 50% в исследованных нами комплектов желудочно-кишечного тракта жеребят текущего года рождения, у молодняка до 3-х лет до 57,2%, у лошадей старше 5-ти лет (выбраковка, возрастной контингент) до 40%. По части Западной зоны в Вилюйском, Сунтарском и Нюрбинском районах *Anoplocephala magna* обнаружено до 48,8% от убойного поголовья лошадей и соответственно по возрастным группам у 54,5% жеребята текущего года рождения, у 48,8% у молодняка до 3-х лет и 43,1% у лошадей старше 5-ти лет, а также вид *Paranophosphala mamillana* обнаружены почти во всех коневодческих хозяйствах и процент зараженности составляло у молодняка текущего года рождения 23,1%, молодняка до трех лет до 37,2%. Такой процент зараженности показывает значительное распространение аноплосцефалидоза на территории Центральной и Западной Якутии обусловлено достаточно скученным содержанием табунов в весенний период, что создает благоприятные условия для передачи инвазии.

Таким образом, исследование табунных лошадей показывает, что паразитарное заболевание имеет тенденцию повсеместного распространения, зараженность гельминтами желудочно-кишечного достигает до 100%.

Фактором интенсивной контаминации пастбищ яйцами и инвазивными личинками гельминтов, является скученное содержание, быстрое нарастание весенних плюсовых температур обеспечивающий быстрый выход из яиц инвазивных личинок, высокую подвижность личинок и способность заражать, а также отсутствию плановых профилактических и лечебных мероприятий.

В хозяйствах с пастбищным содержанием в зависимости от сезона года необходимо применить смену выпасов, т.к. передача инвазии происходит на естественных пастбищах и имеет достаточно высокие показатели. Для лошадей особенно для жеребых кобыл и жеребят необходимы хорошие условия содержания и полноценное кормление.

В процессе длительной зимней тебеневки снижение упитанности лошадей может привести к нарушению их нормальной жизнедеятельности, резко ухудшается способность тебеневки, снижается иммунитет, у кобыл наблюдаются аборт. Жеребцы могут потерять за зиму до 10-12%, а кобылы до 20-22% от массы веса, набранной ими после летнего нагула. Для предотвращения сильного воздействия холодовых факторов тебеневки на организм животных рекомендуем научно-обоснованную технологию комплексной терапии с организацией подкормки и дегельминтизацию с применением высокоэффективных антигельминтных препаратов с охватом всего поголовья лошадей. Дегельминтизацию необходимо проводить три раза в год, первую – в марте, с началом весенней подкормки, вторую, перед выгоном на летние пастбище в конце мая и третью дегельминтизацию необходимо проводить после отъема жеребят в ноябре.

### **Литература**

1. Гаврильева Л.Ю., Кокколова Л.М. Профилактика и лечение дисбактериоза жеребят при паразитарных болезнях с учётом холодного климата региона / Л.Ю. Гаврильева, Л.М. Кокколова // Иппология и ветеринария. 2019. № 1 (31). С. 9-14.

2. Исаков С.И. Опыт борьбы с гельминтозами лошадей / С.И. Исаков // Ветеринария. 1967. - XII, С. 49.
3. Исаков С.И. Гельминтозы лошадей в условиях косячно-табунного содержания и терапия этих заболеваний / С.И. Исаков // Вредные насекомые и гельминтозы Якутии: Сб. ин-та биологии Якутск. Филиала СО АН СССР. – Якутск. 1971. – С. 109-115.
4. Коколова Л.М. Изучение экологических изменений по эпизоотологии паразитарных заболеваний лошадей табунного содержания Якутии / Коколова Л.М., Гаврильева Л.Ю., Степанова С.М. // Австрийский журнал технических и естественных наук. – Vienna –, 2014. – №3, р. 47-50.
5. Коколова Л.М. Распространение гельминтозов у лошадей табунного содержания в Республике Саха (Якутия) / Коколова Л.М., Гаврильева Л.Ю., Степанова С.М. // Российский паразитологический журнал. – 2014. – №3. – С. 30-33.
6. Коколова Л.М. Особенности сохранения жизнеспособности нематод *Strongylus equinus* при критически низких температурах Якутии / Коколова Л.М., Гаврильева Л.Ю., Степанова С.М., Слепцова С.С., Дулова С.В. // Ипшология и ветеринария. – 2021. – №3 (41). – С. 7-15
7. Коколова Л.М. Профилактика инвазионных болезней лошадей табунного содержания в Якутии / Коколова Л.М., Гаврильева Л.Ю., Слепцова С.С. // Российский паразитологический журнал. 2022. – Т.16. – №4. – С. 475-482.
8. Сафронов М.Г. Гельминты и гельминтозы животных Якутии / М.Г. Сафронов, Якутск, – 1966. С. 123 с.

\* \* \*

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПЕЛЯДИ *COREGONUS PELED* (GMELIN, 1789) И ИХ ЗАРАЖЕННОСТЬ ПАРАЗИТАМИ

Коколова Л.М.<sup>1,2</sup>, Сафронев А.Э.<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства  
имени М.Г. Сафронова – обособленное подразделение  
ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН», Якутск

<sup>2</sup>Арктический государственный агротехнологический университет, Якутск

<sup>3</sup>Якутский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт  
рыбного хозяйства и океанографии», Якутск

**Аннотация:** Авторы статьи проводят результаты исследование пеляди *Coregonus peled* (Gmelin, 1789) и их зараженность паразитами в рыбохозяйственных водоемах Якутии. Отражены исследования паразитарных болезней пеляди *Coregonus peled* (Gmelin, 1789), их виды, количество и вызываемые ими патологии. Нарботанные материалы позволят оценить экологические последствия и рассчитать ущерб, наносимый рыбному хозяйству региона при проведении конкретных работ на рыбохозяйственных водоемах.

Пелядь в Якутии обитает во всех бассейнах рек, впадающих в море Лаптевых и Восточно-Сибирское море. В реках Оленек, Лена, Яна и Индигирка пелядь не образует речной формы, но в бассейнах этих рек пелядь представлена обычной озерной и карликовой озерной формами. В бассейнах рек Анабар и Колыма по мимо озерной обитает, еще и речная форма. Пелядь *Coregonus peled* (Gmelin, 1789) населяет преимущественно проточные озера или озера, имеющие связь с рекой. Пелядь легко приспосабливается к новым условиям обитания, поэтому была популярна как объект акклиматизации [5]. Пелядь привлекает внимание рыбаков высокими качествами рыба-сырца. По характеру питания пелядь может быть отнесена к рыбам с широким пищевым спектром, питается она зоопланктоном и зообентосом. При высоких показателях численности зоопланктона пелядь питается преимущественно планктонными

организмами, Вилюйское водохранилище по своим биологическим показателям преимущественно хищники и бентофаги, то естественно, что значительная часть зоопланктона остается недоиспользованной.

На территории Якутии пелядь разделяют на три экологические формы (озерная, озерно-речная и речная). Озерной формой называется пелядь, постоянно обитающая в озерах, где она и нерестится. Речная форма пеляди совершает миграции разной протяженности. Она нагуливается в низовьях рек или в соровой системе, а на нерест поднимается вверх по рекам или заходит в притоки. Озерно-речная форма пеляди занимает промежуточное положение между озерной и речной: в течение года она обитает как в озерах, так и в реке. Пелядь наиболее многочисленна в остаточных и термокарстовых озерах. Все эти озера сохранили временную или постоянную связь с рекой и расположены преимущественно Колымо-Индибирской низменности, в Яно-Индибирском междуречье и в Вилюйской впадине. В бассейне Яны в северной части Янской низменности сиговые рыбы и в т.ч. и пелядь наиболее многочисленны. В бассейне р. Колымы речная и озерная формы пеляди расселены от устья р. Ясачной до приморья. Особенно богаты пелядью левобережные озера, расположенные в пределах Среднеколымского и Нижнеколымского районов. В бассейне р. Индигирка пелядь отмечена от устья Момы до морского побережья.

С учетом литературных данных на территории Якутии у пеляди зарегистрированы 28 вида гельминтов [4]. Также была информация о редкой находке плероцеркоида *Dibothriocephalus latus* (Innaeus, 1758) Luhe, 1899 в печени у пеляди из озера Ат-Баайбыт (бассейн реки Яны, Якутия).

Исследование рыб проводили по методу полного паразитологического вскрытия по Догелю В.А. [1]. Отобраны рыбы разных возрастных категорий в следующих количествах: личинок и мальков не менее 25 экземпляров, сеголетков 15-25, годовиков и всех рыб остальных возрастных групп по 15 экземпляров. Полное гельминтологическое исследование рыб проводили в следующем порядке: кровь, кожа, плавники, носовая и ротовая полости, жабры, желчный и мочевой пузыри, брюшная полость, почки, сердце, пищеварительный тракт, печень, селезенка, гонады, головной и спинной мозг, хрящи, мышцы, глаза. Результаты исследования обоснованы подсчетом количество паразитов в десяти полях

зрения микроскопа и определен средний показатель. Высчитывали экстенсивность и интенсивность инвазии, индекс обилия по каждому паразиту в отдельности для каждого возраста рыб [2]. Длину рыбы измеряли от конца рыла до конца чешуйного покрова (АВ) и до конца хвостового плавника (АД). Толщину рыбы измеряли штангенциркулем. Для определения возраста рыб брали несколько чешуек в районе спины, на которых считали годовые кольца. Пробы для исследования для хранения на длительное время, отмечаем сопроводительной этикеткой.

Обнаруженные паразиты определены до вида и вносили в журнал исследования аспиранта, где указаны дата, место вылова, пол, возраст, вес и длина исследованной рыбы. Обнаруженных паразитов фиксировали, этикетировали и сохраняем для камеральной обработки.

Тело пеляди слегка уплощено с боков, в поперечном сечении имеет вид овала. Спинной плавник находится посередине спины, под ним расположены парные брюшные плавники. Грудные плавники сдвинуты вперед и располагаются под задним концом жаберной крышки, анальный плавник начинается сразу же за анальным отверстием. Анальный плавник начинается сразу же за анальным отверстием. Жировой плавник располагается сверху по спине. Пелядь более темно окрашена – окраска спины, головы и плавников темная, брюшка и бока – светлая. Рот конечный, верхняя челюсть несколько выдается над нижней, верхнечелюстная кость заходит за вертикаль переднего края глаза. Пелядь достигает 40-58 см длины и веса до 2690 г, иногда отмечались особи до 5-6 кг. Карликовая пелядь достигает длины 30 см и веса 300-400 г. Формула плавников имеет следующий вид: D III-V 8 – 12, P I 14 – 16, VII (9) 10 – 14, A III – V 12 – 16 (17). Жаберных тычинок 46-69, чешуй в боковой линии 76-102 (104), пилорических придатков 70-170, позвонков 57-63.

Пелядь с осенне-зимним нерестом, откладывает икру на плотный песчаный, песчано-галечный либо каменистый грунт на глубинах 1,2-4 м, минимальная абсолютная плодовитость у пеляди – 3,6 тыс. икринок была отмечена для пеляди из Мастахской группы озер в Якутии. Примерно такая же плодовитость у медленнорастущей из оз. Мундуйского (4,8 тыс.) и дельтовых озер Лены (5,2 тыс.).

По результатам анализа пеляди (36 экз.), выловленной весной средняя длина тела (по Смитту) и масса самок (23 экз.) составила  $377,73 \pm 5,73$  мм и  $731,52 \pm 58,03$  г, средняя длина и масса самцов (13 экз.) –  $371,15 \pm 8,0$  мм и  $662,69 \pm 41,48$  г и без разделения по полу –  $375,30 \pm 4,5$  мм и  $726,85 \pm 35,46$  г. соответственно. Сравнение морфологических признаков самцов и самок не показало сколько-нибудь заметных различий между ними.

Зараженность гельминтами пелядь *Coregonus peled* (Gmelin, 1789), разводимой в отдельных водоемах, значительно обеднена и представлена в основном видами паразитов, которые переходят на пелядь с местных видов рыб. Тем не менее, у пеляди за пределами ее естественного ареала зарегистрированы 42 вида паразитов. В целом во всех водоемах, где обитает пелядь были обнаружены 72 вида паразитов [5].

По результатам паразитологических исследований у пеляди обнаружили 23 вида паразита, из них простейших 1 вид – *Hennequya zschokkei*, моногеней 1 вид – *Discocotyle saqittata*, цестод 9 – *Triaenophorus nodulosus*, *Triaenophorus crassus*, *Eubothrium crassum*, *Diphyllobothrium latum*, *Diphyllobothrium dendriticum*, *Diphyllobothrium ditremum*, *Diphyllobothrium sp.*, *Proteocephalus exiquus*, *Proteocephalus sp.*, трематод 5 – *Crepidostomum farionis*, *Phyllodistomum megalorchis*, *Phyllodistomum conostomum*, *Diplostomum sp.* *Ichthyocotukurus sp.*, нематод 3 – *Cystidicola farionis*, *Philonema sibirica*, *Raphidascaris acus*, скребней 2 – *Neoechinorhynchus rutile* *Neoechinorhynchus crassus*, ниявок 1 – *Acanthobdella peledina*, ракообразных 2 – *Salmincola coregonorum*, *Salmicola extumescens*.

Обнаруженные у пеляди 23 вида паразита и вызываемые ими заболевания наносят существенный вред. Этот показатель зараженности значительно беден и представлен в основном паразитами, которые переходят на пелядь с местных видов рыб (основном от хищных рыб щуки и окуня и др.), поэтому в дальнейшем нам предстоит изучить и уточнить паразитофауну и экологию пеляди в других рыбохозяйственных водоемах Якутии.

В настоящее время рост численности пеляди в водохранилище сдерживается вселением ее в водоем небольшими партиями, недостаточными для получения хозяйственного эффекта, а также промыслом местного населения. К положительным чертам экологии пеляди при вселении в

водохранилище следует также отнести высокую степень недоступности ее молоди для щуки вследствие различных занимаемых ими экологических ниш и возможность размножения пеляди на илистых грунтах.

Среди обнаруженных паразитов и вызываемых им заболевания наносят существенный вред самим хозяевам (пеляди) это цестоды из группы *Diphyllobothrium*, *Diplostomum*, они не только отнимают пищу у своего хозяина, но и выделяют токсины, замедляют рост рыбы, уменьшают вес, жирность, упитанность и ухудшают пищевые качества, а поражением гонад снижают воспроизводительную способность и сокращают численность популяции.

### Литература

1. Быховская-Павловская И.Е. Паразитологическое исследование рыб. Изд-во «Наука». Ленинградское отделение. Ленинград, 1969. С. 109.
2. Головков Г.А., Кузьмин А.Н. Инструкция по разведению пеляди в прудах и озерах. Ленинград: ГосНИОРХ, 1970. С. 36.
3. Кириллов Ф.Н., Кириллов А.Ф., Лабутина Т.М. и др. Биология Вилюйского водохранилища. Новосибирск: Наука, 1979. С. 272.
4. Однокурцев В.А. Паразитофауна рыб пресноводных водоемов Якутии. Новосибирск: Наука, 2010. С. 145.
5. Кириллов А.Ф. Промысловые рыбы Вилюйского водохранилища. Якутск: ЯНЦ СО АН СССР, 1989. 108 с.
6. Сафронеев А.Э. Экологическая характеристика пеляди *Coregonus peled* (Gmelin, 1789) в Вилюйском водохранилище и её заражённость паразитами / Сафронеев А.Э., Коколова Л.М., Гаврильева Л.Ю., Степанова С.М., Дулова С.В., Верховцева Л.А // Ишпология и ветеринария. 2022. №3 (45). С. 172-178.

\* \* \*

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ ДЕГЕЛЬМИНТИЗАЦИИ ЛОШАДЕЙ ТАБУННОГО СОДЕРЖАНИЯ

*Коколова Л.М.<sup>1,2</sup>, Гаврильева Л.Ю.<sup>1,2</sup>, Прибылых Е.И.<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup>Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства  
имени М.Г. Сафронова – обособленное подразделение  
ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН», Якутск

<sup>2</sup> Арктический государственный агротехнологический университет, Якутск

**Аннотация:** Приведены результаты применения методов индивидуальной и групповой дегельминтизации лошадей при табунном содержании. Как отмечают авторы, зараженность гельминтами основного поголовья лошадей в табунах (старше 5-ти лет) достигает 85,8%, молодняка до 3-х лет 81,2%, жеребят текущего года рождения заражены 100%. Для эффективности проведения противопаразитарных обработок рекомендуют применение антигельминтных препаратов – Эквисект пасту в дозе 0,2 мг/кг по ДВ при индивидуальном лечении путем нанесения препарата на корне языка и препарат Альбен в гранулах с кормовой смесью основная доза 3,75 г/100 кг (0,1 мг/кг по ДВ) два дня подряд при групповом методе дегельминтизации.

Известно негативное влияние на нормальный биоценоз желудочно-кишечного тракта животных антибиотиков и антигельминтных препаратов, вызывают дисбактериоз, приводят к угнетению ферментативной активности желудочно-кишечного тракта и другим функциональным изменениям, освобождая организм хозяина от гельминтов. Возникшие при этом изменения являются ответной реакцией организма животного на введенные чужеродные вещества. В одних случаях они непродолжительны, в других – более стойкие и приводят к заметному снижению продуктивности. О снижении резистентности и иммунной реактивности организма животных, приведены в работе И.А. Архипова, 1999 [1]. Применение фенбендазола, беламизола, эквисект пасты у лошадей, зараженных стронгилятозами происходит усугубление патологических сдвигов вторичных подсистем иммунитета. Другие авторы указывали, что при-

менение антигельминтиков, в том числе и обладающих высокой эффективностью, сопряжено с проявлением побочных эффектов их действия, такие, как эндотоксикозы, замедление прироста массы тела, повышения уровня предимплантационной смертности, развитие неврозов и пр. [2].

Под влиянием антигельминтных препаратов авертин, абиктин, ивермек, иверсект, альбамелин у лошадей **происходит** изменение количественного и качественного состава микрофлоры желудочно-кишечного тракта животных. При применении аверсекта-2 соотношение между полезной и условно-патогенной микрофлорой кишечника лошадей уменьшается в 2,7 раза, полностью не восстанавливается в течение двух недель после дегельминтизации [3]. По данным опытов *in vitro* Н.В. Данилевской, В.В. Субботина [4] антигельминтные препараты пирантел, ивомек, вальбазен в зависимости от дозы и вида тест-культуры ингибировали нормальный рост микрофлоры, обитающие в пищеварительном тракте. Впервые И.И. Мечниковым было установлено, что регулирование и стимулирование пищеварения животных микробными препаратами с высокой ферментативной активностью, не вызывают привыкания со стороны патогенной микрофлоры, экологически безопасны для окружающей среды, а также обладают антагонистической активностью к широкому спектру патогенных и условно-патогенных микроорганизмов. По данным исследований лошадей табунного содержания в Якутии Л.М. Коколовой, Л.Ю. Гаврильевой [4, 6] по заболеваемости стронгилятозами желудочно-кишечного тракта зараженность составляет 100% [8]. Фауна стронгилят представлена 6 родами: *Delafondia* (43,6%), *Alfortia* (35,6%), *Graterostomum* (8,2%), *Strongylus* (7,5%), *Triodontochorus* (4%), *Oesophagodontus* (1,1%).

Сезонная и возрастная динамика зараженности молодняка изучали ежемесячными копроовоскопическими и ларваскопическими исследованиями, всего исследовано 50 голов жеребят в возрасте до трех лет. Экстенсивность и интенсивность инвазии лошадей определяли методом полного гельминтологического вскрытия желудочно-кишечного тракта по К.И. Скрябину (1928) 20 жеребят в возрасте до года и 15 до 2-х лет, 15 до 3-х лет. Обнаруженных гельминтов фиксировали в 70%-ном спирте. Наиболее распространенными и основными видами стронгилят являются *Alfortia edentates*, *Delafondia vulgaris*, *Strongylus equinus* и многочис-

ленные виды *Trichonematidae*. У исследованных лошадей максимальная экстенсивность инвазии *Strongylus equinus* составляла в ноябре – 80%, минимальная в августе – 35,7%. Максимальную инвазию *A. edentatus* в январе – 78,6%, минимальную в ноябре – 46,6%. Пик экстенсивности инвазии *Delafondia vulgaris* до 86,6% достигал в ноябре, декабре, минимальный был отмечен в марте до 66,6%. Экстенсивность инвазии *Trichonematidae* во все месяцы составляло 100%. Результаты проведение подкормки в зимний период способствует быстрому восстановлению нормальной микрофлоры пищеварительного тракта после дегельминтизации.

В настоящее время в условиях Якутии у лошадей табунного содержания, преобладают возбудители, которых вызывают сложные патологии [7]. В естественных условиях обследовали 50 жеребят от шестимесячного возраста и молодняка до трех лет, которые 100% были инвазированы стронгилятами пищеварительного тракта. У молодняка определяется наличие симптомакомплексных инвазионно-инфекционных болезней, а также ухудшение биохимических и иммунологических показателей, наблюдается лейкопения, подавление пролиферативной активности лимфоцитов и др. В настоящее время недостатком является способ лечения паразитарных и инфекционных болезней у лошадей табунного содержания с использованием антигельминтных препаратов и антибиотиков. Предлагаемые в ветеринарной практике синтетические антигельминтные препараты и антибиотики при длительном применении могут накапливаться в организме животных, например, в мышцах, молоке и органах, что снижает питательную ценность мясо-молочной продукции.

При определении видового состава гельминтов лошадей табунного содержания в Якутии наиболее распространенными и основными видами стронгилят являются *Alfortia edentates*, *Delafondia vulgaris*, *Strongylus equinus* и многочисленные виды *Trichonematidae*. У исследованных молодняка лошадей максимальная экстенсивность инвазии *Strongylus equinus* составляла в ноябре – 80%, минимальная в августе – 35,7%. Максимальную инвазию *Alfortia edentates* в январе – 78,6%, минимальную в ноябре – 46,6%. Пик экстенсивности инвазии *Delafondia vulgaris* до 86,6% достигал в ноябре, декабре, минимальный был отмечен в марте до 66,6%. Экстенсивность инвазии *Trichonematidae* в течение года со-

ставляло 100%. При среднем индексе обилия яиц *Strongylus equinus* в 1 г фекалий лошадей было от 121,0±1,24 до 377,6±6,4 экз., самый высокий показатель составил 939,8±17,7 экз., показатель интенсивности увеличился с ноября и достигал максимума в марте следующего года. *Alfortia edentates* интенсивность инвазии была равной от 36,7±2,9 до 228,3±9,5 экз.; *Delafondia vulgaris* от 44,8±2,6 до 83,8±7,1, экз. Интенсивность инвазии различных видов *Trichonematidae* до 317,8±9,7 экз. в 1 г. фекалий исследованных проб. Анализируя данные обследования подопытных и контрольных животных, можно сделать вывод, что интенсивность инвазии стронгилидозами пищеварительного тракта высокая.

Фаунистические исследования гельминтов и изучение распространенности видов стронгилят у лошадей табунного содержания в Центральной и Западной зонах Якутии, показали, наиболее распространенным и основными видами являются *Strongylus equinus*, *Alfortia edentates*, *Delafondia vulgaris* и многочисленные виды *Trichonematidae*. Установили, 100% зараженность лошадей табунного содержания стронгилятами с высокой интенсивностью инвазии. Важно понимать сроки проведения дегельминтизаций в зависимости от биологии возбудителя. Для правильной организации лечебно-профилактических мероприятий важно учитывать пики максимальной ЭИ и спады в зависимости от сезона года. В состав кормовой смеси обязательно включаем овес, который является хорошим кормом для молодняка, кроме того витамины, Кемпендйскую соль, обогащенную микроэлементами цеолит Хонгуриинский и пробиотики. Подкормку рекомендуется организовать для обеспечения потребности в питательных и минеральных веществах, особенно в первый год жизни. Подкормку кормовой смесью и дегельминтизацию проводили в октябре-ноябре. Из спонтанно инвазированных лошадей табунного содержания были сформированы 2 опытные (n=20) и контрольная (n=10) группы животных, на конебазе «Модун» Мегино-Кангаласского района. Подкормку кормовой смесью и дегельминтизацию проводили в октябре-ноябре. Кормовая смесь содержит овес, минеральные добавки: цеолит, соль, пробиотик «Сахабактисубтил» и витамин «Тривит» для животных. Минеральные добавки: цеолит (Хонгуриинского происхождения месторождение Хонгуруу Сунтарского района Якутии), как минерал содержит около 84 различных микроэлементов, в том числе К, Na, Mg, Sr,

Са, Ва, химический состав цеолита:  $\text{SiO}_2$  – 65.26%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 12.01%,  $\text{CaO}_2$  – 3.31%,  $\text{K}_2\text{O}$  – 1.48%,  $\text{Na}_2\text{O}$  – 1.39%,  $\text{N}_2\text{O}$  – 1.00%. Цеолит отличает адсорбционные способности поглощать и отдавать различные вещества, также очищать от многих вредных для организма животных веществ. Имеет ионообменную способность, т.е. обменивать катионы, «заменяя» их элиминированные (уничтоженные) вещества на необходимые для организма элементами, которые содержатся в цеолите. Известна каталитическая способность, т.е. ускоряет химическую реакцию организма.

Соль Кемпендяйская (месторождения озеро Кемпендяйка Сунтарского района), от соляных источников добывается самосадочная и каменная соль, цвет белый без других примесей содержит 99,7% хлорида натрия. В нашей кормосмеси доза соли составляет в среднем 3,5 г из расчета на голову.

Пробиотик: применен пробиотический препарат «Сахабактисубтил», который в 10 мл раствора содержит 50 млрд микробных клеток бактерий *Vacillus subtilis* ТНП-3, выделенных из мерзлотных почв Якутии. Препарат «Сахабактисубтил» добавляется в кормовую смесь из расчета 1 мл препарата в дозе 100 млрд КОЕ на 100 кг массы животного. Обладает выраженной антагонистической активностью по отношению многих патогенных и условно-патогенных микроорганизмов, способностью нормализовать кишечный микробиоценоз, поэтому применен в целях профилактики дизбактериоза после проведения дегельминтизации, также для повышения усвояемости корма в зимнее время и способствует приросту массы молодняка.

В качестве витаминного препарата «Тривит» для животных, в 1 мл витамина содержится 10000 МЕ витамина А, 15000 МЕ витамина D<sub>3</sub> и от 10 до 20 мг витамина Е, применен из расчета 2 мл на 1 голову животного.

Первый опыт. 20 голов – кормовую смесь задавали в течение 3 дней;

На 4-е проводили групповую дегельминтизацию с добавлением в кормовой смеси Альбен гранулята содержащий в качестве действующего вещества 20,0% альбендазола из расчета 7,5 мг/кг массы животного.

Продолжаем подкормку кормовой смесью еще 3 суток.

Во втором опыте, спонтанно инвазированные нематодами пищеварительного тракта 20 лошадей, так же как и первом опыте в течение 3-х

суток подкармливали кормовой смесью, на 4-е сутки проводили дегельминтизацию с применением пасты Эквисект-1,0%, препарат в шприце-дозаторе по 14 г, рассчитанное для обработки лошади массой 700 кг рекомендуемый для лечения и профилактики лошадей при стронгилоидозах, параскаридозе, оксиурозе и личинок (*Gasterophilis* spp.) желудочно-кишечных оводов. Эквисект пасту применяли подопытным лошадям однократно перорально из расчета 2 г на 100 кг массы животного (0,2 мг/кг по ДВ). Пасту выдавливают на корень языка из шприца-дозатора в межзубное пространство ротовой, затем продолжали подкормку корма смесью ещё 3-е суток. Животных контрольной группы n=10 не дегельминтизированы и не задали подкормку, находились на обычном рационе кормления.

Таблица – Результаты проведения дегельминтизации в опытах

№№	Препарат	Доза (мг/кг), способ введения	Количество голов в опыте	Свободны от гельминтов после дегельминтизации, гол.	Среднее кол-во яиц г фекалий, M±m	Среднее кол-во яиц г фекалий, на 5 сут., M±m	Среднее кол-во яиц г фекалий, на 10 сут., M±m	Интенс. эффективность, %
1	Альбен гранулят 20,0%	7,5 мг/кг	20	19	121,0±1,24	7,1±0,1	0	100
2	Паста Эквисект-1,0%	0,2 внутрь	20	20	177,6±6,4	0	0	100
	Контроль	-	10	-	129,5±0,7	141,3±3,8	119,5±0,7	-

Результаты первого опыта, копрологическое исследование на 5 сутки показали в фекалиях у одного животного, были обнаружены яйца стронгилят в среднем до 7,1±0,1 яиц в 1 г, на 10 сутки все подопытные животные были свободны от яиц гельминтов, эффективность проведенного лечения составляет 100%.

Во втором опыте, результаты индивидуальной дегельминтизации Эквисект пастой 1,0% в дозе 0,2 мг/кг на 5 и 10 сут. в пробах фекалий подопытных животных яйца гельминтов не были обнаружены, эффек-

тивность лечения также составила 100%. У контрольной группы в начале опыта среднее количество яиц стронгилят 1 г фекалий  $129,5 \pm 0,7$ , на 5 сутки  $141,3 \pm 3,8$ , на 10-е  $119,5 \pm 0,7$  экз.

В условиях Якутии наиболее патогенными представителями семейства Strongylidae являются часто встречаемые виды – *Strongylus*, *Delafondia vulgaris*, *Alfortia edentates*, *Trichonematidae*, они регистрированы у лошадей табунного содержания во всех коневодческих хозяйствах республики. Жеребята заражаются уже за первые дни выпаса, в возрасте 1,0-1,5 мес. инвазия достигает до 100% зараженности молодняка текущего года рождения, яйца гельминтов выявляются во всех исследуемых пробах фекалий. Сезонная динамика зараженности показывает, что у молодняка в возрасте до 3-х лет в сентябре-октябре месяцы пик инвазии до 100%. Попытки применения кормовой смеси и проведение дегельминтизации антигельминтными препаратами Альбен гранулят и Эквисект пасты групповым и индивидуальным методами показали 100% эффективность лечения. После отъема от матерей в начале зимы нельзя допускать снижения массы тела жеребят, поэтому организация подкормки необходима, как источник минеральных веществ и для прироста. Разработана технология применения кормолекарственных смесей для лечения стронгилятозов желудочно-кишечного тракта, личинок оводов, параскарисов у лошадей табунного содержания. Производственные опыты показали хороший результат лечение стронгилятозов лошадей табунного содержания со 100% эффективностью.

### Литература

1. Архипов И.А. Побочное действие антигельминтиков и эндэктоцидов и пути их предотвращения // Ветеринария. – 1999. – № 12. – С. 14-15.
2. Архипов И.А. Влияние массового применения антигельминтиков на окружающую среду / И.А. Архипов // «Новые фармакологические средства в ветеринарии»: Матер. 12-й междунар., межвуз. научн.-практ. конф. – СПб., 2000. – С. 82-83.
3. Гаврильева Л.Ю. Основные стронгилятозы лошадей табунного содержания Якутии и мероприятия по борьбе с ними / Автореферат дисс. ... канд. вет. наук // Всерос. науч.-исслед. ин-т гельминтологии им. К.И. Скрябина. Якутск, 2014 – С. 26.

4. Данилевская Н.В. Влияние антгельминтных препаратов на микробиоценоз желудочно-кишечного тракта / Н.В. Данилевская, В.В. Субботин // Веткорм. – 2011. – №5. – С. 16-17.
5. Коколова Л.М. Гельминтозы лошадей табунного содержания в Республике Саха (Якутия) / Л.М. Коколова, Л.Ю. Гаврильева, З.К. Иванова, С.М. Степанова // В сб.: МНПК Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями. 2014. – № 15. – С. 116-119.
6. Коколова Л.М., Гаврильева Л.Ю., Степанова С.М. Распространение гельминтозов у лошадей табунного содержания в Республике Саха (Якутия) / Л.М. Коколова, Л.Ю. Гаврильева, С.М. Степанова, Т.А. Платонов, Л.А. Верховцева // Ж. Российский паразитологический журнал. – 2014. – №3. – С. 30-33.
7. Коколова Л.М. Профилактика стронгилятозной инвазии у лошадей табунного содержания в Западной Якутии. / Л.М. Коколова В сб.: Modern features of development of biological sciences as factors of solution of pressing problems of human survival and the natural environment Peer-reviewed materials digest (collective monograph) published following the results of the CXIII International Research and Practice Conference and III stage of the Championship in Medicine and Pharmaceutics, Biology, Veterinary Medicine and Agriculture. – Лондон, 2015. – С. 67-68.
8. Коколова, Л.М. Профилактика и лечение дисбактериоза жеребят при паразитарных болезнях с учётом холодного климата региона / Л.М. Коколова, Л.Ю. Гаврильева // Иппология и ветеринария. – №1 (31). – 2019. – С. 9-15.

\* \* \*

## ВРЕД, НАНОСИМЫЙ ХИЩНИКАМИ ЖИВОТНОВОДСТВУ РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)

*Корякина Л.П.*

Арктический государственный агротехнологический университет, Якутск  
koryinalp\_2017@mail.ru

**Аннотация.** В Якутии самыми распространёнными и крупными хищниками являются волк и бурый медведь. По данным Управления ветеринарии Республики Саха (Якутия) за 2023 г., хищниками всего было затравлено 6887 гол. сельскохозяйственных животных, в том числе домашних оленей – 6610 гол. (95,98%), лошадей – 200 (2,9%), крупного рогатого скота – 77 гол. (1,12%), что больше на 2,5%, по сравнению с предыдущим годом. Так, в 2022 г. всего хищниками было затравлено 6711 гол., в том числе 6413 оленей, 209 – лошадей и 89 гол. скота.

Однако, по предварительным расчетам, общая сумма ущерба, нанесенного хищниками животноводству республики, составляет более 220 млн. рублей, приносимом ими серьезном ущербе.

По данным Департамента биоресурсов РС (Я) с каждым годом численность волков становится все больше и корма в тайге им не хватает. Хищники все чаще стали селиться вблизи населенных пунктов, даже термин появился «синантропные волки» – они живут вблизи населенных пунктов и нападают на домашних животных, питаются на свалках. Многочисленные исследования указывают на огромный урон, нанесенный хищниками оленеводству. Одна из причин происходящего кроется в росте популярности охоты на волка и увеличении размера вознаграждения за его добычу до 30 тыс. руб.

**Ключевые слова:** крупные хищники, волк, медведь, травеж, динамика численности, оленеводство, табунное коневодство, Арктическая зона, динамика распространения.

Оленеводство является одной из ведущих отраслей животноводства на севере России и основой жизни и занятости местного населения [1]. Государственная политика Республики Саха (Якутия) построена на признании домашнего оленеводства как основы исторически сложившего-

ся уклада жизни коренных народов Севера [2]. Отрасль сама по себе достаточно рентабельна, однако существенные убытки оленеводству причиняют непродуцируемый отход оленей от нападения хищников, особенно волка [3]. Волк всегда заслуживал серьезного внимания как хищник, играющий негативную роль в животноводстве и охотничьем хозяйстве [4]. Отмечается, что в пределах ареала дикого северного оленя и в зоне домашнего оленеводства, волк весьма многочислен [5]. По экспертной оценке, на территории Якутии обитает около 2,5-3,0 тыс. волка (крупные стаи состоят из 7-10 особей) [3]. В отдельные годы общая численность травежа оленей волками в Якутии составляет более 10,4 тыс. гол. [6].

Много отхода в период отела происходит от нападений хищных птиц, воронов, медведей, нашествий волков. Хищничество медведя слабо выражено и проявляется в отношении молодняка копытных, поскольку в его рационе растительные корма занимают 85-90% [7].

Раньше на всей территории России количество серых хищников систематически регулировали с помощью ядов [8]. Вследствие принятого в Российской Федерации запрета на использование ядохимикатов и капканов для борьбы с хищниками возросла численность волков [7]. Наблюдения показали, что доля непродуцируемых отходов в оленеводстве региона от травежа хищниками составил 35%. При этом ущерб, наносимый хищником, характеризуется не только прямым уничтожением, но и потерями оленей (до 37%), беспокойство мешает оленям полноценно питаться, снижается деловой выход телят; опасаясь нападения волков оленеводы выпасают оленей более скученно, что приводит к выбиванию оленьих пастбищ [3].

Установлено, что плотность обитания и сезонные перемещения хищника зависят от обилия оленей на их кормовых участках [9]. При недостатке кормовой базы усиливается иерархическое противостояние в волчьих стаях, приводящее к их распаду и возникновению большого количества «не территориальных» волков [10]. Известно, что территориально обособленная волчья семья (3-8 особей) большую часть года придерживается постоянного участка обитания, используемого многие годы [11]. Отмечают, что волки-кочевники проявляют выраженное хищничество и расточительство по числу уничтоженных жертв [12].

Особое место занимают синантропные волки – экологическая форма вида *Canis lupus L.1858*, распространенная в густонаселенных сельскохозяйственных районах [11]. Синантропный волк в значительной степени питается падалью и домашними животными, поэтому тяготеет к населенным пунктам и животноводческим помещениям [12].

В начале зимы наступает опасный период: волчицы обучают навыкам охоты подросший молодец. Если в прежние годы они практиковались на зайцах, но заячьи популяции в Центральной Якутии много лет находятся в глубокой депрессии, то хищники массово нападают на табуны лошадей, которые находятся на вольном выпасе [3].

В настоящее время его популяции существуют под мощным антропогенным прессом. Являясь своеобразным индикатором благополучия экосистем, волк быстро реагирует на происходящие изменения ситуации лабильным поведением, флуктуациями численности. Сформировавшиеся в регионе дикие и в разной степени синантропные популяции позволяют этому виду успешно осваивать разнообразные ландшафты [11].

От результативности и экономической эффективности работ по сокращению численности хищников зависит производительность отраслей животноводства Якутии, в частности, оленеводства.

**Цель исследований** – анализ данных непродовольственного отхода от травежа хищников в животноводстве Якутии за 2022-2024 гг.

**Материалы и методы.** Для изучения и анализа использованы статистические сведения Управления ветеринарии Республики Саха (Якутия) по травежу сельскохозяйственных животных за 2022-2024 гг., в том числе среди северных домашних оленей, а также оперативные данные по травежу домашних оленей по районам оленеводства.

**Результаты исследований.** По данным Министерства сельского хозяйства Республики Саха (Якутия) по состоянию на 1 января 2024 г. во всех категориях хозяйств поголовье крупного рогатого скота составило 158,9 тыс., в том числе: коров – 67,4 тыс.; свиней – 15,0 тыс.; лошадей – 178,3 тыс.; северных оленей – 171,5 тыс. [13].

Во многих хозяйствах республики тревогу специалистов и работников сельского хозяйства вызывает огромный урон от травежа сельскохозяйственных животных, при этом государственные меры по регулированию численности хищников недостаточно эффективны. Из-за растущей

численности волков ситуация в оленеводческих хозяйствах Якутии остается очень сложной.

По данным Департамента ветеринарии РС (Я), ущерб, нанесённый волками животноводству за 2021 г., составил более 150 млн. рублей.

Таблица – Динамика травежа хищниками с.-х. животных за 2018-2023 гг.

Показатель	Годы					
	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Всего затравлено, гол.	12344	10726	6749	7168	6711	6887
в том числе: Северные домашние олени	11983	10362	6440	6844	6413	6610
Лошади	291	258	214	193	209	200
Крупный рогатый скот	70	106	95	131	89	77

За последние 4 года (2020-2023 гг.) общая динамика травежа сельскохозяйственных животных хищниками остается фактически на одном уровне. Наибольший ущерб нанесен домашнему оленеводству (рис. 1).

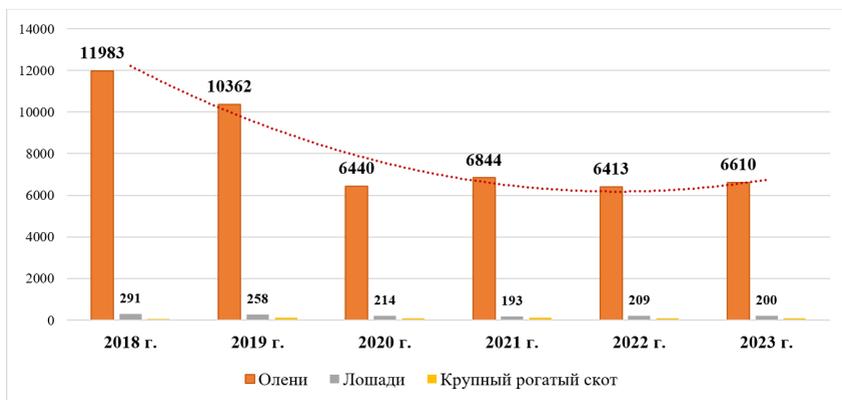


Рисунок 1 – Диаграмма травежа хищниками по видам с.-х. животных за период с 2018 по 2023 гг.

Так, среди затравленных сельскохозяйственных животных на долю домашних оленей приходится значимая часть: в 2018 г. – 97,07%, 2019 г. – 96,6%, 2020 г. – 95,42%, 2021 г. – 95,46%, 2022 г. – 95,56%,

2023 г. – 95,98%. Как правило, наиболее часто добычей хищников становятся самцы, истощенные за период гона, самки перед родами и новорожденные телята, а также молодняк.

На рис. 1 показано, что хищники истребляют больше всего домашних оленей, затем лошадей и меньше других – крупный рогатый скот. Из хищников чаще всего на оленей нападали волки (87,2% случаев), нежели медведи (12,8%). На сегодня особенно сложная и напряженная ситуация наблюдается в районах с наиболее развитым оленеводством – Алданский, Кобяйский и Томпонский. Так, в 2023 г. в указанных районах хищниками было затравлено 16,6%, 15,67% и 9,68% соответственно, от общего количества травежа оленей.

По словам опытных охотников, эффективность наземной охоты в этих районах крайне низкая в связи с географическими особенностями рельефа – резкoпересеченными местностями в условиях высокогорья. Здесь наиболее эффективным способом является использование ядохимикатов (стрихнин, фтоцерат бария), но их применение было запрещено более 10-ти лет назад.

Выявлено, что в нападении волков на домашних оленей прослеживается довольно четкая сезонность (рис. 2).

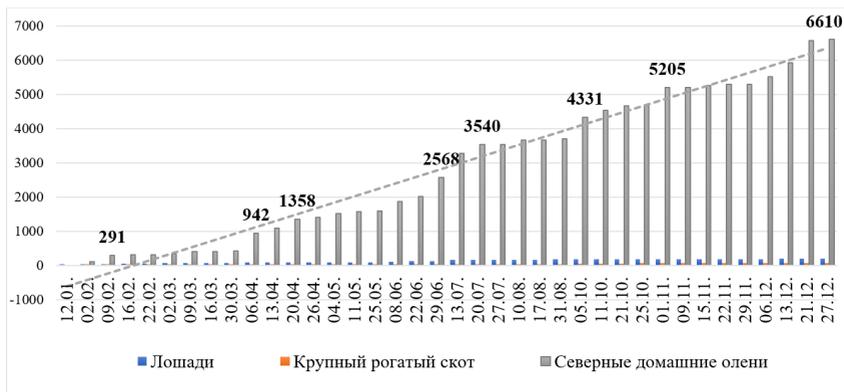


Рисунок 2 – Динамика травежа домашних оленей за 2023 г. (по нарастающей)

В холодный период (с октября по декабрь) гибель оленей от волков составляла от 35 до 45%, а в теплый период (апрель-сентябрь) – 15-55% от общего числа травежа оленей. В течение теплого периода от хищничества волков ежемесячно погибает до 565 оленей, а в холодный – 760. Следует отметить, что за три холодных месяца зимы (октябрь-декабрь) от волков гибнет на 25,6% больше оленей, по сравнению с теплым периодом.

На рис. 3 показана роль хищников в травеже сельскохозяйственных животных за последние шесть лет (с 2018 по 2023 гг.).

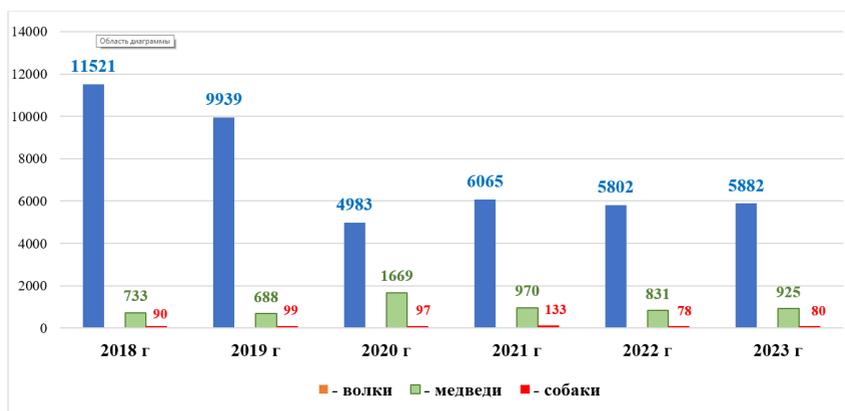


Рисунок 3 – Роль хищников в травеже с-х животных за 2018-2023 гг.

Установлено, что самый значительный вред животноводству Якутии наносят волки. За последние 4 года от нападения хищника на сельскохозяйственных животных от серых хищников погибло 22732 гол. с-х животных (82,6%), в том числе домашних оленей – 21529 гол. (94,7%), лошадей – 413 гол. (1,8%), крупного рогатого скота – 18 гол. (0,07%). По сравнению с волком, хищничество медведя менее выражено и составляет 4395 гол. (15,9% от общего количества затравленных), в том числе домашних оленей – 4010 гол. (91,2%), лошадей – 337 гол. (7,6%), крупного рогатого скота – 48 гол. (1,09%).

В районах Южной Якутии большой ущерб животноводству наносят медведи, особенно в весенний период, после выхода из берлоги. В Ал-

данском районе лишь в 39,4% случаев наблюдается травеж волками, в 60,6% – медведи. Более всего пострадали оленеводческие стада КМНС «Хатыстыр», где от нападений медведя погибло 394 гол. или 35,9% от общего числа затравленных оленей в данном районе. Также значительный ущерб нанесен КРО «Иджек», где затравлено 98 гол. или 8,92% от общего числа затравленных оленей в районе.

Следует отметить, что в последние годы участились нападения и травеж сельскохозяйственных животных собаками. Всего было зарегистрировано 388 случаев нападений собак (1,41%). В большей части это безнадзорные собаки либо хозяйские охотничьи собаки. Анализ случаев травежа в разрезе районов свидетельствует о возможной роли хозяйских (охотничьих) собак. Так, в 2021 г. был зарегистрирован всего 121 случай травежа с-х животных собаками, которые преимущественно произошли в районах Центральной зоны – 72% (Амгинский – 9, Мегино-Кангаласский – 8, Намский – 27, Чурапчинский – 18, Усть-Алданский – 13, Хангаласский – 5, г. Якутск – 7).

По оперативным данным Управления ветеринарии Республики Саха (Якутия), за первую половину текущего 2024 г. (январь-май) (рис. 4).

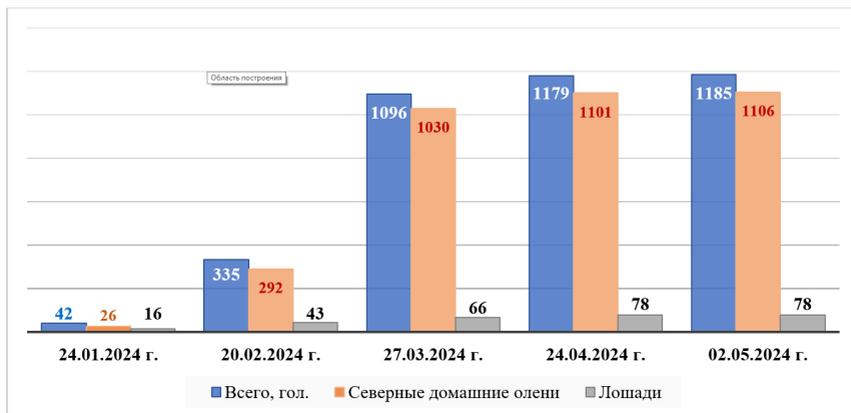


Рисунок 4 – Оперативные данные УВ РС (Я) по травежу с-х животных в 2024 г.

Так, на начало мая текущего года, количество травежа среди сельскохозяйственных животных составило 1185 гол. Установлено, что из них на долю нападения на домашних оленей приходится около 93,3% (1106 гол.), на лошадей – 6,58% (78 гол.).

Таким образом, на территории Якутии ежегодно около 6-7 тыс. сельскохозяйственных животных становятся жертвами хищников. При этом наибольший ущерб наносится оленеводству. Главными врагами домашних оленей являются волки, на долю которых приходится 94,7% от общего количества травежа. Отсутствие эффективных мер борьбы с хищниками, в частности, с волком, способствуют росту его численности, что приводит к увеличению нападений на диких и домашних копытных.

### **Список литературы:**

1. Казановский Е.С. Ветеринарные проблемы северного оленеводства и совершенствование проведения массовых лечебно-профилактических мероприятий // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2017. №4 (59). С. 44-48.
2. Безносова М.В., Евсеев П.В. Оленеводство как отрасль экономики Республики Саха (Якутия) // Инновационная наука. 2016. №4-1 (16). С. 49-51.
3. Корякина Л.П. Непроизводительный отход от травежа в оленеводстве Якутии // Вестник АГАТУ. 2023. №1 (9). С. 13-23.
4. Бондарев А.Я. Вселение волка в таежную зону Западной Сибири // Хвойные бореальной зоны. 2011. №3-4. С. 313-314.
5. Данилов, П.И. Лось (*Alces alces* (L.)) и волк (*Canis lupus* L.): мониторинг популяций и взаимоотношений на европейском Севере России / П.И. Данилов, К.Ф. Тирронен, Д.В. Панченко // Бюллетень МОИП. Отдел биологический. 2020. №2. С. 12-24.
6. Кокколова Л.М. Перспектива и проблемы оленеводства в Якутии // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями. 2017. №18. С. 201-203.
7. Кадук А.В. Современное состояние оленеводства и положение оленеводов в Борогонском наслеге Булунского улуса Республики Саха (Якутия) // Известия Иркутского государственного университета. 2017. Т. 20. С. 157-178.
8. Винокурова Д.Е., Прохорова М.Н. Особенности оленеводства и тенденции в изменении поголовья домашних оленей в республике Саха (Якутия) // АНО ИД «Научное обозрение». 2013. №3. С. 126-135.

9. Суворов А.П., Кириенко Н.Н. Особенности сезонных миграций диких северных оленей и полярных волков Енисейского Севера // Вестник КрасГАУ. 2008. №4. С. 186-189.
10. Суворов А.П., Петренко В.Д. Контроль численности волка в регионах России // Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства. 2007. №1. С. 422-423.
11. Кудактин А.Н. Крупные хищники Кавказского заповедника и сопредельных территорий: Экология, охрана, управление популяциями: автореф. дис. д-ра биол. наук. – Москва, 1998. – С. 56.
12. Суворов А.П. Как сократить численность волка? // Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства. 2012. №1. С. 394-395.
13. Парламентарии обсудили ход зимовки скота и лошадей в Якутии [электронный ресурс]: официальный сайт. – <https://minsel.sakha.gov.ru/news/front/view/id/3387945>

\* \* \*

## **ФОКУСНЫЙ ПОДХОД В ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ЖИЗНЕННЫХ ФОРМ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА СЕЛИТЕБНОМ УЧАСТКЕ В ЗОНЕ СЕДЬМОГО КИЛОМЕТРА СЕРГЕЛЯХСКОГО ШОССЕ**

---

*Корякина Л.П.<sup>1</sup>, Сушкова А.Д.<sup>1</sup>, Николаева О.А.<sup>2</sup>, Чернявский В.Ф.<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Арктический ГАТУ, Якутск

<sup>2</sup>Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН – обособленное подразделение ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН», Якутск

<sup>3</sup>Центр гигиены и эпидемиологии РС (Я), Якутск  
[chernyavskij41@bk.ru](mailto:chernyavskij41@bk.ru)

**Аннотация.** Приводятся сведения о мониторинговых, флористических исследованиях в летне-осенний сезон 2023 г, результаты которых обработаны (идентифицированы и классифицированы) и депонированы в повторных коллекционных подборках авторов-специалистов АГАТУ и ИБПК СО РАН.

По пулам геоботанических описаний сборов (в 2023 г. – 75) составлен уточнённый общий флористический список, относящихся к разным жизненным формам. Обозначенная совокупность представляла комплексный орнамент экологического феномена открытого антропогенного участка окружающей среды.

Состав флоры сосудистых растений сохранил свое присутствие [1], но при этом зарегистрирован их новый перечень, включая занос с завезенным песком – интродукцию [2, 3] среднего подорожника и посадку (тризимовки) двух ели. В учетах, акцента – травянистые растения открытых мест, сохранилось присутствие сорно-полевых представителей: полынь, клевер, осота и др.

По пулам геоботанических описаний сборов (69 – в 2022 г. и 75 – в 2023 г.) составлен их уточнённый общий флористический список, относящихся к разным жизненным формам (табл. 1).

Следует отметить, что состояние синтаксономии синантропной растительности [3] сохраняется и при констатации относительного равновесия исследованных гербарных сборов, но имеет место некоторое изменение их видового состава, дальнейшие адаптивные возможности которых покажет время [4].

Таблица 1 – Общее число жизненных форм растений на изучаемом участке

Жизненная форма	Количество по годам			
	2022 г.		2023 г.	
	Абс.ч.	в%	Абс.ч.	в%
Отдел А. Древесные растения:	14	24,56	17	27,42
I тип. Деревья	5	8,77	7	11,29
II тип. Кустарники	9	15,79	10	16,13
Отдел Б. Полудревесные растения:				
III тип. Кустарнички	1	1,75	1	1,61
Отдел В. Наземные травы	42	73,68	44	70,97
Высшие сосудистые растения	-	-	-	-
Всего:	57	100,00	62	100,00

В приводимом списке растительных сообществ просматриваются комбинации разнотравно-злаковых, семейство лютиковых и соцветия зонтиковых ассоциаций. Наличие фрагментарного представительства лесного присутствия также может иметь своеобразное значение в трансформации комплекса жизненных форм, включая не только их биоразнообразии, но и ситуационный прогноз, включая возможное формирование эдифатора (сосна) (табл. 2).

Таблица 2 – Перечень сосудистых растений на изучаемом участке 2022-2023 гг.

№ п/п	Название растений	Годы	
		2022	2023
1	Пастушья сумка обыкновенная ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.)	+	+
2	Польнь обыкновенная ( <i>Artemisia vulgaris</i> L.)	+	+
3	Польнь якутская ( <i>Artemisia jacutica</i> Drob. (Fisch. ex Bess.) Nakai)	+	+
4	Клевер ползучий ( <i>Trifolium repens</i> L.)	+	-
5	Клевер люпиновидный ( <i>Trifolium lupinaster</i> L.)	+	+
6	Лапчатка гусиная ( <i>Potentilla anserina</i> L.)	+	+
7	Молокан (латук) сибирский ( <i>Mulgedium sibiricum</i> Cass. ex Less.)	+	+
8	Полевица столонообразующая ( <i>Agrostis stolonifera</i> L.)	+	+
9	Ячмень гривастый ( <i>Hordeum jubatum</i> L.)	+	+
10	Вика мышиная ( <i>Vicia cracca</i> L.)	+	+
11	Герань луговая ( <i>Geranium pratense</i> L.)	+	+
12	Иван-чай узколистый ( <i>Chamerion angustifolium</i> (L.) Holub)	+	+
13	Осот полевой ( <i>Sonchus arvensis</i> L.)	+	+
14	Осот огородный ( <i>Sonchus oleraceus</i> L.)	+	+
15	Подорожник большой ( <i>Plantago major</i> L.)	+	+
16	Чихотник иволистный ( <i>Ptarmica salicifolia</i> (Bess.) Serg.)	+	-
17	Хрен гулявниковый ( <i>Artemisia sysimbrioides</i> (DC.) Cajand.)	+	+
18	Дескурения Софии ( <i>Descurainia sophia</i> (L.) Webb ex Prantl)	+	-
19	Ярутка полевая ( <i>Thlaspi arvense</i> L.)	+	-
20	Бузина сибирская ( <i>Sambucus sibirica</i> Nakai)	+	+
21	Гравилат алеппский <i>Geum aleppicum</i> Jacq.	+	-
22	Черемуха обыкновенная ( <i>Padus avium</i> Mill.)	+	+
23	Шиповник иглистый ( <i>Rosa acicularis</i> Lindl.)	+	+
24	Мятлик широкометельчатый ( <i>Poa subfastigiata</i> Trin.)	+	+
25	Лисохвост тростниковый ( <i>Alopecurus arundinaceus</i> Poir.)	+	+

26	Бескильница Гаупта ( <i>Puccinella hauptiana</i> V. Krecz.)	+	-
27	Одуванчик рогаоносный ( <i>Taraxacum ceratophorum</i> (Ledeb.) DC.)	+	+
28	Одуванчик лекарственный ( <i>Taraxacum officinale</i> Wigg.)	+	+
29	Соссюрея горькая ( <i>Saussurea amara</i> (L.) DC.)	+	+
30	Соссюрея альпийская ( <i>Saussurea alpina</i> (L.) DC.)	+	-
31	Недоспелка (какалия) копьевидная ( <i>Cacalia hastata</i> L.)	+	-
32	Марь белая ( <i>Chenopodium album</i> L.)	+	+
33	Марь толстолистная ( <i>Chenopodium chenopodioides</i> (L.) Aell.)	+	+
34	Кровохлебка лекарственная ( <i>Sanguisorba officinalis</i> L.)	+	+
35	Девясил британский ( <i>Inula britannica</i> L.)	+	+
36	Паслен Китагавы ( <i>Solanum kitagawae</i> Schonbeck-Temesy)	+	+
37	Смородина голенькая ( <i>Ribes glabellum</i> (Trautv. et C.A. Mey.) Hedl.)	+	+
38	Смородина черная сорт «альго» ( <i>Ribes nigrum</i> «algo»)	+	+
39	Береза белая ( <i>Betula alba</i> L.)	+	+
40	Береза кустарниковая ( <i>Betula fruticosa</i> Pall.)	+	+
41	Береза повислая ( <i>Betula pendula</i> Roth.)	+	+
42	Тополь дрожащий (осина) ( <i>Populus tremula</i> L.)	+	+
43	Смолевка приятная ( <i>Silene amoena</i> L.)	+	+
44	Гречишка вьющаяся ( <i>Fallopia convolvulus</i> (L.) A. Löve)	+	+
45	Ирис щетинистый ( <i>Iris setosa</i> Pall. ex Link)	+	-
46	Спорыш (горец) птичий ( <i>Polygonum aviculare</i> L.)	+	+
47	Клевер ползучий ( <i>Trifolium repens</i> L.)	+	+
48	Пустырник уменьшенный ( <i>Leonurus deminutus</i> V. Krecz.)	+	+
49	Звездчатка средняя (мокрица) ( <i>Stellaria media</i> (L.) Vill.)	+	+
50	Ситник. Сплюснутый ( <i>Juncus compressus</i> Jasq.)	+	+
51	Крапива двудомная ( <i>Urtica dioica</i> L.)	+	+
52	Подмаренник северный ( <i>Galium boreale</i> L.)	+	+
53	Лиственница Каяндера ( <i>Larix cajanderi</i> Mayr)	+	+
54	Дудник тонколиственный ( <i>Angelica tenuifolia</i> (Pall. ex Spreng.) Pimenov)	+	-
55	Сныть горная ( <i>Aegopodium alpestre</i> Ledeb.)	+	-
56	Крестоцветная (Spt.)	-	+
57	Огневик клубневой (зопник клубненосный) ( <i>Phlomoideis tuberosa</i> (L.) Moench)	-	+
58	Пырей ползучий ( <i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski)	-	+
59	Арктомятлик широкометельчатый (Мятлик широкометельчатый) ( <i>Arctopoa subfastigiata</i> (Trin.) Probat.)	+	+
60	Жерушник болотный ( <i>Rorippa palustris</i> (L.) Bess.)	-	+

61	Вислоплодница вислоплодная (Резуха повислая) ( <i>Boechera pendula</i> (L.) V.I. Dorof. comb. nov.)	-	+
62	Подорожник средний ( <i>Plantago media</i> L.)	-	+
63	Гагрэн растопыренный	-	+
64	Смолевка приятная (ползучая) ( <i>Silene amoena</i> L.)	+	+
65	Бодяк щетинистый ( <i>Cirsium setosum</i> (Willd.) Bess.)	-	+
66	Василистник простой ( <i>Thalictrum simplex</i> L.)	-	+
67	Полевица гигантская ( <i>Agrostis gigantea</i> Roth)	-	+
68	Скерда кровельная ( <i>Crepis tectorum</i> L.)	-	+
69	Лапчатка кустарниковая (курильский чай) ( <i>Potentilla fruticosa</i> L.)	-	+
70	Ель сибирская ( <i>Picea obovate</i> ledeb)	-	+
71	Акация желтая ( <i>Acacia flavo</i> )	-	+

Оценка сезонных, целе-методических сборов растительности выполнена в объемном формате, включая прерогативы их моно- и симбиозы (семейство лютиковых и зонтиковых соцветий), в том числе ассоциации ивняка (ива розмарино-листовая, ива Вэбба и др.).

Учитывая, что в условиях Якутии формирование жизненных форм растений происходит под влиянием достаточно жестких условий [4], наши наблюдения свидетельствуют о стационарном состоянии синтаксономии и локальных параметрах [3, 5], при которых не исключается отрицательное воздействия климатического фактора – вымерзание и антропогенного – интенсивного кошения на участке.

В целом на локально-фокусной площадке, как открытом пространственном объекте [6], выделяется лесная, луговая, болотная и культурная растительность. Перечень последней составлял: картофель, свекла, морковь, редис, кабачки. Состав сочной зелени представляли укроп, салат, петрушка, сельдерей, лук, хрен. В теплицах выращивались томат, огурцы, перец.

В наших исследованиях антропогенный пресс характеризовался строительным, хозяйственным и садово-огородническим воздействием:

- обустройство гряд (открытый грунт, теплицы);
- культивация (прополка, окучивание);
- систематические поливы (шланго-водопроводный, бочко-ведерный-лейковый и капельный);
- травokoшение (2-3 раза в сезон) с использованием газонокосилки;

- минерально-органическая подкормка (древесная зола, фосфатно-калиевые удобрения, травяно-навозные и компостно-дрожжевые настои).

Наблюдения свидетельствуют о достаточной адаптивной активности, которая в конкретно локальных условиях сохраняется. Установлено наличие 24 флористических вида, входящих в современный перечень сосудистых лекарственных растений Якутии [7] и наименованных: полынь горькая и обыкновенная, пырей ползучий, ромашка аптечная, сельдерей, сныть обыкновенная, сосна обыкновенная, хвощ полевой, хмель обыкновенный. В справочнике [8] самых популярных лекарственных растений находятся: береза белая, звездчатка средняя, кислица обыкновенная, клевер луговой, крапива двудомная, лапчатка гусиная, лебеда, одуванчик, осина, петрушка, подорожники (большой, средний, ланцетолистный).

#### **ВЫВОДЫ:**

1. Повторная оценка собранного флористического материала свидетельствует о констатации новых знаков в его количественно-качественном составе.

2. Уровень достаточной адаптивности жизненно форм растений локально-фокусного открытого пространства сохраняется.

3. Минусовые значения в показателях гербарного сбора (2022 г.) возможно обусловлены фактором вымерзания, плюсовые находки (2023 г.) определяются уровнем исследовательского (диагностического) труда – выявление новых видов.

4. Научно-практический потенциал сохраняет свою результативность.

5. Целесообразность мониторинговых обследований и исследований представляет весомую частность, с высоким уровнем научно-прикладной востребованности.

*Выражаем благодарность Т.С. Коробковой, директору Ботанического сада за ценные советы при написании статьи.*

#### **Литература:**

1. Сушкова, А.Д. Растительные биоценозы в зоне антропогенного пресса в окрестности Якутска / А.Д. Сушкова, Л.П. Корякина, О.А. Николаева [и др.] // В сб. материалов XV Всероссийской науч. практич. конф. «Чу-гуновские агротечения». Якутск, 2023. С. 452-457.

2. Данилова Н.С. Спектр жизненных форм интродуцентов в коллекциях травянистых растений флоры Якутии // Вестник СВФУ. 2010. №3. С. 5-11.
3. Состояние синтаксономии синантропной растительности Якутии / М.М. Черосов, Н.П. Слепцова, С.И. Миронова [и др.] // В сб.: Материалы Всероссийской конференции, посвященной 60-летию со дня образования ИБПК СО РАН. Якутск: Сфера, 2012. С. 220-221.
4. Емельянова А.Г. Особенности почвенно-климатических условий Центральной Якутии и адаптивные к ним сорта многолетних трав // Достижения науки и техники АПК. 2013. №2. С. 35-36.
5. Шашурин М.М. Адаптивные возможности растений в зоне техногенного воздействия // В сб.: Материалы Всероссийской конференции, посвященной 60-летию со дня образования ИБПК СО РАН. Якутск: Сфера, 2012. С. 225-226.
6. Почвенно-растительный покров Якутского Ботанического сада / А.П. Чевычелов, А.Н. Горохов, О.А. Николаева [и др.]. – ИБПК СО РАН. Новосибирск, 2020. С. 164.
7. Семенова В.В. Анализ современного состояния сосудистых лекарственных растений Якутии // Вестник СВФУ. 2015. №3 (47). С. 35-40.
8. Сидоров П.И. Справочник самых популярных лекарственных растений. Москва: Айрис-пресс, 2007. С. 512.

\* \* \*

---

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ДЛЯ ЗДОРОВЬЕСБЕРЕЖЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ**

---

*Костюченко М.Н., Мартыросян В.В., Тюрина О.Е., Тюрина И.А., Пешкина И.П.*  
Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности, Москва  
o.tyurina@gosnihp.ru

**Аннотация:** В статье приведены исследования по созданию ассортимента и технологии хлебобулочных изделий с использованием регионального растительного сырья, содержащего биологически активные компоненты. В качестве объектов исследований использовали ягоды и порошок брус-

ники, листья шикши, порошок цетрарии исландской. Установлено влияние рецептурных компонентов на органолептические и физико-химические показатели качества хлебобулочных изделий. Определены оптимальные дозировки выбранных рецептурных компонентов. Подтверждена микробиологическая устойчивость изделий с порошком цетрарии исландской. Выявлено его положительное влияние на содержание основных пищевых веществ и энергии в 100 г хлеба из пшеничной муки первого сорта.

Территория Арктической зоны Российской Федерации, занимающая 18% площади страны [1-2], является важным источником природных ресурсов [3], интенсивное освоение которых приводит к притоку большого числа различных групп и контингентов населения. На арктической зоне проживают примерно 2,5 млн чел. (1,7% общей численности населения России).

В государственных документах «Основах государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года» (Указ Президента Российской Федерации от 5 марта 2020 г. №164) и в «Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечение национальной безопасности на период до 2035 года» (Указ Президента Российской Федерации от 26 октября 2020 г. №645) поставлена задача разработки технологий сбережения здоровья и увеличения продолжительности жизни населения Арктической зоны.

Анализ фактических рационов питания показал дефицит большинства незаменимых нутриентов. Самый низкий процент удовлетворения потребности отмечен в витаминах С, Е, группы В, в минеральных веществах (йод, магний, кальций, калий, селен), пищевых волокнах, в фосфолипидах [9].

Хлебобулочные изделия занимают важное место в рационе питания населения Арктической зоны. При этом данные о доле функциональных и специализированных хлебобулочных изделий в общем объеме производства в регионах Арктической зоны РФ за 2022 год отсутствуют.

С целью создания ассортимента и технологий хлебобулочных изделий с использованием региональных видов сырья проведены пробные лабораторные выпечки с добавлением ягод и порошка брусники, листьев шикши, порошка цетрарии исландской и определены органолептические и физико-химические показатели качества хлеба.

Хлебобулочные изделия с ягодами и порошком брусники в количестве 3 и 4% к массе муки готовили по ускоренной и опарной технологии с добавлением исследуемых форм ягод в опару и полуфабрикат. Опару готовили из 50% муки пшеничной хлебопекарной первого сорта, 1% дрожжей, 30% воды. Продолжительность брожения опары составила 180 мин. Полуфабрикат готовили из 50% муки пшеничной хлебопекарной первого сорта и 50% воды. Выдерживание полуфабриката составила 60 мин. Полученные образцы хлебобулочных изделий, как с добавлением ягод, так и порошка брусники в количестве 3 и 4% к массе муки имели правильную форму, гладкую поверхность коричневого цвета, хорошую эластичность мякиша со средней тонкостенной пористостью, ягодный запах и вкус.

Хлебобулочные изделия с добавлением листьев шикши готовили с применением отвара из них (0,93% листьев шикши заваривали 66,6% кипяченой воды с выдерживанием в течение 180 мин). Далее готовили полуфабрикат из отвара и 50% муки пшеничной хлебопекарной первого сорта с выдерживанием в течение 60 мин. Полученные образцы хлебобулочных изделий с добавлением листьев шикши имели хорошие потребительские характеристики с приятным травяным привкусом.

Проведены исследования влияния порошка из цетрарии исландской на качество хлеба из муки пшеничной хлебопекарной первого сорта. Исследуемый ингредиент вносили в количестве от 0,5 до 3,5% к массе муки с шагом в 0,5%. Результаты исследований представлены на рисунке 1, в таблице 1.

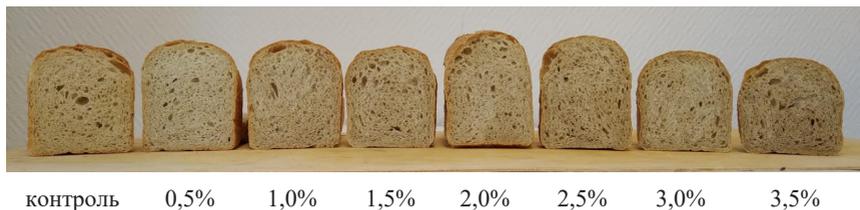


Рисунок 1 – Хлеб из муки пшеничной первого сорта с добавлением порошка из цетрарии исландской в количестве от 0,5 до 3,5% к массе муки

Все образцы хлеба имели правильную форму с несколько выпуклой верхней коркой, гладкую глянцевую поверхность от золотисто-коричневого до светло-коричневого цвета, хорошую эластичность и тонкостенную пористость мякиша. При увеличении количества исследуемого порошка от 0,5 до 3,5% отмечены изменения цвета мякиша от темновато-кремового до темно-серого с вкраплением частиц цетрарии исландской.

Хлеб с добавлением порошка цетрарии исландской в количестве от 2,5 до 3,5% отличался несвойственным пшеничному хлебу вкусом, запахом и наличием горьковатого послевкусия, что обусловлено наличием в составе цетрарии исландской лишайниковых кислот, которые придают горьковатый привкус.

Таблица 1 – Физико-химические показатели качества хлеба из муки пшеничной первого сорта с добавлением порошка из цетрарии исландской

Наименование показателей качества	Хлеб из муки пшеничной первого сорта с добавлением порошка из цетрарии исландской, % к массе муки							
	контроль (без добавок)	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5
Влажность мякиша, %	44,9	45,3	45,0	45,2	45,6	46,0	45,5	45,0
Кислотность мякиша, град	2,2	2,3	2,3	2,3	2,4	2,5	2,5	2,6
Удельный объём хлеба, см <sup>3</sup> /г	2,9	3,1	3,2	3,4	3,6	3,3	3,1	2,8
Пористость мякиша, %	76	76	77	78	79	78	78	73
Формоустойчивость	0,52	0,47	0,51	0,53	0,54	0,58	0,59	0,59

Установлено, что внесение исследуемого порошка в количестве от 0,5 до 3,0% к массе муки увеличивало удельный объём хлеба на 6,9-24,1% и пористость мякиша – на 1,3-3,9% по сравнению с контролем.

Удовлетворительными физико-химическими показателями качества характеризовался хлеб из муки пшеничной первого сорта с добавлением порошка из цетрарии исландской в количестве 3,5% к массе муки: объём уменьшался на 7,3-23,7% и пористость мякиша – на 4,0-7,6% по сравнению с другими образцами хлеба, в том числе контрольный образец.

Наибольшая формоустойчивость выявлена в хлебе с добавлением порошка в количестве от 2,5 до 3,5% к массе муки, которая в среднем больше на 13,8% по сравнению с другими образцами хлеба, в том числе контроль, и составила от 0,58 до 0,59. Вероятно это обусловлено содержанием в цетрарии исландской полисахарида лихенина (состоящего из остатков D-глюкозы, связанных между собой на 73%  $\beta$ -1,4-гликозидными связями и на 27% –  $\beta$ -1,3-гликозидными связями), который способен интенсивно впитывать воду и при внесении в тесто создает своеобразный каркас, образуя комплексы с белками муки, что увеличивает формоустойчивость хлеба.

Отмечена тенденция к снижению физико-химических показателей качества (объём хлеба, пористость мякиша) хлеба с внесением исследуемого порошка в количестве от 2,5 до 3,5% к массе муки.

Таким образом, проведенные исследования органолептических и физико-химических показателей качества хлеба из пшеничной муки установили оптимальное количество используемого для дальнейших исследований порошка из цетрарии исландской 1,0%, 1,5% и 2,0% к массе муки.

Изучено влияние порошка из цетрарии исландской на развитие картофельной болезни и плесневение хлеба из пшеничной муки. Анализ полученных данных, представленных в таблице 2, показал, что по мере увеличения исследуемого порошка в хлебе замедлялось развитие картофельной болезни на 12-36 ч.

Таблица 2 – Влияние порошка из цетрарии исландской на развитие картофельной болезни хлеба из муки пшеничной первого сорта

Хлеб из муки пшеничной хлебопекарной первого сорта	Результаты анализа		Заключение о степени зараженности исследуемого образца муки
	Время появления картофельной болезни, ч	органолептических признаков в образцах хлеба	
контроль (без добавок)	84 (1*)	очагов свечения проросших колоний при исследовании образцов хлеба с помощью люминескопа*	слабая
	мякиш без видимых невооруженным взглядом изменений		

с добавлением порошка из цетрарии исландской, % к массе муки	1,0	мякиш без видимых невооруженным взглядом изменений	96 (1*)	слабая
	1,5	мякиш без видимых невооруженным взглядом изменений	96 (1*)	слабая
	2,0	мякиш без видимых невооруженным взглядом изменений	120 (1*)	слабая
* при обнаружении свечения отмечается количество очагов или свечение всей поверхности ломтика хлеба в поле зрения люминоскопа				

Установлено, что внесение порошка из цетрарии исландской в количестве 2% подавляло развитие плесневения хлеба на 2 суток по сравнению с контролем и образцами хлеба с добавлением исследуемого порошка в количестве 1 и 1,5%. Результаты исследований представлены на рисунке 2.

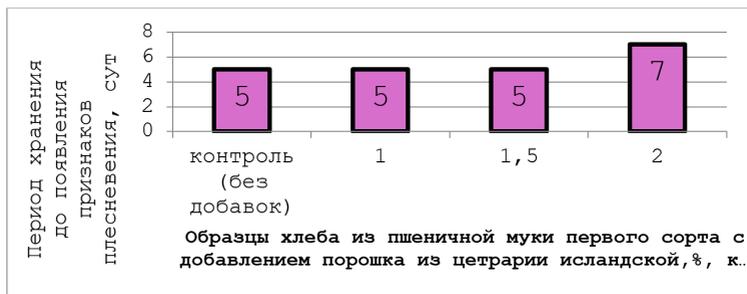


Рисунок 2 – Диаграмма развития плесневения хлеба из муки пшеничной первого сорта с добавлением порошка из цетрарии исландской

Вероятно, ингибирующее действие связано с присутствием в порошке из цетрарии исландской органических кислот и флавоноидных соединений, которые выступают в качестве натуральных консервантов и задерживают развитие картофельной болезни и плесневения хлеба.

Результаты расчета содержания основных пищевых веществ и энергии в 100 г хлеба из пшеничной муки первого сорта с добавлением порошка из цетрарии исландской представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Влияние порошка из цетрарии исландской на содержание основных пищевых веществ и энергии в 100 г хлеба из пшеничной муки первого сорта

Наименование пищевых веществ	Хлеб из муки пшеничной первого сорта с добавлением порошка из цетрарии исландской, % к массе муки			
	контроль (без добавок)	1,0	1,5	2,0
Белки, г	8,4	8,4	8,3	8,3
Жиры, г	1,1	1,1	1,1	1,1
Углеводы, г	50,8	50,7	50,6	50,5
Пищевые волокна, г	3,7	4,1	4,4	4,6
<b>Прирост к контролю, %</b>	-	<b>10,8</b>	<b>18,9</b>	<b>24,3</b>
Фумаровая кислота, мг	-	0,09	0,14	0,19
Лимонная кислота, мг	-	0,92	1,38	1,83
Калий, мг	138,4	138,8	139,0	139,3
Кальций, мг	22,4	22,2	22,1	22,0
Магний, мг	33,7	33,6	33,5	33,4
Фосфор, мг	91,3	90,8	90,5	90,2
Селен, мкг	4,5	4,4	4,4	4,4
Цинк, мг	0,8	0,8	0,8	0,8
Железо, мг	1,6	2,0	2,2	2,4
Витамин В <sub>1</sub> (рибофлавин), мг	0,07	0,07	0,07	0,07
Витамин В <sub>9</sub> (фолатин), мкг	32,7	33,7	34,2	34,7
<b>Прирост к контролю, %</b>	-	<b>3,0</b>	<b>4,6</b>	<b>6,1</b>
Энергетическая ценность, кДж/ккал	1067/255	1067/255	1067/255	1067/255

Установлено, что при использовании порошка из цетрарии исландской в количестве 1,0-2,0% в хлебе увеличивалось содержание пищевых волокон на 10,8-24,3%, фолатина – на 3,0-6,1% по сравнению с контролем.

В соответствии с методическими рекомендациями МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» физиологическая потребность в энергии должна быть увеличена на 15% в связи с её расходом на адаптацию к холодному климату в районах Крайнего Севера, что пропорционально увеличивает потребности в белках, жирах и углеводах.

Результаты расчета суточной потребности в основных пищевых веществах и энергии при потреблении 100 г хлеба из муки пшеничной первого сорта с добавлением порошка из цетрарии исландской, представленные в таблице 2, показали, что использование исследуемого порошка покрывает суточную потребность в пищевых волокнах на 18,2-20,4% в зависимости от увеличения его количества. При потреблении 100 г хлеба из пшеничной муки первого сорта с добавлением порошка из цетрарии исландской в количестве 1,5-2,0% суточная потребность в железе покрывается на 15,7-17,1%.

Таким образом, проведённые исследования показали возможность использования региональных видов сырьевых ресурсов в технологии хлебобулочных изделий из пшеничной муки. Включение в рацион питания населения продукции с их применением позволит сбалансировать пищевой рацион, а также снизить риски возникновения и распространения заболеваний.

### **Литература**

1. Дудин М.Н., Анищенко А.Н. Обеспечение продовольственной безопасности регионов Арктической зоны: новые вызовы и возможности в условиях вступления в Индустрию 4.0 // Продовольственная политика и безопасность. – 2021. – Том 8. – №2. – С. 167-178. doi: 10.18334/ppib.8.2.111923.
2. Истомин А.В., Федина И.Н., Шкурихина С.В., Кутакова Н.С. Питание и север: гигиенические проблемы арктической зоны России (обзор литературы). Гигиена и санитария. 2018; 97(6): 557-563. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-6-557-563>.
3. Анищенко А.Н. Потенциал сельского хозяйства Европейского Севера России и проблемы его реализации в рамках Стратегии развития Арктической зоны РФ // Проблемы развития территории. 2019. №1 (99). С. 121-139. DOI: 10.15838/ptd.2019.1.99.8.

\* \* \*

## ОСОБЕННОСТИ СПЕЦИФИЧЕСКОЙ ПРОФИЛАКТИКИ БРУЦЕЛЛЕЗА СЕВЕРНЫХ ОЛЕНЕЙ

*Куликова Е.В., Гордиенко Л.Н., Новиков А.Н.*  
Омский аграрный научный центр, Омск  
kulikova-vetapteka@mail.ru

**Аннотация.** Показана эффективность применения схемы иммунизации северных оленей против бруцеллеза, разработанная с учетом специфики ведения отрасли и физиологических особенностей животных, что позволяет оптимально сочетать специфическую профилактику с технологическим процессом в северном оленеводстве, купировать очаг инфекции, предотвращать ее дальнейшее распространение и снижать эпизоотическую напряженность.

Северное оленеводство является экономически развитой и основной отраслью агропромышленного комплекса 19-ти регионов Российской Арктики [1]. Рентабельность и дальнейшее развитие отрасли зависит от многочисленных факторов, одним из которых является ветеринарное благополучие. Сохранение здоровья животных и получение от них качественной и безопасной продукции в природно-климатических условиях крайнего севера представляет непростую задачу.

Сложности в поддержании эпизоотического благополучия в стадах северных оленей связаны со спецификой отрасли отгонного оленеводства, которая заключается в круглогодичном выгульном содержании животных, постоянном их передвижении на десятки и сотни километров, отсутствии стационарных стойбищ и транспортных связей.

Особую эпизоотическую и эпидемиологическую опасность представляют социально значимые инфекции общие для животных и человека, к которым относится бруцеллез.

Появление первых сведений о бруцеллезе северных оленей в 50-60-е годы прошлого столетия, полученные коллективом исследователей при осуществлении экспедиционных выездов в оленеводческие бригады Якутии, Таймыра, Ямала, послужило началом изучения закономерностей и особенностей инфекционного и эпизоотического процессов при данной инфекции [2].

В результате проведенных исследований установлено, что бруцеллез северных оленей регистрируется во всех арктических и Субарктических регионах Российской Федерации от восточного побережья Обской губы до Чукотки.

Высокую степень риска заноса возбудителя бруцеллеза в благополучные стада в эндемичных зонах и на граничащих с ними территориях представляют наличие источника инфекции среди дикой популяции оленей и резервуара среди животных дикой фауны и тесный контакт с ними, многократное использование одних и тех же пастбищ, отсутствие возможности осуществления постоянного ветеринарного контроля и регулярного проведения диагностических исследований [3].

При содержании оленей в свободном выгуле в условиях тундры и лесотундры, исключить их контакт с факторами внешней среды и обеспечить надежную защиту от инфекции не представляется возможным.

В связи с этим, в зонах высокого риска заражения возникает необходимость создания у северных оленей перманентного иммунитета к бруцеллезу с целью обеспечения эпизоотического благополучия в очагах инфекции и на приграничных территориях.

В течение нескольких десятилетий (1970-2016 гг.) учеными и специалистами ветеринарной службы проведены многочисленные экспериментальные опыты и производственные испытания противобруцеллезных вакцин и технологий их применения в северном оленеводстве. На основании полученных результатов наиболее перспективной для иммунизации крупного рогатого скота и оленей признана вакцина из слабоагглютиногенного штамма *B. abortus* 82.

Системное и массовое применение данной вакцины в общем комплексе противобруцеллезных мероприятий позволило в короткие сроки (1985-1995 гг.) оздоровить от бруцеллеза крупного рогатого скота большинство регионов страны и сопредельных республик [4].

В этот же период данная вакцина применялась для специфической профилактики северных оленей, но регламент по технологии ее использования, включая иммунизирующую дозу, кратность и метод введения, возраст животных, не был официально принят и утвержден нормативными документами.

В этой связи, в 2015-2016 гг. учеными ВНИИБТЖ, ВГНКИ, Якутского НИИСХ, совместно со специалистами ветеринарной службы ЯНАО, Республик Саха (Якутия) и ФКП «Щелковский биокомбинат» были обобщены и проанализированы результаты по противоэпизоотической и экономической эффективности применения вакцины из штамма *V. abortus* 82 при специфической профилактике бруцеллеза северных оленей.

Полученные данные явились основанием для принятия решения об утверждении схемы вакцинации северных оленей и внесении дополнения в «Инструкцию по применению вакцины против бруцеллеза из слабо-агглютиногенного штамма бруцелла абортус №82 живой сухой», утвержденной заместителем руководителя Россельхознадзора 30.10.2017 г.

Особенность специфической профилактики северных оленей от бруцеллеза связана со спецификой отрасли и условиями содержания животных. Основным принципом схемы иммунизации северных оленей является сочетание ветеринарных мероприятий с технологическим процессом северного оленеводства с учетом физиологических особенностей животных.

В северном оленеводстве животные всех половозрастных групп находятся в одном стаде. Для создания у них группового (стадного) иммунитета целесообразно прививать оленей одновременно вместе с молодняком, достигшим 4-х месячного возраста.

Необходимо отметить, что основной группой риска перезаражения животных при бруцеллезе является репродуктивная часть стада, которая составляет около половины его численности.

Одной из особенностей северного оленеводства является организация воспроизводства стада с вольной случкой, которая состоится в осенний период. Во время «гона» (гаремных случек) происходит тесный контакт одного самца с 15-20 самками, что представляет опасность распространения инфекции в стаде, так как наиболее опасный путь для перезаражения взрослых животных это половой.

Учитывая, что иммунный ответ на введение вакцины у животных формируется в течение 3-4-х недель и сохраняется 12-14 месяцев, оптимальным периодом для вакцинации следует считать летние месяцы, ориентировочно за 1,5-3 месяца до «гона» в зависимости от сезонных климатических условий и клинического состояния животных.

Противоэпизоотическую эффективность специфической профилактики оценивали на основании мониторинга результатов исследований на модели одного из оленеводческих хозяйств неблагополучного по бруцеллезу. Период наблюдений с 2011-2016 гг. для иммунизации животных использовали вакцину из штамма бруцелла абортус 82 по представленной выше схеме. Диагностические исследования проводили общепринятыми методами (РА, РСК, РИД с ОПС антигеном). Пробы крови отбирали выборочно от 5-22% поголовья стада (рисунок).

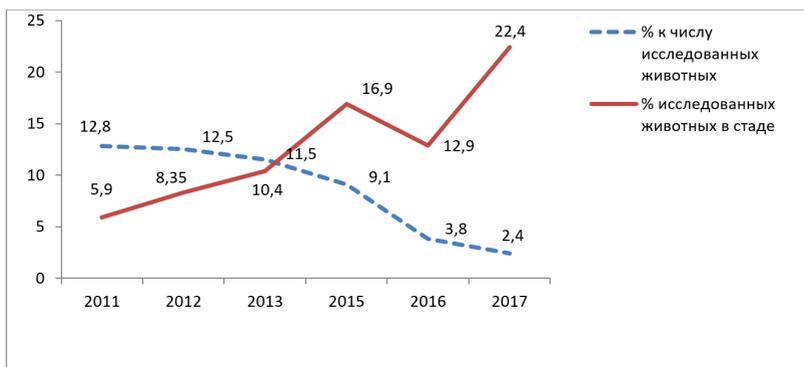


Рисунок – Количество исследованных северных оленей на бруцеллез, %

На основании результатов исследований отмечено, что при системном и массовом проведении вакцинации в стаде северных оленей повышается возможность контроля за животными, находящимися под наблюдением; улучшается система зоотехнического и ветеринарного учета за счет идентификации животных; увеличивается охват исследуемого поголовья, в течение короткого периода времени (5-7 лет) динамично уменьшается количество положительно реагирующих животных (от 12,8% до 2,4%) и снижается эпизоотическая напряженность.

Установлено, что соблюдение регламента иммунизации животных против бруцеллеза в северном оленеводстве, разработанного с учетом специфики ведения отрасли и физиологических особенностей северных оленей, позволяет оптимально сочетать проведение специфической профилактики с технологическим процессом. Это дает возможность купи-

ровать очаг инфекции, снизить эпизоотическую напряженность и повысить эффективность противобруцеллезных мероприятий.

### **Литература**

1. Амерханов Х.А. Состояние северного оленеводства В Российской Федерации/Материалы всероссийской научно-практической конференции в рамках мероприятий IV съезда оленеводов Российской Федерации 17 марта 2017 г. Якутск, 2017. С. 6-11.
2. Диагностика бруцеллеза северных оленей в условиях Крайнего Севера Российской Федерации / Н.В. Винокуров, А.М. Гулюкин, К.А. Лайшев, Е.С. Слепцов, В.И. Федоров, М.И. Искандаров, А.И. Федоров // Монография. – Новосибирск: Изд. АНС «СибАК», 2017. – С. 14-15.
3. Куликова Е.В., Гордиенко Л.Н., Новиков А.Н. Современная стратегия обеспечения эпизоотического благополучия по бруцеллёзу в северном оленеводстве // Достижения науки и техники АПК. 2021. Т. 35. №5. С. 49-54.
4. Онищенко Г.Г., Куличенко А.Н., Малецкая О.В., Пономаренко Д.Г. и др. Бруцеллез. Современное состояние проблемы. Монография. Ставрополь: ООО «Губерния», 2019; С. 336.

\* \* \*

## **БИОРЕСУРСНАЯ КОЛЛЕКЦИЯ УНИКАЛЬНЫХ ВИДОВ ЖИВОТНЫХ ЯКУТИИ ИБПК СО РАН: СОХРАНЕНИЕ, РАЗВИТИЕ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

*Кычкина О.И.<sup>1</sup>, Охлопков И.М.<sup>1</sup>, Соловьева Н.А.<sup>1</sup>, Павлова Н.И.<sup>1</sup>, Кан Ми Ун<sup>1</sup>, Сазонова М.И.<sup>1</sup>, Михайлова Н.А.<sup>1</sup>, Мамаев Н.В.<sup>1</sup>, Ефремова А.В.<sup>1</sup>, Алексеев И.Т.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Институт биологических проблем криолитозоны ФИЦ ЯНЦ СО РАН – обособленное подразделение ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН», Якутск  
oksa.sav.75@gmail.com; imo-ibpc@yandex.ru; sonata60878@yandex.ru;  
naryya.pavlova@mail.ru; kanmiun@yandex.ru; sazonova2104@gmail.com;  
nurguyana94@gmail.com; mamaev\_88@bk.ru; alexandra.chernaya03@gmail.com;  
braiser54321@gmail.com

Создание биоресурсной коллекции (БРК) в нынешнее время имеет актуальную значимость для глубокого изучения видового разнообразия животных, решения фундаментальных и прикладных задач, сохранения и мониторинга животного мира [1]. Возможность долговременного, с поддержанием оптимальных условий, хранения образцов биологических тканей животных, а также генетического материала дает широкий спектр возможностей для научных исследований. БРК по целевой направленности (функциональному назначению) подразделяются в первую очередь на исследовательские, государственные, основное предназначение которых – сохранение биоразнообразия (зоопарки, ботанические сады, заказники и заповедники), а также коммерческие (донецкий биоматериал человека) [2].

В марте 2023 г. в Государственную Думу РФ выдвинут на рассмотрение законопроект №325647-8 «О биоресурсных центрах и биологических (биоресурсных) коллекциях». Настоящий Федеральный закон устанавливает основы государственного регулирования в области обеспечения сохранения и развития биологических (биоресурсных) коллекций, создания и функционирования биоресурсных центров и их устойчивого, рационального использования в научной и научно-технической деятельности как основы обеспечения устойчивого и безопасного развития Российской Федерации [3,4].

Республика Саха (Якутия) занимает огромную территорию суши, имеет богатые природные ресурсы. Ее территория является уникальной для сбора материала биологических коллекций. За несколько десятилетий в ИБПК СО РАН собрано значительное количество биологического материала диких животных Якутии. С целью упорядочивания коллекции биологического материала, создания единой биоресурсной коллекции животного материала и проведения фундаментальных исследований, в 2022 г. внутри структуры института создана лаборатория молекулярной генетики.

Исследовательская БРК ИБПК СО РАН представлена биоматериалом 21 вида животных: диких млекопитающих, интродуцированных и синантропных. Насчитывается всего 2046 единицы хранения биообразцов в виде различных тканей, в том числе образцов ДНК. Коллекция биологических материалов формируется и периодически пополняется в ходе

экспедиционных работ научных сотрудников ИБПК СО РАН и научным разрешениям на добычу квотированных охотничьих видов. Образцы биологических материалов, переданные в фонд БРК, документируются актами передачи-приемки, информация по материалам регистрируется в электронную базу данных БРК. Заспиртованные (96% спирт) образцы биологических материалов хранятся в специальных морозильных камерах глубокой заморозки (80°C). Выделение геномной ДНК из животных тканей проводится стандартным набором реагентов «ДНК-Экстран -2» (НПК Синтол, г.Москва). Образцам ДНК присваивается идентификационный шифр БРК ИБПК СО РАН. Качественный анализ выделенных ДНК проводится методом электрофореза в 1% агарозном геле.

В лаборатории молекулярной генетики ИБПК СО РАН проведены исследования образцов ДНК диких парнокопытных животных, выделенных из мышечной ткани, на полиморфизм гена *NRAP*, который ассоциируется с адаптационными механизмами организма к экстремально низким температурам. В ближайшее время планируется поэтапное генетическое исследование биологических материалов волков (*Canis lupus*), волкособов и собак (*Canis familiaris*) в отношении полиморфизма генов *ADCY8* и *RYR3*, показывающий высокий дифференцирующий потенциал для установления принадлежности к дикому или домашнему представителю.

Таблица – Видовое разнообразие биоресурсной коллекции ИБПК СО РАН

№	Отряд/семейство/вид	Пункты сбора
<b>Дикие виды</b> <b>Отряд Парнокопытные</b> <b>Семейство Олени</b>		
1	Американский лось ( <i>Alces americanus</i> C., 1822)	Колымская низменность, Центрально-Якутская равнина, Приленское плато, Яно-Индибирская низменность, Янское плоскогорье, Эльгинское плоскогорье
2	Дикий северный олень ( <i>Rangifer tarandus</i> L., 1758)	Кряж Чекановского, Среднесибирское плоскогорье, Центрально-Якутская равнина, Приленское плато, Колымская низменность, Чуванский хребет, Эльгинское плоскогорье

3	Благородный олень ( <i>Cervus elaphus</i> L., 1758)	Центрально-Якутская равнина, Приленское плато
4	Кабарга ( <i>Moschus moschiferus</i> L., 1758)	Верхоянский хребет, Юкагирское плоскогорье
5	Сибирская косуля ( <i>Capreolus pygargus</i> P., 1771)	Центрально-Якутская равнина, Приленское плато
<b>Семейство Половогие</b>		
6	Снежный баран ( <i>Ovis nivicola</i> E., 1829)	Хараулахский хребет, Хребет Орулган, Хребет Сунтар-Хаята, Хребет Черского, Момский хребет
<b>Отряд Хищные Семейство Медвежьи</b>		
7	Бурый медведь ( <i>Ursus arctos</i> L., 1758)	Чуванский хребет, Центрально-Якутская равнина, Приленское плато, Эльгинское плоскогорье, Западно-Сибирская равнина, Оймяконское нагорье
<b>Семейство Псовые</b>		
8	Волк ( <i>Canis lupus</i> L., 1758)	Северо-Сибирская низменность, Среднесибирское плоскогорье, Верхоянский хребет, Хребет Сетте-Дабан, Хребет Сунтар Хаята, Эльгинское плоскогорье, Приленское плато
9	Обыкновенная лисица ( <i>Vulpes vulpes</i> L., 1758)	Центрально-Якутская равнина, Приленское плато
10	Песец ( <i>Vulpes lagopus</i> L., 1758)	Колымская низменность, Северо-Сибирская низменность, Среднесибирское плоскогорье, Янское плоскогорье
<b>Семейство Кошачьи</b>		
11	Рысь ( <i>Lynx lynx</i> L., 1758)	Приленское плато
<b>Семейство Куны</b>		
12	Росомаха ( <i>Gulo gulo</i> L., 1758)	Колымская низменность, Северо-Сибирская низменность, Центрально-Якутская равнина, Алданское нагорье, Яно-Индигирская низменность
13	Соболь ( <i>Martes zibbelina</i> L., 1758)	Приленское плато, Среднесибирское плоскогорье, Центрально-Якутская равнина, Северо-Сибирская низменность, Юкагирское плоскогорье
14	Норка ( <i>Neogale vison</i> S., 1777)	Центрально-Якутская равнина, Приленское плато

<b>Отряд Зайцеобразные</b> <b>Семейство Зайцевые</b>		
15	Заяц-беляк ( <i>Lepus timidus</i> L., 1758)	Северо-Сибирская низменность
<b>Интродуцированные виды</b> <b>Отряд Парнокопытные</b> <b>Семейство Полорогие</b>		
16	Бизон ( <i>Bison bison athabasca</i> R., 1897)	Бизонарий «Тыымпынай» Горного района РС (Я)
<b>Синантропные виды</b> <b>Отряд Грызуны</b> <b>Семейство Мышиные</b>		
17	Серая крыса ( <i>Rattus norvegicus</i> B., 1769)	Долина Средней Лены
18	Домовая мышь ( <i>Mus musculus</i> L., 1758)	Долина Средней Лены
19	Красная полевка ( <i>Myodes rutilus</i> P., 1779)	Долина Средней Лены
<b>Семейство Полорогие</b>		
20	КРС якутской породы ( <i>Bos taurus</i> L., 1758)	Сунтарский район РС (Я)
<b>Семейство Псовые</b>		
21	Собака ( <i>Canis familiaris</i> L., 1758)	Горный улус РС (Я)

### Список литературы

1. Лашин С.А., Афонников Д.А., Генаев М.А., Казанцев Ф.В., Комышев Е.Г., Ощепкова Е.А., Петров А.В., Рассказов Д.А., Смирнова А.А., Колчанов Н.А. Информационная система по биоресурсным коллекциям институтов ФАНО России. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018; 22 (3): 386-393. DOI 10.18699/VJ18.360
2. П.А. Каменский\*, А.Э. Сазонов, А.А. Федянин, В.А. Садовничий Биологические коллекции: стремление к идеалу. ACTA NATURAE. 2016; том 8; 2 (29): С. 6-10.
3. Система обеспечения законодательной деятельности. Законопроект о биоресурсных центрах и биологических (биоресурсных) коллекциях. <https://sozd.duma.gov.ru/bill/325647-8>.
4. В.Б. Агафонов, Г.В. Выпханова, Н.Г. Жаворонкова, А.А. Мохов Национальное законодательство о биоресурсных центрах и биологических коллекциях: концепция развития. Вестник университета. 2021; С. 103-109.

## МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ МИКРОБИОМА И КОРРЕКЦИИ НАРУШЕНИЯ МИКРОБИОТЫ ЖИВОТНЫХ

*Лаптев С.В., Запунная С.Д.*

Московская государственная академия ветеринарной  
медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина, Москва

**Аннотация.** NGS-секвенирование гена 16S рРНК позволяет выяснить: какие бактерии и в каком соотношении представлены в микробиоме; как микроорганизмы влияют на здоровье и организм в целом; какую патогенетическую роль играют бактерии в развитии различных заболеваний. Биоразнообразие – ключевой признак стабильности. Внешние факторы, такие как инфекции, плохое питание, антибиотики, длительный стресс, могут привести к исчезновению одного или нескольких ключевых родов и видов. При высоком биоразнообразии активируются регуляторные и компенсаторные механизмы, и другие роды и виды берут на себя функции обедненных или вымерших бактерий. Трансплантация фекальной микробиоты (ТФМ) рассматривается как перспективный метод, расширяющий арсенал терапевтических вмешательств у пациентов, у которых патологический процесс связан с нарушением биоценоза кишечника. Обсуждаются перспективы использования и терапевтический потенциал ТФМ.

**Ключевые слова:** секвенирование, маркеры, ген 16S рРНК, переменные участки, микробиом, животные.

Микробиота млекопитающих – это сложная совокупность микроорганизмов, обитающих в самых разных местах организма. Последние достижения в области геномики позволили провести углубленное секвенирование и анализ этих сообществ. В настоящее время возможности понимания метаболических и функциональных способностей микроорганизмов расширяются, а роль микробиоты, связанная со здоровьем и болезнями, заслуживает особого внимания. Поэтому важно понять и изучить различные симбиотические взаимодействия между хозяином и микробиотой в поддержании гемостаза, особенно в системе хозяин-микробиота, и то, как эти взаимодействия приводят к гемостазу или болезни [1].

Генетическое разнообразие микроорганизмов в желудочно-кишечном тракте огромно и способно обеспечить многие биологические активности, которые отсутствуют в организме хозяина. Микробы оказывают глубокое влияние на многие физиологические, развивающиеся, питательные и иммунные процессы в организме хозяина и помогают защитить животных от колонизации или чрезмерного роста патогенов и других нежелательных видов.

Кроме того, микробиота является первой линией защиты от патогенов и служит защитным механизмом хозяина против вторжения патогенов. Существует четкая взаимосвязь между инфицированным поражением и характером микробиоты, которая запускает инфекционный и воспалительный процесс. Патологическая колонизация кишечной флоры и нарушения микроциркуляции повышают проницаемость слизистой оболочки, что приводит к транслокации бактерий и их токсинов в порталную систему и далее по всей системе кровообращения [2].

Несостоятельность защитных механизмов приводит к неограниченной гематогенной передаче возбудителей и формированию вторичных очагов инфекции в висцеральных органах [3].

Неконтролируемое воспаление приводит к трансформации местного воспаления в системное и последующее повреждение органов, что является одной из основных причин смерти. Генетическая восприимчивость, возраст, сопутствующая патология и фенотипы патогенов – все это способствует развитию неконтролируемой воспалительной реакции [4].

Исследования микробиома открыли путь к лучшему пониманию этих состояний организма, поскольку они обладают большим потенциалом для профилактики и лечения заболеваний.

Современные методы молекулярной генетики позволяют получить большое количество подробной молекулярно-генетической информации о микробиоме. В частности, появляются частотно-таксономические профили (OTU-профили) тысяч оперативных таксономических единиц (OTU).

Целью данного исследования было изучение специфичности технологии секвенирования гена 16S рРНК для объективного изучения микробиомов животных.

**Материалы и методы исследования.** Для достижения поставленных целей был проведен сравнительный анализ маркеров, оборудования и методик, используемых в секвенировании гена 16S рРНК для изучения микробиомов животных. Особое внимание было уделено особенностям прободготовки и процедурам, связанным с отбором, хранением проб и методам выделения нуклеиновых кислот для определения состава микробиома.

**Результаты и обсуждения.** Технология секвенирования генов 16S рРНК позволяет охарактеризовать структуру микробиоты доступным и некультивируемым способом. Гены 16S рРНК могут быть использованы для получения профилей OTUs, из которых только 10% идентифицированы как роды и виды в Международной базе таксономической информации (ITDB), в других случаях OTUs добавляются к списку неидентифицированных генотипов, которые могут представлять новые виды и роды [5].

Точная характеристика микробиома на разных стадиях развития заболевания может быть использована в качестве скрининговых инструментов в клинических условиях.

Возбудители многих факторных и оппортунистических заболеваний – это мультипатогенные и мультихостовые организмы, которые широко циркулируют и сохраняются в организме различных животных, что обеспечивает неограниченный обмен генами.

Бактериальный состав кишечника способствует поддержанию гомеостаза слизистой оболочки хозяина и системного иммунитета, предотвращая любые иммунные триггеры, которые могут привести к физиологическим нарушениям. Трансформация комменсальной микробиоты кишечника в условно-патогенную микробиоту известна как дисбиоз [6].

В последние годы микробиота и ее роль в здоровье животных активно изучаются. Микробиота кишечника оказывает большое влияние на переваривание пищи, состояние иммунной системы организма, а также на рост и продуктивность животных. В кишечнике млекопитающих обитают специфические бактериальные филы – маркеры фекального загрязнения окружающей среды (Fibrobacterota, Firmicutes, Fusobacterota, Halobacterota, Patescibacteria, Proteobacteria, Thermoplasmatota, Spirochaetota, Verrucomicrobia и некоторые неклассифицированные микроорганизмы).

Микробиота кишечника телят значительно отличалась от микробиоты коров. Возникновение диареи у животных изменяет состав микробиоты кишечника и снижает микробное разнообразие. Основные представители кишечных бактерий у телят были отнесены к Bacteroidota и Firmicutes, причем было отмечено, что разнообразие и количество микроорганизмов Bacteroidaceae увеличивается с возрастом животного. Selenomonadaceae и Lactobacillae (Firmicutes) являются маркерами возраста. Микробиом взрослых животных характеризовался на уровне филумов присутствием Desulfobacterota, Verrucomicrobiota, Methanomicrobia и Methanobacteria archaea. Показатели микробиоты молочных коров и телят могут быть использованы в качестве диагностических маркеров физиологического состояния животного [7].

Северные олени адаптировались к арктическим условиям. В летний период у оленей обнаруживается больше патогенных микроорганизмов (*Fusobacterium* sp., *Parvimonas* sp. и *Porphyromonas endodontalis*). В образцах рубца были обнаружены бактерии рода *Serratia*, способные ферментировать сахара и вызывать молочнокислый ацидоз [8].

Ген 16S рибосомальной малой субъединицы является уникальным для прокариот и может быть использован для идентификации микробиоты в образце. Секвенирование гена 16S рРНК микробиоты включает выделение нуклеиновых кислот, пробоподготовку, выбор высоко варьируемых участков, платформы для секвенирования и определение алгоритмов биоинформатического анализа, амплификацию выбранных варьируемых областей методом ПЦР с использованием различных «универсальных» праймеров и последующее секвенирование. Консорциум MetaНIT рекомендует область V4 гена 16S рРНК в качестве золотого стандарта для анализа микробиома кишечника человека [9].

Благодаря высокой разрешающей способности и низкой стоимости секвенирование гена 16S рРНК стало наиболее распространенным методом анализа микробных сообществ кишечника.

Филогенетический состав микробных сообществ был проанализирован с помощью высокопроизводительного секвенирования фрагментов гена 16S рРНК. Тотальную ДНК выделяли из образцов в соответствии с инструкциями производителя, а препараты ДНК оценивали спектрофотометрически при длинах волн 260 и 280 нм с по-

мощью прибора NanoDrop2000c (Thermo Fisher Scientific, США). Фрагмент гена 16S рРНК амплифицировали методом ПЦР с использованием «универсальных» праймеров в локусе V4. Использовали праймеры 515F (5'-GTGBCAGCMGCCGCGGTAA-3') и Pro-mod-805R (5'-GACTACNVGGGTTCTAATCC-3'). Полученные ПЦР-фрагменты секвенировали на высокопроизводительном геномном анализаторе MiSeq (Illumina, США). Анализ нуклеотидных последовательностей проводили с использованием программного пакета QI. Карты филогенетического состава микробных сообществ были построены с помощью программы Krona.

Важной составляющей секвенирования гена 16S рРНК является целостность образца. Сведение к минимуму загрязнения образца обеспечивает сохранность его исходного микробиома и помогает получать точные результаты при анализе. Сбор образцов фекалий требует неинвазивных методов, достаточных для получения профиля микробиома кишечника.

Условия краткосрочного и долгосрочного хранения после транспортировки образцов важны для минимизации различий в профилях микробиома, обусловленных условиями хранения. Для максимального восстановления микробиома из образцов рекомендуется транспортировать образцы в криогенных условиях, например, со льдом или сухим льдом, а для длительного хранения хранить образцы в этаноле или при температуре  $-80^{\circ}\text{C}$ , после чего проводить экстракцию нуклеиновых кислот.

Для исследований с использованием образцов фекалий все образцы должны быть свежими и доставляться в замороженном виде в исследовательскую лабораторию в течение 24 часов. Все образцы хранятся при низкой температуре ( $-80^{\circ}\text{C}$ ).

Выделение образцов нуклеиновых кислот – простой, но важный шаг в исследовании микробиома. Большинство протоколов выделения включает три основных этапа, в том числе лизис клеток, удаление макромолекул, не относящихся к ДНК, а также выделение и сбор ДНК. В целом, протоколам лизиса клеток уделяется наибольшее внимание, поскольку полное разрушение клеток с помощью ферментативных и/или механических процессов приводит к последующему полному выделению ДНК и наоборот. Грамположительные организмы требуют более

жестких условий лизиса из-за более толстых клеточных стенок, в отличие от грамотрицательных организмов, которые требуют лишь мягких условий лизиса [10].

Модификации включают в себя включение дополнительных процедур, таких как механическая гомогенизация клеток с помощью стеклянных или кварцевых шариков, ферментативные реакции лизиса с лизоцимом или комбинация механических и ферментативных реакций. После завершения лизиса клеток проводится очистка, концентрирование и элюирование ДНК.

Избежать загрязнения образца при экстракции нуклеиновых кислот также важно для извлечения ДНК из микроорганизмов. Правильная обработка образцов, например, работа в чистой лабораторной среде и использование коммерческих реагентов для выделения нуклеиновых кислот, не содержащих ДНК/рНК, может снизить риск загрязнения. Операторы также должны носить соответствующую одежду, перчатки и маски, чтобы защитить образцы от загрязнения их собственной микробиотой.

В большинстве исследований секвенируется один из регионов V 3 или V 4, в других случаях чаще всего секвенируется комбинация двух или более высококовариабельных регионов (V3/V4) гена 16S рНК. Хотя выбор праймеров оказывает значительное влияние, разница в результатах, полученных при использовании одинаковых праймеров на разных платформах секвенирования, невелика. Различия, полученные в ходе исследования, связаны с выбором праймеров для гена 16s рНК и количеством секвенированных чтений, а также с различиями в методах классификации и параметрах биоинформационного анализа.

Для секвенирования гена 16s рНК и метагеномных исследований рекомендуется использовать базу данных NCBI. Кроме того, база данных SILVA, охватывающая филогению малых субъединиц рНК (16s для прокариот и 18s для эукариот), также является ресурсом для сравнения и/или контроля качества данных о последовательностях рНК.

Также важно выбрать правильный вычислительный инструмент для настройки данных для анализа секвенирования гена 16S рНК.

В большинстве исследований используется следующий рабочий процесс для секвенирования гена 16S рНК: выделение ДНК путем ме-

ханической гомогенизации, секвенирование области 16S рРНК V3/V4 и выделение ОТЕ с помощью программного обеспечения QIIME или MOTHUR. Воспроизводимость результатов секвенирования гена 16S рРНК в конкретном рабочем процессе может быть подтверждена только путем повторения эксперимента на тех же образцах ДНК с использованием того же рабочего процесса.

Таким образом, микробиота животных имеет специфические маркеры, которые могут быть использованы в качестве предикторов прединфекционных состояний. Для поддержания биобезопасности необходим мониторинг генетического разнообразия и филогенетических связей, включая молекулярный скрининг и выделение патогенов, а также «метагеномное секвенирование» и анализ молекулярных маркеров для определения разнообразия нуклеотидных последовательностей генов хозяев и изолятов, степени реассортации и межвидовой передачи.

Терапевтический подход, заключающийся в пересадке кишечных бактерий от здоровых животных больным реципиентам, описанный в литературе как «трансплантация фекальной микробиоты» (ТФМ), в настоящее время считается перспективным подходом для расширения терапевтических мероприятий для пациентов, когда патологические процессы оказываются связанными с нарушениями в биоэкологии кишечника.

Стратегия ТФМ направлена на улучшение фенотипов, связанных со здоровьем и эффективностью потребления корма. Целью трансплантации фекальной микробиоты является улучшение здоровья реципиента. При трансплантации фекальной микробиоты пересаживаются не только живые и мертвые микроорганизмы, но и гранулы корма, клетки из тонкого и толстого кишечника, а также бактериальные отходы. Благоприятное воздействие ТФМ достигается за счет увеличения количества полезных микроорганизмов, улучшения микробного разнообразия и стимуляции иммунитета слизистой оболочки. Помимо терапевтического потенциала ТФМ в лечении животных, ТФМ была исследована для профилактического и иммунологического применения. Например, ТФМ была исследована для улучшения конверсии корма в птицеводстве и свиноводстве. ТФМ в свиноводстве, животноводстве и птицеводстве исследуется в качестве эффективных альтернативных стратегий и методов кормления

для повышения продуктивности или сокращения использования антибиотиков, что позволяет решить проблему бактериальной резистентности и экологических проблем без ущерба для благополучия животных и темпов роста. В процессе ТФМ содержимое фекалий здоровых доноров пересаживается пациентам для восстановления нормальной или здоровой микробиоты кишечника. Подход ТФМ считается эффективным методом лечения заболеваний, связанных с дисбиозом.

Пересаженную микробиоту предпочтительно использовать от донора того же возраста, что и реципиент. Их микробиологические экосистемы более схожи, чем у животных разного возраста.

Использование ТФМ для лечения диареи у поросят после отъема способствовало «нормализации» микробиоты и выздоровлению животного. Увеличение разнообразия микробиоты кишечника связано с улучшением клинических исходов у растущих поросят. У животных, получавших ТФМ, наблюдалось уменьшение клинических признаков, увеличение прироста массы тела и повышение выработки антител.

### **Литература**

1. Современные подходы в лечении послеродовых гнойно-септических заболеваний / Иванников Н.Ю., Митичкин А.Е., Димитрова В.И., и др. // Медицинский совет. 2019; 7: С. 58-69.
2. Патогенез и маркеры сепсиса / С.В. Лаптев, Н.А. Татарникова, К.А. Сидорова, О.В. Новикова // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2023. – №35 (198). – С. 182-197.
3. К вопросу о роли доминирующей микробиоты в выборе пути развития патогенеза септических заболеваний / С.В. Лаптев, Н.В. Пименов, К.Ю. Пермякова, С.Н. Марзанова // Сборник научных трудов двенадцатой международной межвузовской конференции по клинической ветеринарии в формате Partners: материалы конференции, Москва, 17-18 ноября 2022 года. – Москва: Сельскохозяйственные технологии, 2022. – С. 454-463.
4. Катионные белки гранулоцитов в прогностике гнойно-септических патологий в ветеринарной пропедевтике генерализации бактериозов / Н.В. Пименов, С.В. Лаптев, С.Н. Марзанова [и др.]. – Москва: Издательский дом «Научная библиотека», 2023. – С. 172.

5. Биосистемная самоорганизация и фрактальная структура частотно-таксономических профилей микробиоты кишечника бройлеров под влиянием кормовых пробиотиков / Н.И. Воробьев, И.А. Егоров, И.И. Кочиш и др. // Сельскохозяйственная биология, 2021, том 56, №2. С. 400-410.
6. Barman, M., Unold, D., Shifley, K., et al. (2008). Enteric salmonellosis disrupts the microbial ecology of the murine gastrointestinal tract. *Infect. Immun.* 76, 907-915.
7. Генетическое разнообразие бактерий кишечника крупного рогатого скота, выявленное с помощью высокопроизводительного секвенирования / А.А. Сухинин, А.Ю. Краснопеев, А.С. Горшкова [и др.] // Международный вестник ветеринарии. – 2022. – №3. – С. 27-36.
8. Лайшев, К.А. Особенности микробиома рубца у северных оленей при некробактериозе / К.А. Лайшев, Л.А. Ильина, А.А. Южаков // Международный вестник ветеринарии. – 2023. – №2. – С. 18-24.
9. Lozupone, C.A., Stombaugh, J., Gonzalez, A., et al. (2013). Meta-analyses of studies of the human microbiota. *Genome Res.* 23, 1704-1714.
10. Brown, L., Wolf, J. M., Prados-Rosales, R., and Casadevall, A. (2015). Through the wall: extracellular vesicles in Gram-positive bacteria, mycobacteria and fungi. *Nat. Rev. Microbiol.* 13, 620-630.

\* \* \*

## ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ РАЗРАБОТКИ РЕГИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ ДЕТЕЙ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

*Лебедева У.М.<sup>1,2</sup>, Чиряева Л.М.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, Якутск

<sup>2</sup>ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН», Якутск  
ulev@bk.ru

**Аннотация.** В статье представлены результаты мониторингового исследования по оценке организации питания в дошкольных образовательных организациях Республики Саха (Якутия) (далее – ДОУ РС (Я)), которые

стали обоснованием о необходимости разработки региональной модели и дорожной карты по реализации региональной модели здорового детского питания в ДОУ РС (Я).

**Введение.** Актуальность вопроса организации питания воспитанников в ДОУ РС (Я) для органов государственной власти и местного самоуправления очевидна ввиду их заинтересованности в формировании здорового и работоспособного населения РС (Я).

Под региональной моделью здорового детского питания в ДОУ РС (Я) (далее – Региональная модель) понимается комплекс мероприятий, направленных на обеспечение детей дошкольного возраста здоровым питанием с учетом возраста, нутригенетических и антропону-трициологических характеристик. Реализация региональной модели предполагает решение приоритетных задач по обеспечению безопасным и качественным питанием путем создания нормативных правовых, технико-технологических, производственных, финансово-экономических, организационных, комфортных здоровьесберегающих условий, определяющих личностное разностороннее развитие воспитанника в ДОУ и социально-экономическое, инновационное развитие региона [5].

**Материалы и методы.** В работу использованы материалы Федерального закона об образовании в Российской Федерации [1], Указа Главы РС (Я) о стратегических направлениях укрепления общественного здоровья и развития системы здравоохранения в РС (Я) [3], Распоряжения Правительства РС (Я) об утверждении региональной модели здорового детского питания в дошкольных образовательных организациях РС (Я) и дорожной карты по реализации региональной модели здорового детского питания в дошкольных образовательных организациях РС (Я) [4], приказа Министерства здравоохранения РС (Я) и Министерства образования и науки РС (Я) об утверждении Концепции в области здорового питания обучающихся РС (Я) и комплекса мер по реализации Концепции в области здорового питания обучающихся РС (Я) [2].

**Результаты.** В РС (Я) сформирована нормативная правовая база по обеспечению питанием детей в образовательных организациях, приняты дополнительные меры по поддержке отдельных категорий обучающихся в части предоставления горячего питания как в городской, так

и в сельской местности. Финансовое обеспечение организации питания детей осуществляется из средств государственного бюджета РС (Я), средств муниципального бюджета и доплаты за счет средств родителей (законных представителей). Средства на организацию питания воспитанников ДОО перечисляются местным бюджетам в виде субсидии на выравнивание бюджетной обеспеченности.

Услуги дошкольного образования в РС (Я) оказывают 756 организаций всех форм собственности (включая филиалы), осуществляющих образовательную деятельность по образовательным программам дошкольного образования, присмотр и уход за детьми.

По данным федеральной статистической отчетности численность воспитанников образовательных организаций, осуществляющих образовательную деятельность по образовательным программам дошкольного образования, в 2022 году составляет 68 640 детей.

В соответствии со статьей 37 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» организация питания обучающихся возлагается на организации, осуществляющие образовательную деятельность. В РС (Я) действуют структура и система организации питания, в которой каждая дошкольная образовательная организация самостоятельно организует питание воспитанников при обязательном контроле со стороны учредителя. Обеспечение организации питания воспитанников базируется на собственных ресурсах (наличие столовых в учреждении, наличие персонала в штатном расписании и т.д.).

Для дошкольных образовательных организаций РС (Я) характерны слабо развитая инфраструктура, неудовлетворительная материально-техническая и технологическая базы, недостаточная кадровая обеспеченность пищевых блоков и производственных подразделений, отсутствие единых стандартов оказания услуг по организации питания воспитанников, сложная транспортная логистика, отсутствие наземных дорог в межсезонный период во многих районах республики, особенно в арктических районах.

В связи с этим, в настоящем мониторинге приняли участие 496 ДОО из 26 районов республики и г. Якутска, в которых воспитываются 43 959 детей, из них по возрастным категориям: от года до трех лет – 8 517 (19,4

процента), от трех до семи лет – 35 442 (80,6 процента) ребенка.

По разделу технико-технологической оснащенности инфраструктуры выявлено, что из общего числа обследованных подразделений у 93,5% ДООУ имеются отдельные пищеблоки, лишь у 6,5% не имеют своего пищеблока. Столовую имеют 25,4% ДООУ, буфет – 14,1%. Пищеблоки оснащены технологическим оборудованием и иным оборудованием в соответствии с санитарными правилами и нормами в полной мере у 40,1% организаций, частично – 59,5%, не оснащены 0,4%. Из технологического оборудования разные виды имеют 78,8% организаций, только механическое оборудование – 1,2%, только тепловое – 0,6%, только холодильное – 13,9%. Большинство организаций рассчитывают химический состав и энергоценность рациона, практикуют профилактические мероприятия для обогащения витаминно-микроэлементным составом (йодирование, С-витаминизация, комплексная витаминно-минеральная профилактика), контролируют качество продуктов и сырья при приеме, во время хранения, перед употреблением готового блюда. Для приготовления пищи используют смешанное (местное и привозное сырье) 74,8%, только местное сырье – 12,3%, только привозное сырье – 12,9% ДООУ. В ДООУ 36 420 воспитанников (82,8%) получают витамины и минералы, йодопрофилактику проходят 37 619 детей (85,6%).

Из общего числа обследованных детей, на диспансерном учете по здоровью состоят 3 103 ребенка (7%), из них большинство в возрасте от трех до семи лет (6,3%), по третьей-четвертой группам здоровья – 1 293 ребенка (2,9%), из них большинство в возрасте от трех до семи лет (2,7%). По группам здоровья доли распределены следующим образом: в I группу здоровья относятся 14 645 детей (33,3%), во II группу – 25 618 детей (58,2%), в III группу – 1 866 детей (7%), в IV группу – 582 ребенка (1,3%), в V группу включены 119 детей (0,2%).

Количество детей с нормальным весом составляет 94,0%, с дефицитом веса – 1,2%, с избыточным весом – 4,8% (среди которых большинство с ожирением I и II степени). Количество детей с нормальным ростом – 71,6%, с незначительным отклонением от нормы – 27,5%, с низкорослостью – 0,3%, с высокорослостью – 0,6%.

Как показали эпидемиологические исследования федерального бюджетного учреждения здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиоло-

гии в РС (Я)», наиболее распространенными нарушениями пищевой ценности рационов питания дошкольников являются: недостаточное использование молока и молочных продуктов, растительных масел, овощей и фруктов, мяса и рыбы, что ведет к недостаточному потреблению кальция, железа, йода, цинка, недостаточному обеспечению рационов питания полезными микронутриентами: витаминами (особенно С, В2, А и  $\beta$ -каротина), полинасыщенными жирными кислотами, особенно семейства  $\omega$ -3, низкому потреблению пищевых волокон; избыточное потребление соли, специй; избыточное потребление сахара; потребление некачественных, в том числе перекисленных жиров.

Отмеченные нарушения питания детей являются одной из важных причин возникновения болезней, зависящих от питания. У детей дошкольного возраста отмечаются высокая частота заболеваний желудочно-кишечного тракта, анемия, болезни обмена веществ (в первую очередь, ожирение и сахарный диабет), распространенность которых по данным медицинской статистики Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Республике Саха (Якутия) значительно увеличилась за последние годы. Остро стоит проблема ожирения у детей, которая затрагивает весь жизненный цикл: у матерей, страдающих ожирением, выше вероятность рождения детей с избыточной массой тела, а у такого ребенка выше вероятность того, что она сохранится в зрелом возрасте. Вероятность развития ожирения с момента рождения зависит как от генетических факторов, так и от факторов окружающей среды. При этом большой вклад вносит фактор питания.

В связи с этим, для полноценной плодотворной организации питания детей в ДОО РС (Я) требуют решения ряд проблем, в том числе, недостаточно сформированная нормативная правовая база в области здорового питания детей, воспитывающихся в ДОО РС (Я), неполное соответствие темпа обновления материально-технической базы в соответствии с санитарными правилами и нормами, недостаточное использование в организации детского питания качественной продукции из местного северного растительного и животного сырья и продуктов промышленного производства, недостаточный уровень повышения квалификации работников пищеблоков по вопросам организации здорового детского питания в ДОО РС (Я), несвоевременное и недостаточное внедрение со-

временных технологий, информационно-программных комплексов для организации и управления питанием, недостаточное ведение информационно-обучающей работы в области формирования культуры здорового питания с учетом региональных особенностей и национальных традиций питания.

**Заключение.** Таким образом, в целях оптимизации системы питания, сохранения и укрепления здоровья воспитанников ДООУ РС (Я) разработана и утверждена Региональная модель, целью и задачами которой является создание оптимальной системы здорового детского питания в ДООУ РС (Я) с учетом региональных особенностей и национальных традиций питания. Это, совершенствование нормативной правовой базы, укрепление материально-технической базы пищеблоков путем обеспечения современным технологическим оборудованием, увеличение использования местной качественной продукции в организации питания, обеспечение повышения квалификации кадров по вопросам организации здорового детского питания, цифровизация системы управления, мониторинга и контроля за организацией здорового питания, формирование культуры здорового детского питания среди воспитанников, родителей и работников дошкольных образовательных организаций РС (Я).

*Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России НИР FSRG-2024-001 «Геномика Арктики: эпидемиология, наследственность и патология», тема FWRS-2021-0043 «Создание системы персонализированного питания детского населения Арктической зоны Российской Федерации». в рамках госзадания ЯНЦ СО РАН.*

### **Литература**

1. Федеральный закон от 29.12.2012 г. №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», ст. 37.
2. Приказ Министерства здравоохранения РС (Я) от 25.10.2019 г. №01-07/1443 и Министерства образования и науки РС (Я) от 25.10.2019 г. №01-10/1456 «Об утверждении Концепции в области здорового питания обучающихся РС (Я) и комплекса мер по реализации Концепции в области здорового питания обучающихся РС (Я)».

3. Указ Главы РС (Я) от 31.03.2021 г. №1782 «О стратегических направлениях укрепления общественного здоровья и развития системы здравоохранения в РС (Я)».

4. Распоряжение Правительства РС (Я) от 26.05.2023 г. №419-р «Об утверждении региональной модели здорового детского питания в дошкольных образовательных организациях РС (Я) и дорожной карты по реализации региональной модели здорового детского питания в дошкольных образовательных организациях РС (Я)».

5. Чиряева Л.М., Лебедева У.М., Лебедева А.М., Михайлова Г.П. О стратегической сессии Региональной модели здорового детского питания в дошкольных образовательных организациях Республики Саха (Якутия) // Вопросы питания. Том 92, №5, 2023. Приложение. С. 118.

\* \* \*

## АРКТИЧЕСКОЕ ПИТАНИЕ: ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ, ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОТРЕБНОСТИ И СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ПРОДУКЦИЯ

*Лебедева У.М.<sup>1,2</sup>, Степанов К.М.<sup>2,4</sup>, Лебедева А.М.<sup>2,3</sup>*

<sup>1</sup>Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, Якутск

<sup>2</sup>ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН», Якутск

<sup>3</sup>ФИЦ питания и биотехнологии, Москва

<sup>4</sup>Арктический ГАТУ, Якутск

**Аннотация.** В статье изложены основные аспекты особенностей структуры питания, потребления энергии и пищевых веществ детским и взрослым населением, проживающим в суровых экстремальных условиях Арктики и Севера. В этой связи, в целях устранения негативных последствий экстремальных условий для здоровьесбережения населения, обсуждаются вопросы создания единой исследовательской научной площадки для разработки базовых и персонализированных рекомендаций по оптимизации питания среди различных групп населения с использованием специализированных пищевых продуктов, а также мер меди-

ко-социальной защиты населения, включая гигиеническое обучение по вопросам здорового питания и профилактики алиментарно-зависимых заболеваний.

Арктические и северные территории Российской Федерации являются уникальным стратегическим объектом природных ресурсов, интенсивное освоение которых приводит к притоку большого числа различных групп и контингентов населения, которым необходимо обеспечить комфортную жизнедеятельность при экстремально суровых условиях. Кроме того, в современных геополитических ситуациях, вопросы освоения арктических территорий являются не менее важными для обеспечения национальной безопасности, охраны и защиты государственных границ этих территорий в целях сохранения зоны мира и сотрудничества [9].

Под Арктической зоной Российской Федерации (далее – АЗ РФ) понимается часть Арктики, в которую согласно Указу Президента РФ [23] полностью или частично входят сухопутные территории Республики Саха (Якутия), Коми, Карелии, Мурманской и Архангельской областей, Красноярского края, Ненецкого, Ямало-Ненецкого и Чукотского автономных округов.

В соответствии с основными национальными целями, утвержденными Указом Президента РФ [25], цели и задачи, национальные приоритеты и интересы, механизмы реализации государственной политики РФ в Арктике представлены в Основах и Стратегии развития АЗ РФ и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года [24,26].

Согласно этим документам, отставание значений показателей, характеризующих качество жизни в АЗ, от общероссийских или средних по субъектам РФ значений, в том числе в части, касающейся ожидаемой продолжительности жизни при рождении, смертности лиц трудоспособного возраста, младенческой смертности, а также, повышение рисков причинения вреда здоровью населения, обусловленных изменениями климата и другими факторами, требуют разработки мер по мониторингу и оптимизации структуры питания и профилактики заболеваний, в том числе инфекционных и неинфекционных, и реализации комплекса мероприятий, направленных на формирование у граждан приверженности

здоровому образу жизни, включая их мотивацию к переходу на здоровое питание и сокращение потребления алкогольной и табачной продукции, установлению для АЗ особенностей законодательства в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения [14, 26].

В этой связи, вопросы обеспеченности качественным и безопасным питанием для сбережения здоровья населения в дискомфортных условиях Арктики и Севера, характеризующихся экстремальным климатом, фотопериодичностью в виде полярной ночи и дня, недостатком кислорода, воздействием магнитных бурь, повышенными энергетическими затратами при выполнении любой физической и умственной работы и др., приобретают особо важную медико-социальную значимость [2].

В решении указанных проблем и для формирования перспектив развития направления, согласно Стратегии по выполнению основных задач в сфере развития науки и технологий в интересах освоения Арктики [26], Федеральным исследовательским центром питания, биотехнологии и безопасности пищи выдвинута инициатива по созданию в стране региональных центров мониторинга и оптимизации питания населения, целью которых является научно-методическое, образовательное и инновационное сопровождение мониторинга и оптимизации питания различных групп населения, в том числе – отслеживание на местах качество продовольствия в соответствии с потребностями жителей отдельных регионов. Согласно этому, региональные центры смогут оценить структуру питания населения в конкретном регионе, выявлять параметры потребляемой энергии и пищевых веществ из рациона людей, в соответствии с новыми Нормами питания от 2021 года [17]. В задачи этих центров также входит разработка рекомендаций по оптимизации питания населения, включая разработку и производства продуктов с заданными свойствами. Эти продукты будут включать в свой состав вещества, необходимые для поддержания здорового питания людей в регионах [12].

Исследования последних лет показывают, что Россия, в силу природно-климатического и этнокультурного разнообразия, а также неравенства в уровне и качестве жизни, отличается значительными региональными вариациями в потреблении продовольственных товаров [1, 5, 27].

Поэтому, внимание специалистов привлечено к проблемам оценки фактического питания, изучению пищевых привычек и пищевого пове-

дения, пищевого статуса в целях выявления особенностей региональных параметров потребления энергии и пищевых веществ среди различных групп населения. Результаты этих исследований являются основой для разработки мероприятий и программы по улучшению структуры питания за счет традиционных пищевых продуктов (базовых) и специализированной продукции, научно-обоснованных рекомендаций для оптимизации рациона, профилактики заболеваний и укрепления здоровья человека в Арктике, а также образовательных программ для проживающего населения.

Исследования в основном выполняются на основе ретроспективного анализа данных среднедушевого потребления пищевых продуктов по сведениям территориального органа Федеральной службы государственной статистики по регионам и с использованием стандартизованных методов и анкет, включающих специальные разделы, характеризующие социально-демографические параметры (пол, возраст, антропометрические показатели, среднедушевой доход), состояние здоровья, вредные привычки, пищевое поведение, занятия физкультурой и спортом.

Авторы в своих исследовательских работах часто используют метод анализа частоты потребления продуктов, который используется очень широко в последние 30-35 лет в самых различных эпидемиологических исследованиях, посвященных взаимосвязи характера питания и алиментарно-зависимых заболеваний, которые были проведены на многих десятках тысяч населения.

Одним из наиболее распространенных методов изучения потребления пищи у человека, благодаря своей простоте, легкости выполнения и доступности, является метод 24-часового воспроизведения питания. Этот метод привлекателен и тем, что может быть применен как для оценки индивидуального питания, так и групп населения при выполнении крупномасштабных исследований.

В этой связи, изучению структуры питания отдельных групп населения АЗ РФ посвящено значительное число научных работ. В работах авторов отмечаются типичные социально-экономические, климато-географические и национально-культурные особенности территорий, оказывающие влияние на уровень потребления основных продуктов питания. Это, очаговый характер промышленно-хозяйственного освоения

территорий и низкая плотность населения, удалённость от основных промышленных центров, высокая ресурсоёмкость и зависимость хозяйственной деятельности и жизнеобеспечения населения от поставок топлива и товаров первой необходимости из других регионов, отсутствие или слабая развитость дорожной сети, сезонность поставок и сложные условия хранения продовольствия, наличие продуктов в основном в замороженном или консервированном видах и др.

Обобщённые данные по структуре питания населения АЗ РФ, полученные Госкомстатом России по итогам выборочного обследования бюджетов домашних хозяйств и проводимыми эпидемиологическими исследованиями, установили, что наибольший дефицит в условиях Арктики и Севера отмечается в отношении картофеля – 48-49% от рекомендуемых размеров потребления, других овощей и бахчевых – 33-51%, фруктов и ягод – 21-42%. В отношении яиц, молока и молочных продуктов недостаток составляет от 13 до 70%, хлебопродуктов – 11-17%, рыбы – 23-63%. Дефицит названных продуктов питания в рационе жителей наряду с вышеотмеченными климатогеографическими особенностями, сложностями в доставке и хранении продуктов объясняется также высокими ценами на овощи, фрукты, молочную и другую продукцию. В целом, для малообеспеченной категории населения основными продуктами в рационе являются хлеб, крупы, макаронные изделия. По сравнению с переселенцами коренные жители Арктики употребляли больше хлебобулочных изделий, жировых продуктов, рыбы и меньше принимали в пищу овощи, молоко и кисломолочные продукты (кефир, ряженка, простокваша, сыр, творог, сметана), чаще – консервированные молочные продукты (молоко сгущенное с сахаром) [3, 4, 6, 8, 10].

Также обращает на себя внимание высокая углеводная нагрузка на организм жителей АЗ РФ, где уровень потребления сахара превышает норму на 26-56,6%. При этом женщины чаще потребляли сахаросодержащие продукты, чем мужчины: 86,2% и 68% соответственно. Кроме того, при расширении учеными Якутии списка продуктов национальными блюдами коренных народов Севера в частотном анализе потребления, выявлена низкая частота потребления продуктов питания из местного продовольственного сырья или национальных блюд, которые условно можно разделить на 3 группы продуктов: мясные (сохатина, оленина, зайчатина, хаан,

потроха); молочно-кисломолочные продукты (куерчэх, суорат, быыспах, кумыс); мучные (олады, баахыла, саламат) [7, 8, 16, 19].

С гигиенических позиций, для обеспечения продовольственной безопасности населения АЗ РФ крайне важной проблемой является качество питания и оценка риска для здоровья существующей микробиологической и химической контаминации пищевых продуктов.

Результаты мониторинга качества и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов, проведённые на примере Республики Саха (Якутия), свидетельствуют о том, что на протяжении последних двух десятилетий удельный вес проб продукции, не отвечающей требованиям по микробиологическим показателям, колеблется в пределах 10-12%, что в 2,5 раза превышает среднероссийский показатель [15, 22].

Аналогичная тенденция характерна для всех административных территорий АЗ РФ: Ненецкого автономного округа, Архангельской области, Ямало-Ненецкого автономного округа, где отмечено превышение уровня загрязнения продукции в среднем в 2 раза; Чукотского автономного округа, Мурманской области, Красноярского края, где превышение загрязнения продуктов питания отмечено в 1,5 раза и др. Наибольший вклад в удельный вес продукции, не отвечающей санитарно-эпидемиологическим требованиям по микробиологическим показателям на протяжении последних лет, как правило, вносят следующие группы: молоко и молочные продукты, мясо и мясные продукты, птица и птицеводческие продукты, рыба и рыбопродукты.

Анализ научных работ по гигиенической характеристике фактического питания различных групп населения АЗ РФ свидетельствует о разбалансированности построения среднесуточных рационов. Так, в питании дошкольников и школьников также отмечены негативные тенденции по дефициту витамина С на 20-36%, по витамину А на 22-89% от нормы, тиамину – 20%, фолата – 51%, а из числа минеральных элементов – кальция, фосфора и йода – от 14 до 26%. В некоторых работах установлена пониженная обеспеченность кальцием на 75% и йодом на 70% [13, 21].

Таким образом, следует отметить, что в целом решение проблемы укрепления здоровья, снижения распространённости алиментарно-зависимых заболеваний, увеличения ожидаемой продолжительности и

повышения качества жизни коренного и некоренного населения АЗ РФ должно базироваться на комплексной гигиенической модели оптимизации питания, его персонализации и обеспечения безопасности [11, 18].

При этом, важными элементами модели являются коррекция структуры питания, согласно требованиям, СанПиН [20] и Нормам питания для лиц, работающих в условиях Крайнего Севера, энерготраты увеличиваются на 15% и пропорционально возрастают потребности в белках, жирах и углеводах [17].

Среди мер по повышению уровня обеспечения продовольствием населения АЗ РФ следует назвать развитие собственного регионального агропромышленного комплекса, при этом объём и структура производства местных продуктов питания должны рационально сочетаться с завозом продукции из других регионов страны и ликвидировать зависимость от экспортного продовольствия.

Продовольственное обеспечение населения АЗ РФ, определяющееся условиями экстремального климата и демографическими факторами, должно предусмотреть проведение систематического мониторинга в целях гигиенической оптимизации и персонализации питания населения, освоение предприятиями пищевой промышленности новых технологий, ориентированных на максимальное сохранение пищевой ценности продуктов, а также – обогащения рационов витаминами, эссенциальными макро- и микроэлементами, совершенствования технологии разработки и производства, широкого внедрения специализированных продуктов питания профилактической направленности и максимального расширения ассортимента продукции и развития местной сырьевой базы, проведение целенаправленной витаминизации и осуществление системного обучения принципам сбалансированного питания и гигиенического воспитания.

С государственных научно-практических позиций, созданные региональные центры на основе единой методологической базы от головного координирующего центра – ФИЦ питания и биотехнологий должны максимально расширять комплексные гигиенические, клинико-эпидемиологические, социологические и лабораторные исследования по изучению фактического питания, пищевого поведения и здоровья различных групп коренного и некоренного населения АЗ РФ, в том числе, в её отдалённых и труднодоступных районах.

*Работа выполнена в рамках государственного задания ЯНЦ СО РАН, тема FWRS-2021-0043 «Создание системы персонализированного питания детского населения Арктической зоны Российской Федерации». НИР FSRG-2024-001 «Геномика Арктики: эпидемиология, наследственность и патология» в рамках госзадания Минобрнауки России.*

## **Литература**

1. Агбалиян Е.В., Колесников Р.А. Динамика потребления основных продуктов питания населением Ямало-Ненецкого автономного округа // Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование. 2018. Т. 4, №3. С. 6-21. doi:10.21684/2411-7927-2018-4-3-6-21.
2. Афтанас Л.И., Воевода М.И., Пузырев В.П. Арктическая медицина: вызовы XXI века. В кн.: Научно-технические проблемы освоения Арктики. М.: Наука, 2014. С. 104-10.
3. Батурин А.К., Погожева А.В., Кешабянц Э.Э., Старовойтов М.Л., Кобелькова И.В., Камбаров А.О. Изучение питания, антропометрических показателей и состава тела у коренного и пришлого населения Российской Арктики. Вопросы питания. 2017; 86 (5): С. 11-6.
4. Батурин А.К., Погожева А.В., Мартинчик А.Н., Сафронова А.М., Кешабянц Э.Э., Денисова Н.Н., Кобелькова И.В. Изучение особенностей питания населения европейской и азиатской части Арктической зоны России. Вопросы питания. 2016; 85(S2): 83.
5. Васькин В.Ф., Коростелева О.Н. Потребление продуктов питания и состав расходов на продовольствие жителей Брянской области // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. №2. С. 47-53.
6. Гмошинская, М.В. Особенности продуктового разнообразия рационов питания детей 7-18 лет с использованием региональной пищевой продукции в Республике Саха (Якутия) / М.В. Гмошинская, У.М. Лебедева, И.В. Алешина // Медицинский совет. – 2022. – Т. 16, №19. – С. 146-152. – DOI 10.21518/2079-701X-2022-16-19-146-152.
7. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2020 году».

М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека; 2021.

8. Дмитриевская С.В., Истомина А.В., Федина И.Н., Шкурихина С.В., Кутакова Н.С. Питание и север: гигиенические проблемы арктической зоны России (обзор литературы). Гигиена и санитария. 2018; 97 (6): 557-563. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-6-557-563>.

9. Загорский А.В., ред. Арктика: зона мира и сотрудничества. М.: ИМЭМО РАН; 2011.

10. Истомина А.В., Шушкова Т.С., Раенгулов Б.М. Гигиенические проблемы экологии и здоровья человека в условиях Крайнего Севера. М.: Экси; 2003.

11. Каспаров Э.В., Прахин Е.И., Новицкая В.П., Борисов А.Г., Лебедева У.М., Степанов К.М. Роль витаминов, витаминсодержащих продуктов и других нутриентов в снижении острых инфекционных заболеваний у населения Севера // Якутский медицинский журнал – 2022 – №3 (79). С. 90-96. DOI 10.25789/УМЖ.2022.79.23.

12. Коршунов А. Выручат из еды: ученые проследят за правильным питанием в регионах. Ежедневная общественно-политическая газета «Известия» №157 (31587), 2024. С. 7.

13. Крючкова Е.Н., Истомина А.В., Сааркоппель Л.М., Яцына И.В. Детерминанты адаптационных резервов организма подростков различных регионов. Здравоохранение Российской Федерации. 2017; 61 (3): С. 7-143.

14. Лебедева У.М., Мингазова Э.Н. Динамическое наблюдение за изменениями медико-демографических показателей в Республике Саха (Якутия) за 1998-2018 годы // Дальневосточный медицинский журнал. 2020. №4. С. 33-36.

15. Лебедева У.М., Румянцева А.Н., Степанов К.М., Игнатьева М.Е., Григорьев В.П. Оценка фактического питания, качества и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов в Республике Саха (Якутия). Якутский медицинский журнал. 2015; 3(51): С. 9-64.

16. Лебедева У.М., Степанов К.М., Лебедева А.М., Платонова Р.И., Петрова М.Н., Борисова И.З. Актуальные вопросы культуры питания населения Якутии: современное состояние, проблемы и перспективы развития. Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. Серия: Медицинские науки. 2017; 4 (09): С. 8-55.

17. МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации»: Методические рекомендации – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2021. – С. 72.
18. Нутрициология и клиническая диетология: национальное руководство / под ред. В.А. Тутельяна, Д.Б. Никитюка. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2020. – С. 656. (Серия «Национальные руководства»).
19. Организация питания детей и подростков на региональном уровне / У.М. Лебедева, П.П. Баттахов, К.М. Степанов [и др.] // Вопросы питания. – 2018. – Т. 87, №6. – С. 48-56. – DOI 10.24411/0042-8833-2018-10066.
20. СанПиН 2.3./2.4.3.590-2020 «Санитарно-эпидемиологические требования к организации общественного питания населения», утвержденные постановлением Главного государственного санитарного врача РФ №32 от 27.10.2020 г., зарегистрированные 11.11.2020 г. в Минюсте России №60833.
21. Тармаева И.Ю. Гигиеническая оценка питания и физического развития детей, находящихся в школе-интернате / И.Ю. Тармаева, Н.В. Ефимова // Здоровье и образование в XXI веке. 2016. – Т. 18. – №11. – С. 93-97.
22. Тутельян В.А., Лебедева У.М. и др. Политика в области здорового питания населения Республики Саха (Якутия). Якутский медицинский журнал. 2015; 3(51): С. 6-9.
23. Указ Президента РФ от 02.05.2014 г. №296 (ред. от 05.03.2020) «О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации».
24. Указ Президента РФ от 05.03.2020 г. №164 «Об Основах государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года».
25. Указ Президента РФ от 07.05.2024 г. №309 «О национальных целях Российской Федерации до 2030 года и на перспективу до 2036 года».
26. Указ Президента РФ от 26.10.2020 г. №645 «О стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года».
27. Фаткуллина Г.Р., Каримов А.Г. Потребительские расходы домашних хозяйств как ключевой индикатор качества жизни населения Республики Башкортостан // Социодинамика. 2019. №6. С. 70-81. URL: [https://nbpublish.com/libraryread\\_article.php?id=29640](https://nbpublish.com/libraryread_article.php?id=29640). doi:10.25136/2409-7144.2019.6.29640.

## ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ПРЕДПОЧТЕНИЯ СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ АРКТИКИ И КРАЙНЕГО СЕВЕРА

*Литвинцева Е.А.,<sup>1</sup> Покида А.Н.,<sup>1</sup> Зыбуновская Н.В.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации», Москва  
litvintseva-ea@ranepa.ru, pokida@ranepa.ru, nzyb@ranepa.ru

**Аннотация.** В мае-июне 2024 г. на платформе «Неравнодушный человек» при поддержке Минобрнауки России проведен всероссийский онлайн-опрос студентов вузов. При разработке инструментария в опросник был включен блок вопросов, посвященных профессиональным предпочтениям студенческой молодежи, подготовленный специалистами РАНХиГС. Общая выборка исследования составила 82310 студентов, обучающихся по программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в 74 субъектах Российской Федерации. Из общего массива были выделены 2698 респондентов, обучающихся в вузах регионов, относящихся к зоне Арктики и Крайнего Севера.<sup>1</sup>

**Планы на будущее после окончания обучения в вузе.** Результаты онлайн-опроса показывают, что в целом студенческая молодежь ориентируется на трудовую деятельность, выбирая переход на рынок труда. Среди возможных жизненных траекторий после получения образования в вузе лидирует намерение сочетать работу и дальнейшее обучение. Достаточно популярным является также желание трудиться по специальности. Значительно реже, но отмечается работа не по специальности (рис. 1).

Многие хотят сосредоточиться только на дальнейшем обучении (в магистратуре, аспирантуре и др.) и пока не работать. Возможно, для студентов это «экономически обоснованное решение», так как получение более высокого уровня образования повышает шансы на получение более высокой зарплаты на российском рынке труда, в том числе повышает доступ к управленческим позициям, которые, как правило, оплачиваются лучше [1].

<sup>1</sup> В выборку были включены Архангельская и Мурманская области, Республики Коми, Саха (Якутия), Тыва и ХМАО.



Рисунок 1 – Планы студентов после окончания вуза  
(в% по каждой выделенной категории; сумма ответов не равна 100%, так как по методике опроса можно было выбрать несколько вариантов)

Вместе с тем можно отметить, что студенческая молодежь в регионах, относящихся к зоне Арктики и Крайнего Севера, несколько чаще выражает предпочтения работать по специальности (33,8%), по сравнению с ответами студентов в целом по РФ (38,6%), и чаще предпочитает продолжать обучение и пока не работать (+5,0 п.п. к среднему значению по РФ).

Как правило, в начале обучения в вузе студенты чаще указывают на послевузовские планы продолжать обучение в магистратуре, аспирантуре и не работать, далее с повышением курса эти намерения незначительно снижаются. Вместе с тем у студентов зоны Арктики и Крайнего Севера по каждому курсу обучения прослеживается большее желание на продолжение дальнейшего обучения и меньшее на работу по специальности.

Повышает стремление работать по специальности после выпуска также наличие текущей занятости по той же специальности, по которой студент обучается в вузе. Однако, как показывают данные, студенты зоны Арктики и Крайнего Севера подрабатывают реже (26,0%, из них 8,6% по специальности) в отличие от студенческой молодежи по общероссийской выборке (33,5%, из них по специальности 11,7%).

**Предпочтения места трудоустройства.** Полученные данные показывают, что в отличие от студентов в целом по России, которые чаще предпочитают работу на предприятиях частной формы собственности, работу «на себя» (по частным заказам, фриланс) или создание собственного предприятия (ИП, ООО, НКО и др.), студенческая молодежь зоны Арктики и Крайнего Севера больше выражает желание работать в бюджетной сфере: на государственном предприятии, в органах государственного управления, правоохранительных органах, органах муниципального управления (рис. 2).



Рисунок 2 – Предпочтения студентов в выборе места трудоустройства в случае поиска работы после окончания вуза (в % по каждой выделенной категории; сумма ответов не равна 100%, так как по методике опроса можно было выбрать до 2-х вариантов)

Существенных различий в предпочтениях места работы среди молодых людей и девушек не фиксируется. При этом с повышением возраста студентов и курса обучения увеличивается доля ответов о поиске работы на государственных предприятиях. Так, среди студентов 1 курса бакалавриата/специалитета регионов, входящих в зону Арктики и

Крайнего Севера, о желании работать на государственных предприятиях сообщили 20,5% студентов, на 2 курсе доля таких ответов составила 22,6%, на 3 курсе – 23,1%, на 4 курсе – 30,6%.

**Ценностные приоритеты в выборе работы.** Результаты всероссийского опроса студентов вузов показывают, что величина зарплаты и возможность карьерных достижений выступают ключевыми факторами в выборе места трудоустройства у студенческой молодежи. Исследования студенческой молодежи, проведенные ранее, также продемонстрировали, что ключевой для молодежи характеристикой рабочего места является достойная оплата [2]. В целом, можно отметить, что величина заработной платы выступает значимым предиктором трудового поведения людей, уже включенных в рынок труда [3]. В случае поиска работы после окончания вуза 52,6% студентов регионов Арктической зоны и Крайнего Севера в первую очередь обратили бы внимание на предлагаемую оплату труда, а 42,5% – на возможность карьерного роста, повышение квалификации, 33,6% – на режим труда (гибкий график, возможность работы удаленно) (рис. 3).

Другие параметры потенциальной работы оцениваются студентами несколько ниже. Вместе с тем можно обратить внимание, что по сравнению со студентами в целом по России, эти обстоятельства для студентов регионов Арктической зоны и Крайнего Севера несколько менее значимы. Для них же большее значение имеет наличие различных социальных гарантий («белая» заработная плата в полном объеме, оплачиваемый больничный лист и отпуск, социальный пакет). В этой связи вполне не случайно, что студенты регионов Арктической зоны и Крайнего Севера, определяя модель своей трудовой активности, чаще студентов в целом по России предпочитают «небольшой, но постоянный заработок и уверенность в завтрашнем дне» (41,7% против 35,7%).

Результаты исследования продемонстрировали, что студенты регионов Арктической зоны и Крайнего Севера чаще ориентированы на продолжение процесса обучения по окончании вуза. Они реже совмещают процесс обучения с работой. При выходе на рынок труда они больше предпочитают работать в бюджетной сфере в отличие от студентов в целом по России. При выборе места работы они большее внимание уделяют социальным гарантиям, которыми их может обеспечить место занятости.

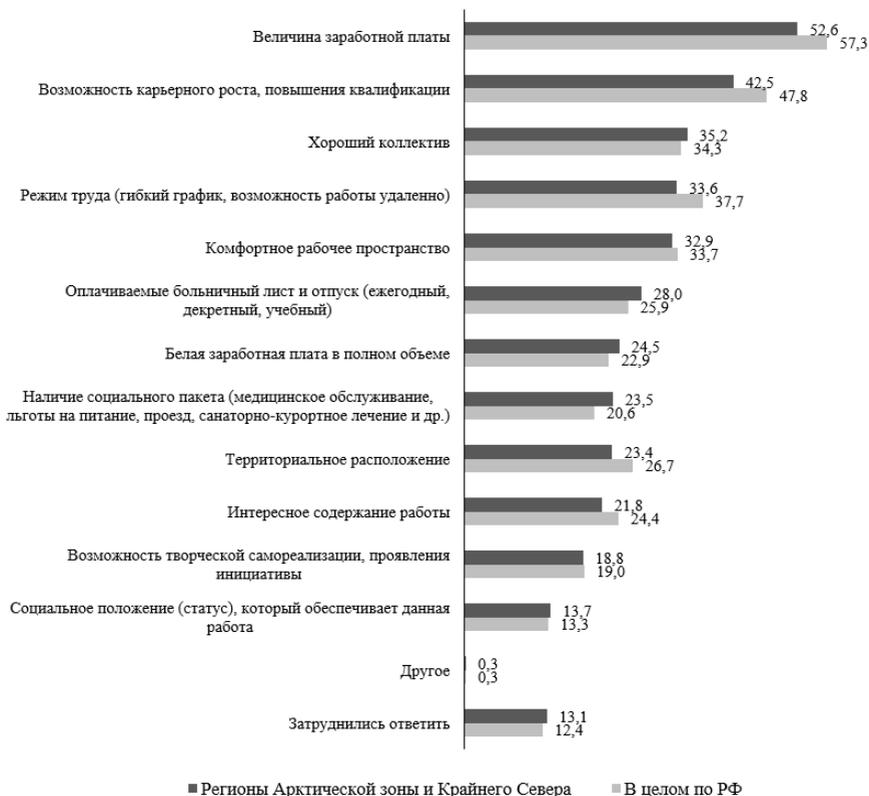


Рисунок 3 – Приоритетные для студентов обстоятельства выбора работы в случае ее поиска после окончания вуза (в % по каждой выделенной категории; сумма ответов не равна 100%, так как по методике опроса можно было выбрать до 5 вариантов)

## Литература

1. Выпускники высшего образования на российском рынке труда: тренды и вызовы [Текст]: докл. к XXIII Ясинской (Апрельской) междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества, Москва, 2022 г. / Н.К. Емелина, К.В. Рожкова, С.Ю. Роцин, С.А. Солнцев, П.В. Травкин; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2022. С. 160.

2. В НИУ ВШЭ выявили трудовые ценности нового поколения студентов вузов. НИУ ВШЭ. 29.07.2022. URL: <https://iq.hse.ru/news/707365573.html> (дата обращения: 03.07.2024).

3. Покида А.Н., Зыбуновская Н.В. Заработная плата как значимый предиктор трудового поведения работников // Социально-трудовые исследования. 2024. №1 (54). С. 83-98. DOI: 10.34022/2658-3712-2024-54-1-83-98.

\* \* \*

---

## СОЦИАЛЬНО ЗНАЧИМЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ У ЖИТЕЛЕЙ СЕВЕРА: МАРКЕРЫ РАННИХ ИЗМЕНЕНИЙ И ПРЕВЕНТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИЕТИЧЕСКИХ ДОБАВОК

---

*Лысенко Л.А.<sup>1</sup>, Мирская Т.А.<sup>1</sup>, Родионова В.В.<sup>1</sup>, Канцерова Н.П.<sup>1</sup>, Суховская И.В.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Центр медико-биологических исследований  
ФИЦ «Карельский научный центр РАН», Петрозаводск  
[l-lysenko@yandex.ru](mailto:l-lysenko@yandex.ru)

**Аннотация.** Ранние (доклинические) кардиометаболические нарушения, обнаруживаемые у условно здоровых жителей северного региона (Республики Карелия), лежат в основе развития ряда социально значимых заболеваний – артериальной гипертонии, сахарного диабета, нейродегенерации и других. Применяемый нами комплекс маркеров ранних изменений позволяет персонализированно оценить степень риска развития заболеваний и своевременно, на донозологическом этапе, дать рекомендации по модификации образа жизни, включая обогащение рациона питания природными биоактивными соединениями.

При рассмотрении общих черт здоровья популяции арктических и субарктических регионов, в частности Республики Карелия (РК), по территории которой проходит граница субарктической и арктической зон РФ, обращает на себя внимание более широкое распространение и ранний дебют неинфекционных социально значимых заболеваний и высокая частота инфекционных, особенно респираторно-вирусных, в срав-

нении с общероссийскими показателями [1, 2]. Особенно часты у жителей РК мультифакториальные неинфекционные заболевания (системы кровообращения, метаболические, аутоиммунные) и сопутствующие состояния (дислипидемия, толерантность к глюкозе, метаболический синдром и др.). Среди причин смертности в региональной популяции традиционно доминируют сердечнососудистые заболевания и новообразования [1]. Помимо указанных социально значимых заболеваний, с 2020 года дополнительным источником роста нетрудоспособности и убыли населения стала вспышка коронавирусной инфекции COVID-19, которая в 2021 году распространилась в РК настолько широко, что изменила структуру смертности, заняв среди ее причин второе место после сосудистых катастроф (инфарктов, инсультов) и потеснив новообразования [3].

Поскольку состояние здоровья зависит от многих факторов, включая генетическую предрасположенность и воздействие условий среды проживания и производственных факторов, уставить изолированный вклад каждого из них достаточно сложно. Северные регионы существенно различаются составом населения и представленностью коренных народов; так, население РК генетически разнородно и включает до 9% представителей коренных национальностей (карелов, финнов, вепсов), а основная его часть – некоренное, в первом-втором поколении рожденное на территории региона. Известно, что на жителей северных регионов негативно воздействует комплекс климатогеографических факторов, включая высокую вариабельность температурного и светового режимов, недостаточную инсоляцию, дефицит микроэлементов, локальные источники промышленного загрязнения и другие; при этом систематический анализ сведений о состоянии здоровья жителей региона при комплексном влиянии на них факторов среды, распространенности, особенностях течения маркерных для популяции заболеваний и возможных мерах здоровьесбережения в доступной литературе отсутствует.

В целях здоровьесбережения населения севера необходимо развитие ранней, в том числе донозологической, диагностики неинфекционных социально значимых заболеваний, позволяющей оценить уровень адаптационных возможностей организма, факторы риска и имеющийся дис-

баланс с целью принятия мер по предотвращению развития заболевания. Для этого необходима разработка комплекса клинико-диагностических тестов, характеризующих состояние защитных и гомеостатических систем организма, которые испытывают повышенную нагрузку (с риском дезадаптации) у жителей северных регионов в силу комплексного влияния на них факторов среды.

С этой целью нами проведена оценка практически значимых и кандидатных показателей (экспрессии генов, липидного профиля, содержания белков и метаболитов), характеризующих воспаление, окислительный (дис)баланс, иммунную и эндотелиальную (дис)функцию у условно здоровых жителей РК. В исследовании, путем оценки молекулярно-генетических и биохимических маркеров, была установлена распространенность ранних предпатологических проявлений, включающих дислипидемию (гиперхолестеринемию, повышенный уровень холестерина в составе липопротеинов низкой плотности, липопротеина(а); до 90% пациентов), низкоуровневое воспаление (повышение соотношения про- и противовоспалительных цитокинов), окислительный дисбаланс (сниженный антиоксидантный статус), иммунную и эндотелиальную дисфункцию (повышенный уровень С-реактивного белка, эндотелина-1 и др.), накопление необратимо модифицированных конечных продуктов (AGE, МДА, белковых карбониллов). Было показано, что защитные гомеостатические механизмы при действии воспалительных или дисметаболических сигналов могут либо ослабляться, либо, напротив, переключаться на «патологическую» активацию.

В целом, полученные нами данные соотносятся с современными представлениями о механизмах развития хронических социально значимых заболеваний человека. Подчеркивается универсальность их этиопатогенеза, заключающаяся в ассоциации хронического воспаления и нарушения метаболизма в клетках метаболически активных органов и тканей (гепатоцитах, адипоцитах,  $\beta$ -клетках поджелудочной железы, эндотелиоцитах) (рис. 1); суммарно эти два фактора описываются термином «метавоспаление» – метаболическое воспаление [5, 6].

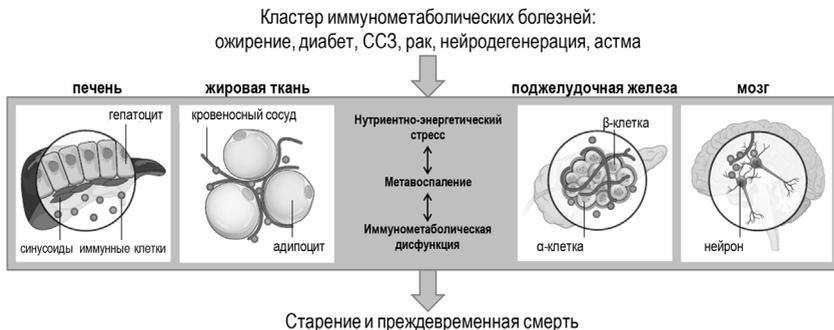


Рисунок 1 – Универсальные механизмы патогенеза иммунометаболических состояний и повреждаемые органы-мишени (адаптировано из [5])

При помощи инструментальных методов и оценки биохимических показателей у условно здоровых пациентов нами были обнаружены изменения функциональной активности и структурных свойств эндотелия – эндотелиальной выстилки сосудов – и отклонения в показателях, характеризующих риск развития кардиометаболических заболеваний. По современным данным [7], эндотелиальная дисфункция предшествует развитию широкого круга заболеваний и состояний иммуновоспалительной природы, включая диабет, артериальную гипертензию, хроническую болезнь почек, COVID-19, атеросклероз, метаболический синдром и др. Основными повреждающими эндотелий факторами признаны оксидативный стресс, метаболиты крови (например, хронически повышенный уровень глюкозы), конечные продукты обмена, выведение которых по ряду причин затруднено (мочевина, продукты глубокого гликирования, окисленные липопротеины низкой плотности и др.), провоспалительные агенты (цитокины и др.), аутоантитела к клеткам эндотелия, физическое перерастяжение вследствие повышенного кровяного давления [8].

Возникает вопрос, в какой мере установленные факторы риска развития заболеваний и отмечающиеся начальные признаки нарушения гомеостаза обратимы и связаны с составом рациона питания. Обогащение рациона питания природными биоактивными добавками может изменить ответные реакции организма на действие повреждающих факто-

ров, затрагивая базовые консервативные пути регуляции гомеостаза и сочетанной активации неспецифических защитных механизмов (рис. 2) [9]. Как показало проведенное нами на модельном объекте детальное исследование биологических активностей эталонного антиоксиданта, дигидрокверцетина [10], он оказывает стимулирующее действие на защитные механизмы – антиоксидантную систему, клеточное звено иммунитета, синтез биологически активных липидов, регуляторов фолдинга и качества клеточных белков и органелл, проницаемости биомембран, репрессорирующее – на гены клеточной пролиферации.



Рисунок 2 – Эффекты дигидрокверцетина на белковый, липидный и энергетический метаболизм, иммунитет, клеточные и молекулярные неспецифические защитные механизмы. Условные обозначения: = без изменений, ↑ повышение/ускорение, ↓ снижение/замедление, ТАГ – триацилглицерины, UPS – убиквитин-протеасомный протеолиз, GST – глутатион-S-трансфераза, GSH – восстановленный глутатион

Проведенное исследование вносит вклад в разработку донозологического подхода к здоровьесбережению человека. Ряд изученных показателей может быть использован для оценки уровня нагрузки на естественные адаптивные возможности организма, донозологической

диагностики имеющихся нарушений и рисков развития заболеваний, а на ранних стадиях заболеваний эти показатели могут использоваться как маркеры прогноза течения и тяжести заболевания. Помимо внедрения способов донозологической оценки рисков, потенциальным способом здоровьесбережения жителей северных регионов и повышения их устойчивости к влиянию факторов среды проживания могут стать биологически активные добавки, получаемые из регионального растительного сырья.

*Работа финансируется из средств государственного бюджета, выделенных КарНЦ РАН на выполнение темы FMEN-2022-0017.*

### **Литература**

1. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Республике Карелия в 2022 году: Государственный доклад. – Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Карелия. – Петрозаводск, 2023. – С. 171.
2. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2022 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2022. – С. 368.
3. Общие итоги естественного движения населения Республики Карелия за 2021 год: Доклад Карелиястат / Федеральная служба государственной статистики – доступ: [https://krl.gks.ru/storage/mediabank/70241\(1\).pdf](https://krl.gks.ru/storage/mediabank/70241(1).pdf)
4. Постановление Правительства Российской Федерации «Об утверждении перечня социально значимых заболеваний и перечня заболеваний, представляющих опасность для окружающих» от 1 декабря 2004 г. №715 (в ред. Постановлений Правительства РФ от 13.07.2012 №710, от 31.01.2020 №66) // электронный документ «Консультант Плюс», [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru), от 15.05.2020.
5. Hotamisligil G.S. Inflammation, metaflammation and immunometabolic disorders // Nature. 2017. V. 542(7640). P. 177-185.
6. Hotamisligil G.S. Foundations of immunometabolism and implications for metabolic health and disease // Immunity. 2017. V. 47 (3). P. 406-420.

7. Xu S., Ilyas I., Little P.J., Li H., Kamato D., Zheng X., Luo S., Li Z., Liu P., Han J., Harding I.C., Ebong E.E., Cameron S.J., Stewart A.G., Weng J. Endothelial dysfunction in atherosclerotic cardiovascular diseases and beyond: from mechanism to pharmacotherapies // *Pharmacol. Rev.* 2021. V. 73. P. 924-967.
8. Zheng D., Liu J., Piao H., et al. ROS-triggered endothelial cell death mechanisms: Focus on pyroptosis, parthanatos, and ferroptosis // *Front Immunol.* 2022. Vol. 13. P. 1039241. doi: 10.3389/fimmu.2022.1039241
9. Лысенко Л.А., Канцерова Н.П., Суховская И.В., Фокина Н.Н. Биодоступность и механизмы адаптогенного действия пищевой добавки на основе дигидрокверцетина // Биохимические научные чтения памяти академика РАН Е.А. Строева: сб. материалов всеросс. научно-практ. конф. с международ. участием, Рязань, 26-27 января 2022 г. / ред. кол.: И.В. Матвеева, Ю.В. Абаленихина, Ю.А. Марсянова. – Рязань: ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России, 2022. – С. 193-196.
10. Sukhovskaya I.V., Kantserova N.P., Lysenko L.A., and Morozov A.A. Taxifolin modulates transcriptomic response to heat stress in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* // *Animals.* 2022. V. 12(10). Art. 1321.

\* \* \*

---

## **РОЛЬ ЖИРОВОГО КОМПОНЕНТА В ОБЕСПЕЧЕНИИ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТСПОСОБНОСТИ ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ-ЖИТЕЛЕЙ СЕВЕРА**

---

Людинина А.Ю.<sup>1</sup>, Бушманова Е.А.<sup>1</sup>, Бойко Е.Р.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт физиологии ФИЦ Коми научного центра УрО РАН, Сыктывкар  
salu\_06@inbox.ru

**Аннотация.** Высокая аэробная работоспособность в видах спорта на выносливость связана с активной утилизацией жира в организме. Были обследованы высококвалифицированные лыжники-гонщики сборных команд Республики Коми и России (n=35). Проведен анализ фактическо-

го потребления жиров, оценен уровень содержания жира в организме и в плазме крови. При избыточном потреблении пищевых жиров наблюдался адекватный уровень липидов в плазме крови и жирового компонента в организме, что свидетельствует об активном участии жиров в поддержании высокой физической работоспособности высококвалифицированных спортсменов.

**Ключевые слова:** потребление жира, жировой компонент в организме, липиды крови, лыжники-гонщики.

**Введение.** Рациональное питание высококвалифицированных спортсменов является основой обеспечения высокой физической работоспособности и имеет приоритетное значение в повышении выносливости [1-3]. В целом, способы оптимизации углеводных (Угл) запасов организма достаточно хорошо изучены, и в настоящее время факты повышения выносливости и физической работоспособности спортсменов за счет Угл звена не вызывают сомнений [4, 5]. В то же время механизмы метаболизма жиров, как наиболее энергоемких молекул, получили высокий интерес со стороны ученых, тренеров и спортсменов только лишь в последнее время [4, 6-10]. Пищевые жиры являются энергоемким способом увеличения общей калорийности рациона во время интенсивных тренировок и соревнований, что помогает избежать развития относительного дефицита энергии среди лыжников-гонщиков [11]. При этом, их активное использование в метаболизме при физических нагрузках позволяет элитным спортсменам более экономно расходовать мышечный гликоген и тем самым отодвигать момент его истощения, повышая продолжительность выполнения нагрузки и развивая выносливость [4, 6].

Предполагается, что увеличение доли жирового компонента в организме указывает на низкую готовность спортсменов к выполнению интенсивной и высокообъемной тренировочной работы [11, 12]. В тоже время, высокая аэробная работоспособность связана с большей утилизацией жира в организме спортсменов [6]. Ранее нами показано, что общий вклад жиров в энергетическую структуру суточных рационов увеличен по сравнению с нормой на 12-14% при адекватном содержании жира в организме лыжников-гонщиков [2]. В связи с этим, целью работы был анализ фактического потребления жира и его содержания в организме и плазме крови спортсменов с разной квалификацией.

**Объекты и методы.** Обследованы юноши ( $n=18$ , 16-17 лет, I разряд, кандидаты в мастера спорта, КМС) и мужчины ( $n=17$ , 18-27 лет, мастера спорта, МС, мастера спорта международного класса, МСМК) – члены сборных команд Республики Коми и России по лыжным гонкам – в общеподготовительный (июнь, июль) период. В условиях стандартизированного питания изучали энергетическую ценность суточных рационов с оценкой макронутриентов спортсменов методом воспроизведения 24-часового питания с применением оригинальной разработанной компьютерной программы (ГР № 2009612762). Уровень липидов в плазме крови определяли с помощью газожидкостной хроматографии. Процентное содержание жира в организме определяли с помощью прибора BF302 (Omron, Япония). Проводимое исследование одобрено локальным комитетом по биоэтике при ИФ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, обследуемые дали информированное согласие на его проведение.

**Результаты и их обсуждение.** Средний рост и масса тела у обследованных лыжников-гонщиков были сопоставимы с данными литературы и рекомендациями ВНИИФК. Величина ИМТ составила  $22.0 \pm 0.2$  кг/м<sup>2</sup> в обеих группах спортсменов. Показатель процентного содержания жира у лыжников-гонщиков составил  $10.4 \pm 1.4\%$  (при норме ВНИИФК 8.4-9.6%). Величина жирового компонента в организме спортсменов с квалификацией МС составила  $9.1 \pm 1.7\%$  и была значимо ниже, чем у КМС –  $11.9 \pm 3.7\%$  ( $p=0.013$ ). Это вероятно связано с тем, что «жировой сдвиг» (высокая активность процессов липолиза, активизация окисления липидов) у более тренированных на выносливость спортсменов позволяет экономичнее расходовать мышечный гликоген а, следовательно, повышать продолжительность выполнения физических нагрузок [1].

Обнаружено превышение жирового компонента в пищевом рационе лыжников-гонщиков, особенно среди спортсменов с разрядом МС, которые потребляют жиры на 33% больше физиологической нормы. Испытуемые потребляют с пищей в среднем 1.7 г (КМС) и 2.1 г (МС) жира на кг массы тела, что также превышает нормативные показатели, принятые ВОЗ для людей с высокой физической активностью (0.8-1.5 г/кг массы тела). Кроме того, в недавнем исследовании [11] обнаружена сходная тенденция по превышению потребления пищевых жиров как в подготовительный, так и в соревновательный периоды годичного цикла.

Предыдущие наши результаты свидетельствуют о сопряжении содержания жира в организме лыжников-гонщиков и концентрации общих липидов в плазме крови в общеподготовительный период и об активации окисления среднецепочечных кислот при максимальных нагрузках аэробной и анаэробной направленности у спортсменов [7]. Установлено, что среди n-3 полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК),  $\alpha$ -линоленовая кислота обладает плейотропными эффектами, среди которых отмечено функционирование в качестве энергетического субстрата во время длительных физических нагрузок, когда запасы углеводов истощаются, что играет ключевую роль в развитии выносливости. Поэтому  $\alpha$ -линоленовая кислота может использоваться как нутритивная поддержка для повышения скорости окисления жиров (СОЖ) и аэробной работоспособности [9]. Кроме того, впервые продемонстрировано участие незаменимых n-3 ПНЖК в нитрит-нитратном пути синтеза оксида азота у высококвалифицированных лыжников-гонщиков: более высокое значение незаменимой эйкозапентаеновой кислоты способствует накоплению нитритов ( $\text{NO}_2$ ) в крови спортсменов, тем самым создавая условия для продукции/депо оксида азота. Более высокие уровни незаменимых n-3 ПНЖК в крови способствуют повышению уровня нитратов ( $\text{NO}_3$ ), а также регулируют запасы оксида азота (NO), что необходимо для поддержания сосудистого тонуса и в целом нормального функционирования сердечно-сосудистой системы у высококвалифицированных спортсменов [13].

**Заключение.** Таким образом, у высококвалифицированных лыжников-гонщиков в общеподготовительный период при избыточном потреблении пищевых жиров наблюдался адекватный уровень липидов в крови и процентного содержания жира в организме, что свидетельствует об активном участии жиров в поддержании высокой физической работоспособности спортсменов.

### Литература

1. Швеллнус М. Олимпийское руководство по спортивной медицине. Издательство: Практика, 2011. – С. 672.
2. Физиолого-биохимические механизмы обеспечения спортивной деятельности зимних циклических видов спорта / Отв. ред. Бойко Е.Р. – Сыктывкар: ООО «Коми республиканская типография», 2019. – С. 256.

3. Kerksick, C.M. ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations / C.M. Kerksick, C.D. Wilborn, M.D. Roberts, A. Smith-Ryan, S.M. Kleiner, R. Jäger, R. Collins, M. Cooke, J.N. Davis, E. Galvan, M. Greenwood, L.M. Lowery, R. Wildman, J. Antonio, R.B. Kreider // *J Int Soc Sports Nutr.* – 2018. – V. 15. – №1. – Article 38.
4. Brun, J.F. Beyond the Calorie Paradigm: Taking into Account in Practice the Balance of Fat and Carbohydrate Oxidation during Exercise? / J.F. Brun, J. Myzia, E. Varlet-Marie, E. Raynaud de Mauverger, J. Mercier // *Nutrients.* – 2022. – V. 14. – №8. – Article 1605.
5. Kettunen, O. Nutrition Knowledge Is Associated with Energy Availability and Carbohydrate Intake in Young Female Cross-Country Skiers / O. Kettunen, M. Heikkilä, V. Linnamo, J.K. Ihalainen // *Nutrients.* – 2021. – V. 13. – №6. – Article 1769.
6. Andersson Hall, A.U. Whole-body fat oxidation increases more by prior exercise than overnight fasting in elite endurance athletes / A.U. Andersson Hall, F. Edin, A. Pedersen, K. Madsen // *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* – 2016. – V. 41. – №4. – P. 430-437.
7. Lyudinina, A.Y. Priority use of medium-chain fatty acids during high-intensity exercise in cross-country skiers / A.Y. Lyudinina, G.E. Ivankova, E.R. Bojko // *Journal of the International Society of Sports Nutrition.* – 2018. – V. 15, №1. – Article 57.
8. Maunder, E. Contextualising Maximal Fat Oxidation During Exercise: Determinants and Normative Values / E. Maunder, D.J. Plews, A.E. Kilding // *Frontiers in Physiology.* – 2018. – V. 23. – №9. – Article 599.
9. Lyudinina A.Y. Dietary and plasma blood  $\alpha$ -linolenic acid as modulators of fat oxidation and predictors of aerobic performance / A.Y. Lyudinina, E.A. Bushmanova, N.G. Varlamova, E.R. Bojko // *Journal of the International Society of Sports Nutrition.* – 2020. – V. 17, №1. – Article 57.
10. Rømer T. The relationship between peak fat oxidation and prolonged double-pole endurance exercise performance / T. Rømer, M. Thunestvedt Hansen, J. Frandsen, S. Larsen, F. Dela, J. Wulff Helge // *Scand J Med Sci Sports.* – 2020. – V. 11. – P. 2044-2056.
11. Bushmanova E.A. The Prevalence of Low Energy Availability in Cross-Country Skiers during the Annual Cycle / E.A. Bushmanova, A.Y. Lyudinina, E.R. Bojko // *Nutrients.* – 2024. – V. 16. – 2279.

12. Bushmanova E.A. Rest Energy Expenditure and Energy Expenditure During Submaximal Exercise: New Approach to Assessment of Performance in Skiers / E.A. Bushmanova, A.Yu. Lyudinina // Human Physiology. – 2023. – V. 49, №5. – P. 538-544.

13. Lyudinina A.Y. n-3 Polyunsaturated Fatty Acids Are Associated with Stable Nitric Oxide Metabolites in Highly Trained Athletes / A.Y. Lyudinina, O.I. Parshukova, E.R. Bojko // Cells. – 2024. – V. 13, №13. – Article 1110.

\* \* \*

## **ФОРМИРОВАНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОТОКОВ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ОЛОВА В АРКТИЧЕСКИХ РАЙОНАХ ЯКУТИИ**

*Макаров В.Н.*

Институт мерзлотоведения СО РАН, Якутск

e-mail vnmakarov@mpi.ysn.ru

**Аннотация.** Анализируются результаты изучения техногенных гидрохимических потоков рассеяния возникающих при разработке рудных и россыпных месторождений олова в арктических районах Северо-Востока Якутии. За полярным кругом находится большинство крупных оловянных объектов: коренные (Депутатское, Дьяхтардахское, Кестер, Улахан-Эгеляхское, Чурпунья, Эге-Хая) и россыпные (Смольникова, Тасаппа, Тирехтах, Чокурдахская) месторождения. Отработка месторождений олова приводит к резкому изменению химического состава природных вод и формированию протяженных техногенных гидрохимических потоков, отрицательно влияющих на экосистемы. Загрязнение природных вод при отработке месторождений олова связано с аномальной концентрацией минеральных взвесей, сульфатов, водорода, Fe, Al, Mn, Cu, Zn, Pb, As, Hg.

В РФ олово входит в перечень стратегических видов минерального сырья и относится к полезным ископаемым первой группы, сырьевая база которых достаточна для обеспечения потребностей экономики [1].

Традиционно олово используется как безопасное, нетоксичное, коррозионностойкое покрытие в чистом виде или в сплавах с другими металлами. В последнее десятилетие олово стало востребованным индустрией высоких технологий и приобрело совершенно новые перспективы, связанные с ускоренным развитием производств электроники, электротехники, химии, сложного машиностроения. Расширяющийся спрос на продукцию IT-индустрии стал основным мотивом роста интереса к олову [2]. Очевидным следствием влияния фундаментальных факторов спроса и предложения стал непрерывный взрывной рост цен на олово, в мае 2024 г., превысивших отметку 33 тыс. \$/т.

В перспективе ожидается устойчивый рост спроса на металлическое олово. Его возможные темпы International Tin Association (ИТА) оценивает в 3-6% в год. Эксперты ИТА ожидают, что к 2025 г. на рынке олова сформируется дефицит в размере 30-40 тыс. т металла; в последующие годы он может увеличиться [3-4].

Растущий спрос на олово и рост цен на металл определяют перспективы возрождения оловодобывающей промышленности в РФ, в первую очередь на богатых месторождениях Якутии. Республика Саха (Якутия) располагает самой крупной и высококачественной сырьевой базой олова, доля которой составляет 36% от общероссийской [5].

Цель настоящей статьи обобщить и проанализировать имеющуюся информацию о техногенном воздействии отработки месторождений олова на формирование гидрохимических аномалий. Дать оценку вероятной геоэкологической опасности для водных систем при активной отработке месторождений олова в арктической зоне Якутии.

Оловодобывающая отрасль в арктической зоне Якутии характеризуется высокими запасами полезного ископаемого. Большинство крупных оловянных объектов Якутии, таких как коренные месторождения: Чурпунья, Депутатское, Дьяхтардахское, Эге-Хая, Кестер, Улахан-Эгеляхское и россыпных месторождения: Чокурдахская, Смольникова, Тасаппа, Тирехтях, располагаются за полярным кругом в экстремальных природных условиях. Резко-континентальный климат, скудная растительность, суровые слабо изученные мерзлотные и геоэкологические характеристики существенно затрудняют освоение минеральных ресурсов [6].

В настоящее время добыча олова в регионе прекращена по экономическим причинам. Однако растущий спрос и устойчивый рост мировых цен на олово определяет перспективы возрождения оловодобывающей промышленности в арктической зоне Якутии. При устойчивом росте мирового спроса на олово: цена на олово за последние десять лет на Лондонской бирже металлов (London Metal Exchange, LME) увеличилась с 24 818 \$/т до 33 046 \$/т (по состоянию на 13.05.2024), т.е. почти на 1/3, а средняя цена олова с 1 января 1993 по 13 мая 2024 возросла на 27 484 \$/т (на 598%): было 5 562, стало 33 046 \$/т.

В условиях быстрого истощения мировой сырьевой базы и высокой цены на олово возможен рост интереса к российским месторождениям олова со стороны зарубежных потребителей. Несмотря на сложные климатические и инфраструктурные условия, определенный инвестиционный интерес могут представлять крупные объекты (Депутатский, Тирехтях и др.) в границах Арктической зоны на севере Якутии.

Возрождение оловодобывающей промышленности в арктической зоне Якутии приведет к осложнению экологической ситуации в регионе. Для всех способов разработки месторождений олова в Северо-Янском оловоносном районе характерно воздействие на биосферу, затрагивающее практически все её элементы: водный и воздушный бассейны, землю, недра, растительный и животный мир.

Активизация физико-химических и биогеохимических процессов, связанная с поступлением в зону гипергенеза больших масс рудного, главным образом, сульфидного материала, тонкодисперсных льдистых отложений (ледового комплекса), приводит к формированию контрастных и протяженных геохимических аномалий в природных водах.

Гидрохимические аномалии отражают геохимические особенности оловорудных месторождений: касситерит-кварцевые (Sn, Mo, Zn, Cu, Pb, As,  $SO_4^{2-}$ ), касситерит-сульфидные (Sn, Bi, Sb, Ag, Mn, Zn, Cu, Pb, As,  $SO_4^{2-}$ ), редкометалльные (Sn, Li, As, Bi, Ag, Be, P).

Метаморфизованные техногенные воды с высоким содержанием токсичных элементов отрицательно влияют на санитарно-токсикологическое состояние водных систем. Концентрация ряда тяжелых металлов (Cu, Zn, Cr) в водотоках на участках горных работ может на 2-3 порядка

превышать рыбохозяйственные ПДК, что делает их непригодными для хозяйственного использования. Как правило, качественная и количественная трансформация водных систем, особенно химического состава воды, наблюдаются в непосредственной близости от зоны техногенеза (до 1-2 км), но типоморфные микроэлементы-загрязнители во взвешенной форме могут мигрировать на десятки километров [7].

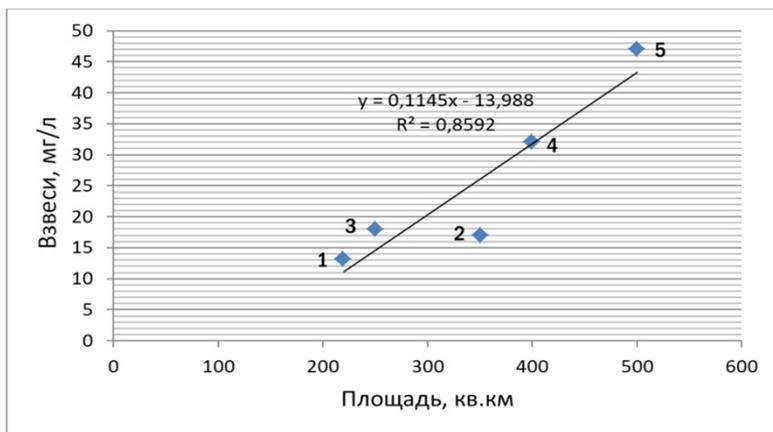


Рисунок 1 – Соотношение площади нарушенных земель и содержания минеральных взвесей в устьях рек дренирующих месторождения 1-5 – река (месторождение): 1 – Хаханнах (Озерный), 2 – Тенкели (Тенкели), 3 – Буор-Юрях (Суор), 4 – Силир (Смольникова), 5 – Артык (Крайний, Перевальный)

Возобновление активной добычи олова на рудных месторождениях и россыпях усилит техногенное давление на арктические экосистемы, в первую очередь на водные системы. Это обуславливает необходимость разработки и реализации системы природоохранных и компенсирующих мероприятий на основе имеющейся геохимической информации.

Таблица 1 – Классификация месторождений олова по степени экологического воздействия на водные системы

Экологическое воздействие	Минеральные взвеси		Природные воды		
	Резкое возрастание объема стока	Геохимические аномалии	Трансформация химического состава	Геохимические аномалии	Высокая кислотность
Весьма высокое	Тенкели, Суор, Смольникова, Озерный, Перевальный	Депутатский, Тенкели, Укачилкан	Депутатский, Дьяхтардах	Депутатский, Тенкели, Укачилкан	Депутатский, Дьяхтардах, Тасаппа, Мамонт
Высокое	Тасаппа, Мамонт	Омчиканья, Черпунья	-	Дьяхтардах, Тасаппа, Мамонт	-
Умеренное	Одинокое, Черпунья	Суор	Тенкели, Суор, Тирехтях, Дорожный, Силир, Крайний, Озерный, Перевальный	Озерный, Черпунья	Черпунья
Низкое	-	-	Одинокое, Черпунья	-	-

Важно соблюсти баланс между экологическими и экономическими интересами республики. Решение о будущем оловодобывающей отрасли должно быть принято с учетом информации о геокриологических и геоэкологических условиях Яно-Индибирской оловоносной провинции. Создание и реализация системы природоохранных и компенсирующих мероприятий, горноэкологического мониторинга, позволят проводить эффективную добычу олова с минимальным ущербом для северных геосистем и способствовать возрождению оловодобывающей отрасли республики.

*Исследования выполнены при поддержке комплексной программы фундаментальных научных исследований ИМЗ СО РАН (Проект СО РАН АААА-А20-120111690008-9).*

## Литература

1. Распоряжение Правительства РФ от 16.01.1996 №50-р <Об основных видах стратегического минерального сырья>.
2. Айкашев А.Н. Мировой рынок олова переживает ренессанс // Российский внешнеэкономический вестник №1 – 2014. С. 82-93.
3. Олово мира. Электронный ресурс. Дата обращения 07.05.24. Источник: <https://nedradv.ru/nedradv/ru/ratings?rubric=0a8b7ef8e482110b22e0685d6c3b1c93>
4. Перспективы добычи олова в России [электронный ресурс]: YkTiMES. RU / 26 января 2017. URL: <http://www.yktimes.ru> (дата обращения: 11.06.2017).
5. Состояние и пути повышения эффективности добычи олова в Республике Саха (Якутия). – Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН, 2000. – С. 100.
6. Шац М.М. Геокриологические и геоэкономические аспекты освоения месторождений олова Яно-Индигирская провинция (Якутия) // Маркшейдерия и Недропользование. №5(103) 2019 г. С. 3-8.
7. Макаров В.Н. Геохимические потоки рассеяния в Северо-Янском оловоносном районе // Мат. Всероссийского симпозиума «Минералогия и геохимия ландшафта горнорудных территорий» и IX Всероссийских чтений памяти академика А.Е. Ферсмана по проблеме «Современное минералообразование», 29.11-02.12.2010. – Чита, 2010. – С. 39-42.

\* \* \*

## **ОСОБЕННОСТИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ ЖИТЕЛЕЙ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА (НА МАТЕРИАЛАХ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ)**

---

*Максимов А.М., Чижова Л.А.*

Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики  
имени академика Н.П. Лавёрова Уральского отделения  
Российской академии наук (ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН), Архангельск  
[amm15nov@yandex.ru](mailto:amm15nov@yandex.ru); [chijova.mila@yandex.ru](mailto:chijova.mila@yandex.ru)

**Аннотация.** На основе массовых опросов, проведённых в 2023-2024 годах, рассматривается среднесрочная динамика экономического поведения населения Архангельской области. В структуре экономического поведения выделяется три компонента – потребительское, сберегательное и инвестиционное поведение, каждое из которых операционализировано посредством нескольких индикаторов. Выявлены устойчивые статистически значимые связи между особенностями экономического поведения и социальными характеристиками респондентов.

Определение векторов, механизмов и инструментов развития арктических территорий требует наряду с изучением макроэкономических процессов также и исследование микроэкономических сюжетов, связанных с динамикой экономического поведения домохозяйств [1, с. 426]. Согласно неоклассической концепции экономической науки под экономическим поведением населения понимается «...форма активности человека, его осознанная деятельность в воспроизводственной сфере, направленная на субъективную оптимизацию результатов (максимизацию ожидаемой полезности) вследствие соотнесения имеющихся предпочтений и ограниченных ресурсов с возможными вариантами их использования...» [2, с. 80]. При этом характеристики экономического поведения различаются не только в динамике, но и структурно – в связи с дифференциацией населения на группы, выделяемые по комплексу параметров (социально-демографических, культурных, имущественных, социально-профессиональных, поселенческих и т.д.) [3]. Кроме того, связь между элементами экономического поведения и социокультурными особенностями того или иного сообщества обосновывается в ряде отечественных работ и как таковая, без учета стратификации [4, 5]. Как следствие этих предварительных рассуждений, мы сформулировали в качестве цели нашего исследования следующее: 1) на материалах отдельного «арктического» региона (Архангельской области) показать среднесрочную динамику экономического поведения по конкретным показателям и 2) определить, какие из базовых социальных (в широком смысле слова) характеристик индивидов скоррелированы с теми или иными показателями экономического поведения.

Эмпирической базой исследования стали данных двух массовых выборочных опросов, проведенных в мае 2023 г. и мае 2024 г. соответственно. Объем выборок (n) составил 378 респондентов в случае первого опроса и 505 респондентов во втором опросе. Оба опроса проводились онлайн. Тип выборки – потоковая, квотная; квотирование проводилось по полу, возрасту и тип поселения (город / сельская местность).

В ходе анализа данных мы исходили из идеи, что экономическое поведение можно разложить на три содержательно разных компонента: потребительское, сберегательное и инвестиционное поведение [6, с. 125]. Следует отметить, что изучение структурных особенностей потребительского поведения –отдельная большая область исследований, которая уже дала свои научные плоды, обнаружив закономерности между денежными доходами и структурой потребления (в группах с более низкими доходами она более простая, с высокой долей расходов на товары повседневного спроса, коммунальные платежи и т.п.). В связи с этим фокус нашего интереса был смещен в сторону сберегательного и инвестиционного поведения, вследствие чего потребительское поведение исследовалось более поверхностно и было операционализировано посредством всего двух простых индикаторов: доля ежемесячных потребительских расходов от общего объема доходов и наличие / отсутствие ипотечного или потребительского кредита (предполагает дополнительный устойчивый элемент в структуре расходов, связанный с приобретением товаров длительного пользования, либо недвижимости). Сберегательное поведение оценивалось через уровень сбережений (5-ранговая шкала, производная от доли ежемесячных сбережений в объеме денежных средств, остающихся после регулярных потребительских расходов) и наличие у респондента сберегательного инструмента (банковского депозита). Инвестиционное поведение рассматривалось через показатели уровня инвестиций (5-ранговая шкала, производная от доли ежемесячных инвестиций в объеме денежных средств, остающихся после регулярных потребительских расходов), субъективной готовности к инвестированию (5-ранговая шкала – от готовности начать активно инвестировать по собственной инициативе до полного неприятия инвестиционного риска) и наличия у респондента инвестиционного инструмента (акций, облигаций или долей в ПИФ). Обобщенная социальная харак-

теристика респондента основывалась на следующих индикаторах: пол; возраст; тип поселения; количество несовершеннолетних детей; количество членов домохозяйства; интервальное значение среднедушевых доходов; оценка респондентом покупательной способности доходов домохозяйства; уровень генерализованного доверия (насколько респондент доверяет людям в целом); уровень религиозности; уровень образования.

На рисунке 1 отображена динамика потребительского поведения опрошенных. В период 2023-2024 гг. общая картина изменилась не существенно – более половины опрошенных направляют от 40 до 80% своих доходов на текущее потребление и ещё около четверти расходует на повседневные нужды практически все свои средства (более 80% доходов). Доля лиц, имеющих кредитные обязательства перед банками, за указанный период также фактически не изменилась (49,8% и 47,1% соответственно). Это свидетельствует об адаптации населения к изменениям экономической ситуации, вызванной внешними шоками 2022 г. – экономические процессы, политические решения и событийный фон последних двух лет уже не оказывает заметного влияния на потребление и кредитование жителей Архангельской области.

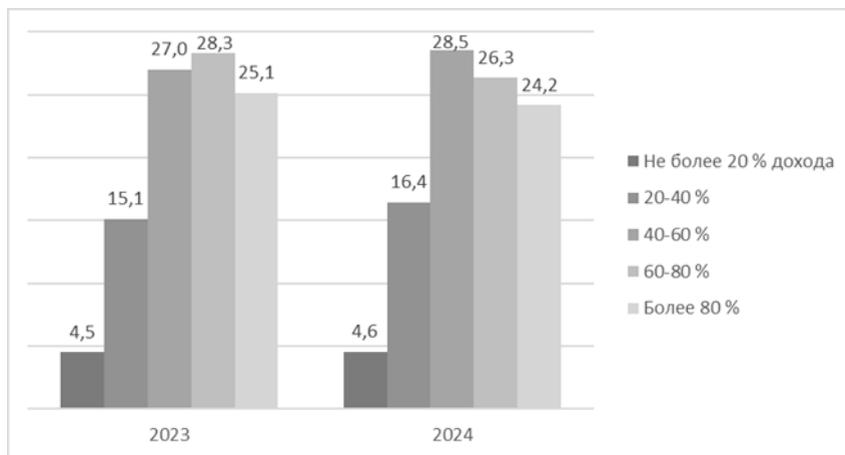


Рисунок 1 – Распределение ответов на вопрос «Какую долю своего ежемесячного дохода Вы тратили в течение последних 12 месяцев на необходимые товары и услуги», в %

Если обратиться к сберегательному и инвестиционному поведению, то, с одной стороны, мы видим их устойчивость по обобщенным показателям (см. рисунок 2) – уровень сбережений выше среднего (при этом в 2023 г. 47,9% опрошенных вообще не имели свободных средств для формирования накоплений и инвестиций, а в 2024 г. таковых было уже 35,4%), уровень инвестиций – низкий, готовность к инвестированию – умеренная.

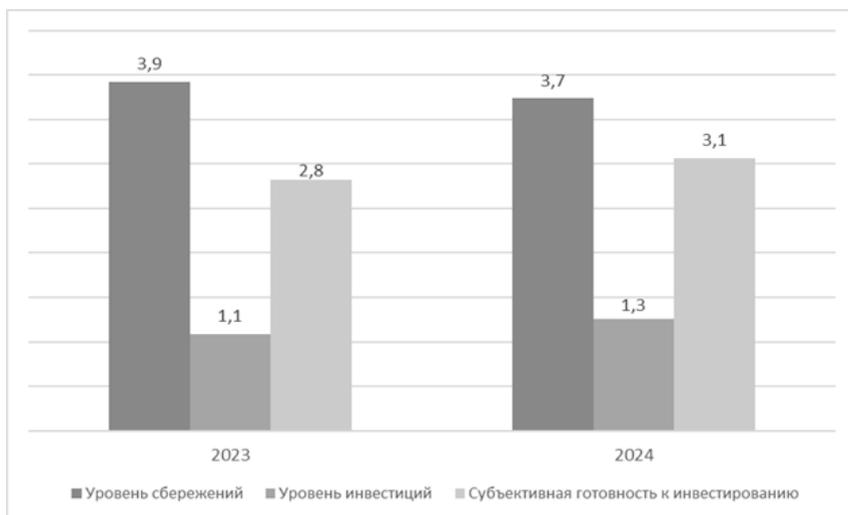


Рисунок 2 – Индексные значения по отдельным показателям сберегательного и инвестиционного поведения, средний ранг

С другой стороны, показатели по конкретным инструментам для сбережения и инвестирования демонстрируют заметный рост (см. рисунок 3). Очевидно, что это связано с общим увеличением доли жителей Архангельской области, которые формируют накопления / инвестируют. Последнее может быть объяснено как ростом доходов населения в течение последних двух лет, так и желанием граждан иметь некоторую дополнительную доходность, которая бы защитила их средства от растущей инфляции.

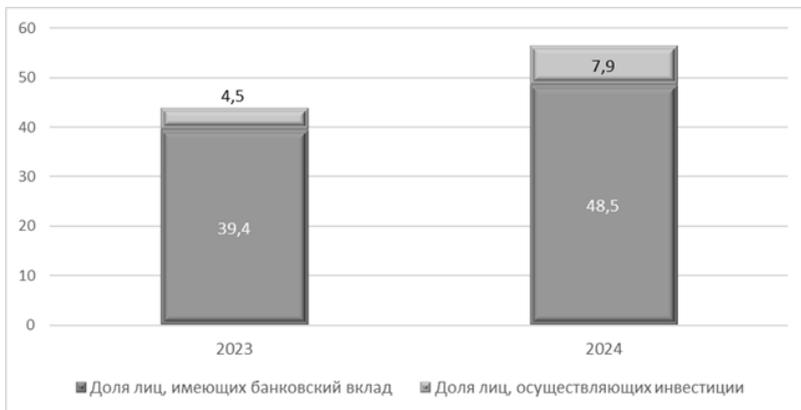


Рисунок 3 – Доли опрошенных, имеющих вклад (депозит) в банке и пользующихся биржевыми инвестиционными инструментами (акции, облигации, ПИФ)

Теперь обратимся ко второй части нашего анализа. Из таблицы видно, что все обнаруженные корреляции демонстрируют слабую связь между показателями экономического поведения и социальными характеристиками респондентов. Для всех компонентов экономического поведения выявлены корреляции с полом (женщины немного более склонны к сбережениям, а мужчины – к инвестициям), возрастом (чем выше возраст, тем меньше готовность к инвестированию и немного выше склонность к сбережениям), среднедушевыми доходами семьи и оценкой их покупательной способности (чем выше доход, тем более выражено инвестиционное поведение и менее выражено потребительское и сберегательное). Корреляции между сберегательным и инвестиционным компонентами экономического поведения наблюдается с типом поселения (в более урбанизированных поселениях более выражено инвестиционное поведение, в сельской местности – сберегательное). Также имеется некоторая связь готовности к инвестированию с уровнями генерализованного доверия (прямая корреляция) и религиозности (более светские люди немного больше готовы инвестировать). Объяснение обнаруженных связей, которые не были изначально очевидными, требует дальнейших исследований, сочетающих количественные и качественные методы.

Таблица – Корреляции между индикаторами экономического поведения и социальными индикаторами респондентов (2024 г.; \* – корреляция значима на уровне 0.05, \*\* – корреляция значима на уровне 0.01)

Социальные характеристики респондентов	Корреляция (р Спирмена)	Доля ежемесячного дохода, которая идет на потребление	Уровень сбережений	Уровень инвестиций	Готовность к инвестированию
Пол	Коэф.	,113*	,153**	-,153**	-,182**
	Знач. <sup>1</sup>	,011	,006	,006	,000
Возраст	Коэф.	,096*	,163**	-,163**	-,365**
	Знач.	,031	,003	,003	,000
Тип населённого пункта	Коэф.	,042	,127*	-,127*	-,100*
	Знач.	,345	,022	,022	,025
Количество несовершеннолетних детей	Коэф.	,029	-,020	,020	-,037
	Знач.	,516	,717	,717	,407
Количество членов домохозяйства	Коэф.	,036	-,023	,023	,025
	Знач.	,417	,684	,684	,572
Среднедушевой ежемесячный доход семьи	Коэф.	-,190**	-,273**	,273**	,210**
	Знач.	,000	,000	,000	,000
Оценка покупательной способности доходов	Коэф.	-,231**	-,195**	,195**	,202**
	Знач.	,000	,000	,000	,000
Уровень генерализованного доверия	Коэф.	,023	,021	-,021	,134**
	Знач.	,609	,708	,708	,002
Уровень религиозности	Коэф.	-,072	-,072	,072	,147**
	Знач.	,105	,192	,192	,001
Уровень образования	Коэф.	,045	-,037	,037	,084
	Знач.	,308	,507	,507	,060

*Материал подготовлен в рамках государственного задания по теме НИР «Трансформация социокультурного пространства регионов Арктической зоны Российской Федерации в современных условиях» № гос. регистрации 122012100405-4.*

### Литература

1. Яковлева О.К. Территориальное социально-экономическое поведение в русле проблемы взаимодействия общества и физического пространства // Вестник Пермского университета. Философия. Психология. Социология. 2019. Вып. 3 (3). С. 421-428.

2. Белехова Г.В. Экономическое поведение населения: осмысление категории // Проблемы развития территории. 2018. №5 (97). С. 68-83.
3. Ласточкина М.А. Социокультурные типы населения региона // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2012. №4 (22). С. 116-124.
4. Золотухин В.М. Социально-философский и культурологический аспекты экономического поведения в российской ментальности // Вестник Кемеровского государственного университета культуры и искусств. 2018. №43. С. 36-42.
5. Золотухин В.М., Семина Д.И., Семина М.И. Социокультурный и аксиологический аспекты экономического поведения человека и реализация его потребностей // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Гуманитарные и общественные науки. 2020. Т. 4. №1. С. 47-52.
6. Тутыгин А.Г., Чижова Л.А. Индикаторы экономического поведения и ценностные ориентации населения // Фундаментальные исследования. 2020. №7. С. 120-128.

\* \* \*

## СЕВЕРО-ВОСТОК РОССИИ – ПРИРОДНЫЙ КОЛЛАЙДЕР КРИОЛИТОЗОНЫ

*Максимов Т.Х.*

Институт биологических проблем криолиотзоны СО РАН – обособленное подразделение ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН», Якутск  
tcmx@mail.ru

**Аннотация.** Будут представлены результаты многолетних исследований по междисциплинарному изучению изменения климата в условиях глобального потепления и усиления антропогенного пресса в конце XX – начале XXI века в криолитозоне, охватывающей почти 60-65% территории Российской Федерации.

Исследованы климатические и биогеохимические особенности репрезентативных мерзлотных экосистем северо-востока России, оценено состояние природной среды, выявлен характер взаимодействия всех ее частей (атмосферы, биосферы, гидросферы, криолитосферы), их влияния на биоразнообразие для осуществления прогноза возможных направлений и последствий глобальных изменений природной среды, а также для решения задач кратковременного мониторинга различных аспектов жизнедеятельности человека. Разработана система комплексного трансектного (горизонтального и вертикального) мониторинга на северо-востоке России, проведены на этой основе сравнительные исследования по изучению закономерностей и прогноза изменения природной среды северных регионов планеты. Создана сеть международных научных станций SakhaFluxNet (четыре научные станции «Спасская падь», «Эльгээйи», «Чокурдах» и «Кодак») в мерзлотных лесных, тундровых и лесотундровых экосистемах на Северо-Востоке России не имеющая мирового аналога по объему изучаемых параметров и инструментальному обеспечению.

В связи с потеплением климата на Севере, нами выявлены новые виды насекомых и грибов – симбионтов, отмечено смещение ареала распространения южных видов растений с C4-типом фиксации углерода на север – отмечена трансгрессия природно-климатических зон на Северо-востоке России

Показано, что в первой декаде 21 века вся территория Российской Федерации была значительным стоком углерода, оцениваемым в 0,7 млрд. т С год<sup>-1</sup> из них 90-95% приходится на лесные экосистемы. В мерзлотных лесах криолитозоны заметно преобладает сток углерода, по сравнению с пятью исследованными биомами России. Здесь он больше, чем в лугах и тундрах России в среднем в 1,5 и 4,5 раза, соответственно.

Установлено, что годовой сток углерода в репрезентативном мерзлотном лиственничном лесу Центральной Якутии составляет  $2,12 \pm 0,34$  т С га<sup>-1</sup> год<sup>-1</sup>, в мерзлотных лиственничных лесах Юго-Восточной Якутии –  $2,43 \pm 0,23$  т С га<sup>-1</sup> год<sup>-1</sup>, а в тундровой зоне –  $0,75 \pm 0,14$  т С га<sup>-1</sup> год<sup>-1</sup>.

Многолетний анализ NEE показывает тенденцию повышения годового стока углерода в тундровой зоне, и наоборот, снижение в мерзлотных лесных экосистемах Якутии в связи с экспансией видов в тундре, возрастными изменениями и отпадом древесных растений, деградацией многолетней мерзлоты в условиях потепления климата.

Нами проанализированы данные 143 едди-ковариационных исследований потока метана и метеорологические данные 79 научных станций во всем мире. Установлено, что годовые потоки метана умеренных и субтропических участков были значительно выше, чем для северных –  $8,7 \pm 5,0$ ,  $29,7 \pm 25,2$ ,  $40,1 \pm 14,6$  и  $24,5 \pm 20,7$  г С м<sup>-2</sup> год<sup>-1</sup> для северных, умеренных, субтропических и тропических регионов соответственно.

На основе изучения 899 видов растений со 100 участков (от Арктики до тропиков) нами создана глобальная база данных по составляющим углекислотного газообмена растений разных функциональных групп. Показано, что фотосинтетическая деятельность и темновые дыхательные затраты растений были в три раза выше у СЗ-травянистых растений в Арктике, чем в тропиках, и в два раза выше на сухих участках по сравнению с влажными местообитаниями при стандартной температуре в 25°C.

Составлены схематические модели годового бюджета углерода и воды экосистем криолитозоны, которые свидетельствуют в пользу возрастающего дефицита влаги в условиях потепления мерзлотных почв и расхода запасенной в них влаги. Учитывая значительное уменьшение аккумуляции углекислоты в засушливые и увлажненные годы, повышенную частоту лесных пожаров и площади увеличения перестойных лесов можно с большой уверенностью говорить о существенном изменении баланса в круговороте углерода и воды в мерзлотных экосистемах при прогнозируемом потеплении климата

Главенствующим фактором повышения продуктивности лесов криолитозоны при потеплении климата будет направленность педотурбационных процессов, напрямую воздействующих на круговорот основных органических веществ в экосистеме. Продукционный процесс якутских популяций деревьев в условиях потепления климата будет в основном лимитирован эндогенными факторами – устьичной проводимостью, а также экзогенными – обеспеченностью растений влагой и минеральными органическими веществами, особенно азотом.

При управляемом и правильном землепользовании обширная территория Республики Саха (Якутия) может претендовать на роль национального донора углеродных единиц России. Для чего, имеются положительные предпосылки, связанные с наличием обширной репрезентативной мерзлотной природной территории, малозаселенного, со

слаборазвитой промышленностью с низкими выбросами парниковых газов в атмосферу. Регион также может служить эталоном для глобального экологического мониторинга углерода.

Для увеличения поглотительной способности углерода экосистем России и снижения деградации многолетней мерзлоты следует пересмотреть правила по землепользованию в криолитозоне, разработать новые сельскохозяйственные, лесотехнические и лесовосстановительные технологии применимые для зоны многолетней мерзлоты.

Благодаря многолетним исследованиям, в настоящее время, мы находимся на грани выявления тенденций масштабов изменения экосистем криолитозоны, а дальнейшее продолжение мониторинговых исследований даст возможность близко подойти к вопросам прогноза и оценки изменения мерзлотных экосистем, деградации многолетнемерзлых грунтов и смягчения криогенных процессов в России.

В конечном счете, легкоранимые мерзлотные экосистемы Арктики и Субарктики Якутии должны быть выведены в устойчивое русло развития в соответствии с функционированием социальной, экономической и экологической систем.

\* \* \*

## МОЛЕКУЛЯРНАЯ ДИАГНОСТИКА ИНСЕКТИЦИДНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ К ПИРЕТРОИДАМ И ФОС У НАСЕКОМЫХ

*Мельничук А.Д.<sup>1</sup>, Маслакова К.Ю.<sup>2</sup>*

<sup>1,2</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной энтомологии и арахнологии – филиал ТюмНЦ СО РАН ФИЦ, Тюмень  
melnichukad1999@gmail.com

**Аннотация.** С целью сокращения численности насекомых и поддержания ветеринарного благополучия, сельскохозяйственные предприятия активно используют инсектициды. Наиболее широкое применение характерно для ФОС и пиретроидов. Систематические обработки животных и помещений приводят к формированию инсектицидной рези-

стентности и появлению устойчивых популяций насекомых. В данной работе представлены результаты выявления мутаций, ассоциированных с устойчивостью к ФОС и пиретроидам, методом ПЦР-ПДРФ на примере 3-х природных популяций *Musca domestica* L.

Значимым фактором в распространении различных заболеваний человека и животных являются насекомые [1, 2], включая синантропных и зоофильных мух, в числе которых комнатная муха *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). На настоящий момент существует множество различных методов борьбы с вредными насекомыми, однако химический метод, основанный на использовании синтетических инсектицидных средств, остается повсеместно применяемым. Для дезинсекции животноводческих помещений как в России, так и за рубежом наиболее часто используют синтетические пиретроиды, неоникотиноиды, ФОС (фосфорорганические соединения) и карбаматы [3, 4].

Установление механизмов, лежащих в основе инсектицидной резистентности, и оценка потенциала ее формирования имеют важное значение для обоснованного выбора инсектицидных средств и разработки схемы их применения. Сегодня полиморфизм длин рестрикционных фрагментов (ПЦР-ПДРФ) является актуальным и доступным среди молекулярных методов выявления мутаций, ассоциированных с инсектицидной устойчивостью [5]. В России для выявления устойчивых популяций насекомых в основном применяют биохимические и токсикологические методы анализа [6, 7, 8], исследований с применением молекулярных методов, в частности, ПЦР-ПДРФ анализа практически нет. В работе проведена апробация методики и представлены результаты выявления мутаций в генах *CYP* (цитохром P450 монооксигеназ), *Vssc*, *Ace-2*, участвующих в развитии инсектицидной резистентности к пиретроидам и ФОС на примере 3-х природных популяций *M. domestica*.

Популяции комнатной мухи были собраны в 2021-2023 гг. в животноводческих помещениях Тюменской области: Nov (56.53700°, 65.24238°), Cha (56.781583°, 65.96014°), Nik (55.55352°, 70.62864°). ДНК выделяли из имаго мух методом щелочного лизиса [9]. Процесс амплификации выполняли на приборе GeneExplorer GE-96G (Bioer, Китай) с использованием индивидуальной пары праймеров и температуры отжига для

каждого гена (Таблица). Ферменты рестрикции с условиями реакции также указаны в Таблице. Рестриктаза Sse9I в случае наличия мутации L1014F разрезает ампликон 156 п.н. на 2 фрагмента – 96 и 60 п.н. Мутация L1014H выявляется с помощью фермента Fat I, который при наличии мутации разрезает ампликон 220 п.н. на фрагменты размером 170 и 50 п.н. Рестриктаза Mh1 I не имеет сайтов рестрикции для мутаций G342A и G342V, и разрезает только дикий генотип на 2 фрагмента – 361 и 248 п.н. Фермент Aco I распознает наличие мутации G342A и разрезает ампликон на два аналогичных Mh1 I фрагмента [5]. Резистентный аллель *CYP6D1v1* выявляется с помощью фермента Hpy 188III – фрагменты длиной 432 п.н. и 279 п.н. будут характерны для генотипа дикого типа, а 732 п.н. – несущего мутацию [10]. Визуализацию результатов рестрикции осуществляли при помощи 2% агарозного гель-электрофореза с окрашиванием геля бромистым этидием.

Таблица – Условия проведения ПЦР-ПДРФ анализа

Ген	Праймеры 5' – 3'	Температура отжига, °С	Длина ампликона, п.н.	Рестриктаза	Мутация	Условия рестрикции
Vssc	P1. GTGCTGTGCGGAGAGTGG P2. GAAGCCTCCATCCTGGGAG	60	156	Sse9I	L1014F	3 ч – 55 °С; 20 мин – 65 °С
	P3. AGCTGTATACCCTTCTTCT P4. CGAAGTTGGACAAAAGCAAA	51	220	Fat I	L1014H	
CYP6D1	S35. AGCTGACGAAATTGATCAATCAGT AS 2. CATTGGATCATTTTCTCATC	59	732-711	Hpy 188III	CYP6D1v	1 ч – 37 °С; 20 мин – 65 °С
Ace	Ace F. CGGTGCATTTGGGTTTCTAC Ace R. CGTAACCGCTAAGATCTGCTG	57	609	Mh1 I	G342	3 ч – 37 °С; 20 мин -80 °С
				Aco I	G342A	3 ч – 37 °С; 20 мин – 65 °С

В ходе исследования выявлены мутации L1014F, G342A, G342V в гомо- и гетерозиготном состояниях. Мутация L1014F была обнаружена у всех исследованных популяций. В популяции Nov и Cha доля особей с мутацией составила 70% с частотой аллеля F – 55% и 50% соответственно. В популяции Nik выявлена у 40% особей с 30% частотой резистентного аллеля. Мутации G342A и G342V, ассоциированные с раз-

вителием резистентности к ФОС, выявлены в популяции Nik у 10% и 40% особей соответственно с частотой аллеля А – 5% и аллеля V – 25%. В популяции Cha была обнаружена мутация G342A у 60% особей с частотой встречаемости аллеля – 30%.

Таким образом, ПЦР-ПДРФ анализ позволил выявить присутствие аллеля kdr (L1014F), ответственного за формирование устойчивости к пиретроидам, и аллелей G342A/V, связанных с устойчивостью к ФОС у особей соответственно трех и двух природных популяций *M. domestica* Тюменской области. Полученные результаты свидетельствуют о потенциале формирования устойчивости к пиретроидам и ФОС в исследованных популяциях и подтверждают, что для наиболее эффективного и рационального использования существующих препаратов необходимо учитывать резистентный профиль популяций насекомых.

Использование молекулярных методов позволяет с высокой специфичностью и чувствительностью выявить формирование резистентных популяций насекомых. Секвенирование и ПЦР-ПДРФ активно применяются за рубежом для выявления генотипов, ассоциированных с инсектицидной устойчивостью. При этом секвенирование – это дорогостоящий анализ, который доступен не всем научным лабораториям. Представленный в работе метод молекулярной диагностики может быть рекомендован для изучения развития резистентности у *M. domestica* к пиретроидам и ФОС в различных регионах России, в том числе, в Арктических зонах. Праймеры и рестриктазы были подобраны для конкретного модельного объекта, однако анализ ПЦР-ПДРФ также подходит для изучения устойчивости к инсектицидам и у других видов насекомых, имеющих ветеринарное значение.

*Работа выполнена Всероссийским научно-исследовательским институтом ветеринарной энтомологии и арахнологии ТюмНЦ СО РАН в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема №FWRZ-2022-0022).*

### Литература

1. Домацкий В.Н., Фёдорова О.А., Сибен А.Н. Эпизоотологическое и эпидемиологическое значение кровососущих двукрылых насекомых в условиях Крайнего Севера (обзор) // Российский паразитологический журнал. 2018. Т. 12. №4. С. 73-76.

2. Давлианидзе Т.А., Еремина О.Ю. Санитарно-эпидемиологическое значение и резистентность к инсектицидам природных популяций комнатной мухи *Musca domestica* // Вестник защиты растений. 2021. Т. 104. №2. С. 72-86.
3. Давлианидзе Т.А., Еремина О.Ю., Олифер В.В. Резистентность к инсектицидам комнатной мухи *Musca domestica* в центре европейской части России // Вестник защиты растений. 2022. Т. 105. №3. С. 114-121.
4. Geden C.J., Nayduch D., Scott J.G., Burgess E.R., Gerry A.C., Kaufman P.E., Thomson J., Pickens V., Machtinger E.T. House Fly (Diptera: Muscidae): Biology, Pest Status, Current Management Prospects, and Research Needs // Journal of Integrated Pest Management. 2021. Vol. 12(1).
5. Qiu X., Pan J., Li M., Li Y. PCR-RFLP methods for detection of insecticide resistance-associated mutations in the housefly (*Musca domestica*) // Pesticide Biochemistry and Physiology. 2012. Vol. 104(3). P. 201-205.
6. Леонова И.Н., Слынько Н.М. Применение токсикологических методов в изучении механизмов резистентности к инсектицидам у насекомых // Агрехимия. 1988. №8. С. 130-140.
7. Соколянская М.П. Токсикологическая и биохимическая характеристика процесса формирования резистентности у комнатной (*Musca domestica* L.) мухи к современным инсектицидам: дис. канд. биол. наук: 03.00.09 / М.П. Соколянская. – Уфа, 2007. – С. 145.
8. Левченко М.А., Силиванова Е.А., Плашкина В.А., Шумилова П.А. Резистентность природных популяций *Musca domestica* L. к современным инсектицидам // Российский журнал проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. 2019. Т. 4. №32. С. 407-412.
9. Bender W., Spierer P., Hogness D.S., Chambon P. Chromosomal walking and jumping to isolate DNA from the Ace and rosy loci and the bithorax complex in *Drosophila melanogaster* // Journal of Molecular Biology. 1983. Vol. 168(1). P. 17-33.
10. Rinkevich F.D., Zhang L., Hamm R.L., Brady S.G., Lazzaro B.P., Scott J.G.
11. Frequencies of the pyrethroid resistance alleles of Vssc1 and CYP6D1 in house flies from the eastern United States // Insect Molecular Biology. 2006. Vol. 15(2). P. 157-167.

## ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ И КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ТЕЛА У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ ЯКУТИИ

Михайлова Г.П.<sup>1</sup>, Лебедева У.М.<sup>2</sup>, Баппагай Э.В.<sup>1</sup>, Федоров А.И.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН», Якутск

<sup>2</sup>Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, Якутск  
migalpro@mail.ru

**Аннотация.** В статье представлены результаты одномоментного эпидемиологического исследования по оценке фактического питания и пищевых привычек, а также, компонентного состава тела у детей и подростков Республики Саха (Якутия). Актуальность проведения таких исследований обусловлена стремительным ростом алиментарно-зависимых заболеваний у детей и подростков в виде избытка или дефицита массы тела [1, 2, 4] и позволяет своевременно и целенаправленно выявлять преморбидные состояния у подрастающего поколения и находить стратегии профилактики заболеваний.

**Целью** исследования является оценка фактического питания и определение компонентного состава тела для выявления алиментарно-обусловленных рисков здоровью и разработка научно-обоснованных рекомендаций по оптимизации структуры питания и нормализации нутритивного статуса у детей и подростков Якутии.

**Материал и методы.** В исследовании приняли участие 401 респондентов разных возрастных групп школьного возраста (7-10 лет, 11-14 лет, 15-18 лет), проживающих в Республике Саха (Якутия). Оценка питания проводилась с использованием метода оценки частоты потребляемой пищи и метода пищевого анамнеза, которые позволяют оценить питание за выбранный промежуток времени и основаны на оценке частоты потребления конкретных пищевых продуктов и блюд, указанных в вопросе и предназначены для получения качественной описательной информации о типичном характере питания респондента. Исследование по биоимпедансометрии проводилось с использованием портативного

анализатора компонентного состава тела для диагностики и мониторинга InBody S10. Прибор позволяет определить измеряемые параметры: анализ состава тела, такие как жировая, безжировая, клеточная, скелетно-мышечная масса, объём и распределение воды в организме. Также с помощью такого исследования можно выяснить, как соотносятся объёмы костной и мышечной ткани в теле, и как происходит процесс метаболизма. Данный метод позволяет не только определить компонентный состав тела, но и пищевой статус обследуемых [3]. Накопление, корректировка, систематизация исходной информации и визуализация полученных результатов осуществлялись в электронных таблицах Microsoft Office Excel 2016. Статистический анализ проводился с использованием программы IBM SPSS Statistics v.23 (разработчик – IBM Corporation). Номинальные данные описывались с указанием абсолютных значений и процентных долей.

Исследование проведено с соблюдением правил биоэтики после получения информированного согласия в соответствии с положительным заключением Локального этического комитета ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН».

**Результаты.** В целях диагностики и профилактики расстройств пищевого поведения необходимо не только исследовать тенденции питания респондентов, но и проводить анализ компонентного состава их тела. Антропометрические исследования и биоимпедансный анализ имеют особое значение, так как позволяют своевременно точно и безопасно оценить абсолютные и относительные значения базовых параметров тела: мышечной массы, жировой ткани и воды, тем самым определяют резервные возможности организма и риски развития ряда заболеваний.

По данным настоящего исследования индекс массы тела (далее – ИМТ) соответствует норме у 66%, выше нормы – у 29%, ниже нормы – у 5% респондентов. Нормальная величина общей воды в организме выявлено у 61%, ниже нормы – у 29%, выше нормы – у 10% обследованных детей. Содержание жировой массы в норме составляла у 45%, ниже нормы – у 21%, выше нормы – у 34% обследуемых. Нормальная величина мышечной массы определяется у 54,4%, ниже нормы – у 30%, выше нормы – у 15,6% детей. Значение костной массы в норме соответствовало у 61% обследуемых, ниже нормы – у 11% и выше нормы

– у 28% детей. При сравнении вышеуказанных показателей между респондентами коренной и некоренной национальности выявлены, что у коренных, по сравнению с некоренными, значение общей воды организма ниже (25,396), а содержание жировой массы (12,071), минеральной массы (2,0321) и индекса массы тела (19,643) выше.

В исследованиях по оценке фактического питания использовали метод оценки отдельных пищевых веществ, который направлен на фокусное изучение конкретных привычек питания, характеризующих типичное пищевое поведение респондента и являющихся приоритетными в данном случае для коррекции рациона. Такие скрининг-тесты для быстрой оценки ситуации необходимы при формировании научно-обоснованных рекомендаций с учетом региональных особенностей для респондента.

Таким образом, по данным исследования, из общего числа обследованных детей с нормальным значением ИМТ у 44,8% обследованных не бывает перерывов в приеме пищи на 5-6 часов и более и только 39,3% детей потребляют свежие фрукты, овощи, соки ежедневно.

45,4% детей с завышенным ИМТ ужинают за 2 часа и менее до сна, 53% употребляют часто острые, соленые, жирные блюда (3 раза в неделю и чаще), 26,5% часто употребляют копченую и консервированную еду.

Нами выявлено, что дети с нормальным значением общей воды в организме (далее – ОВО) в 74,6% случаях не употребляют копченую и консервированную еду, в 40,1% – ежедневно употребляют свежие фрукты, овощи, соки, в 50,6% – никогда не досаливают пищу за столом, в 28,1% – при выборе напитков пьют воду. Дети с завышенным значением воды в организме в 50% случаях добавляют соль, если посчитают, что недостаточно вложено, в 48,6% случаях – несколько раз в неделю и 25,7% – ежедневно употребляют газированные напитки.

У 52,6% детей с завышенным значением жировой массы (далее – ЖМ) бывают перерывы в приеме пищи на 5-6 часов и более, 48,9% ужинают за 2 часа до сна и менее, 51,5% – часто употребляют в пищу острые, соленые, жирные блюда, 70,2% завтракают дома перед школой.

78,9% детей с нормальным значением ЖМ воздерживаются от частого употребления в пищу копченой и консервированной еды, 42,6%

употребляют ежедневно свежие фрукты, овощи, соки, 37% 3-4 раза в неделю употребляют молочные продукты, 47,5% мясные продукты 1 раз в день и чаще, 40,7% крупы, макаронные и хлебобулочные изделия 1 раз в день и чаще, 44,5% – для бутербродов не используют ни масло, ни маргарин, 41,2% – пьют 0,5-2,5% молоко, 45,7% – не досаливают еду за столом, 60,8% детей при выборе еду предпочли бы фрукты, причем 83,1% детей ответили, что они питаются разнообразно.

31,2% детей с нормальным значением костной массы (далее – КМ) потребляют молоко ежедневно, 35,25% – 3-4 раза в неделю, 24,7% – 1-2 в неделю и реже. Кисломолочные продукты 1-2 раза употребляют меньше половины обследованных детей, например, местный кефир употребляют только 18,6% детей, местный йогурт – 32,6%, творог – лишь 28,2%, сыр – 33,6% обследованных детей.

Продукты животного и растительного белка, такие как яйца ежедневно употребляют 35,7% детей, орехи – 23,4% детей употребляют 1-2 раза в неделю. Из общего числа обследованных лишь 19,5% детей потребляют в пищу озерную рыбу, 22,2% – рыбу речную, 15% – свежемороженную 1-2 раза в неделю.

Опрос показал, что 89% респондентов, у которых значение скелетно-мышечной массы (далее-СММ) в пределах нормы, принимают пищу не менее 3 раз в день. 66,9% лиц с дефицитом СММ питаются только дома и принимают горячую пищу менее трех раз в день. Среди респондентов, ежедневно потребляющих в пищу мясные и рыбные продукты, скелетно-мышечная масса соответствует норме у 53,2%, в том числе, у 39,9% детей, употребляющих говядину, у 7,7% – свинину, у 11% – жеребятину, у 4,3% – конину, у 5,7% – оленину, у 1,5% – сохатину, у 3,4% – печень, у 21,5% – птицу, куры, у 5,7% – рыбу озерную, у 5,8% – рыбу речную, у 39% – яйца. 35,8% лиц с нормальной величиной СММ ежедневно потребляют в пищу молочные продукты, такие как молоко, творог, кефир, ряженка, сметана, 28% – 3-4 раза в неделю.

**Выводы.** Таким образом, впервые проведенном комплексном эпидемиологическом исследовании по оценке фактического питания и компонентного состава тела у детей и подростков Республики Саха (Якутия) показано, что отклонение от нормальных значений показателей компонентного состава тела выявлено у обследованных с неадекватными

пищевыми потребностями и привычками. Большинство лиц с нормальными значениями ОВО, ЖМ, КМ, СММ в основном соблюдают принципы сбалансированного и рационального питания, имеют правильные навыки и знания в вопросах оптимального сбалансированного питания. Эти научные данные формируют новые профилактические стратегии в области оптимизации питания, пищевых привычек и пищевого поведения среди различных групп населения Якутии. Они должны быть направлены на разработку научно-обоснованных рекомендаций с учетом специфики региона в вопросах обеспеченности питанием на основе социокультурных аспектов формирования культуры и традиций питания.

*Работа выполнена в рамках государственного задания ЯНЦ СО РАН, тема FWRS-2021-0043 «Создание системы персонализированного питания детского населения Арктической зоны Российской Федерации». НИР FSRG-2024-001 «Геномика Арктики: эпидемиология, наследственность и патология» в рамках госзадания Минобрнауки России.*

### Литература

1. Гулин А.В. Оценка компонентного состава массы тела у лиц детского, подросткового и юношеского возрастов, проживающих в условиях промышленного города / А.В. Гулин, Т. И. Сокольская // Вестник Тамбовского университета. – 2017. – №6. – С. 35-42.
2. Мартинчик А.Н. Анализ факторов риска алиментарно-зависимых заболеваний у детей 3–19 лет / А.Н. Мартинчик, Э.Э. Кешабянц // Вопросы питания. – 2018. – №5. – С.21-25.
3. Шаповалова Н.А., Лобыкина А.А., Лобыкина Е.Н., Кучукова В.Ф., Бештинова М.В. Изучение пищевого статуса детей-коренных жителей Горного Алтая // Вопросы питания. Том 92, №5, 2023. Приложение. С. 119.
4. Лебедева У.М., Осипова З.О. Оценка физического развития детей школьного возраста (7-17 лет) г. Якутска // Современные проблемы экологии и здоровья населения. – 2023. С. 85-92.

\* \* \*

## ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА СЕВЕРНЫХ РЕГИОНОВ: ЭКСПЕРТНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ПОДХОД

---

*Молодцова В.Н.*

ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН, Архангельск  
value29@mail.ru

**Аннотация.** Актуальность исследования проблем развития агропромышленного комплекса (АПК) северных регионов России обусловлена необходимостью решения комплексных вызовов, связанных с текущими неблагоприятными экономическими условиями и изменениями климата. Сегодня для принятия соответствующих управленческих решений, направленных на развитие регионального АПК, недостаточно использовать лишь традиционные экономико-статистические методы. Их необходимо дополнять экспертно-аналитическими технологиями, которые позволяют проводить более глубокий анализ имеющихся региональных ресурсов и выявлять точки роста отрасли. В работе приведены результаты проведенного автором экспертного опроса, включающие перечень ключевых проблем развития АПК северного региона (на примере Архангельской области) и ряд их возможных решений. Отмечено, что среди основных задач развития АПК в северных регионах должны быть не только те, которые способствуют росту показателей экономической эффективности, но и те, которые решают вопросы обеспечения социальной стабильности, взаимодействия с местными сообществами и сохранения экологического баланса. Выводы и результаты исследования могут быть использованы в практике формирования стратегических документов социально-экономического развития на региональном уровне.

Агропромышленный комплекс (АПК) играет ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности и социально-экономическом развитии стран, особенно в условиях глобальных изменений [5]. Для северных регионов, где климатические и географические условия существенно ограничивают возможности сельскохозяйственного производства, эффективность функционирования АПК становится особенно

критичной. Несмотря на значительные ресурсы, природные богатства и потенциал для развития, северные регионы сталкиваются с множеством проблем, включая низкий уровень инфраструктуры, недостаток квалифицированной рабочей силы, а также высокие затраты на производство. Эти сложности негативно влияют на устойчивость и конкурентоспособность агропромышленных предприятий и сельских территорий, что подчеркивает актуальность изучения данной темы.

Цель настоящего исследования заключается в выявлении и анализе проблем развития АПК северных регионов России с использованием экспертно-аналитического подхода. Для достижения этой цели в рамках исследования поставлены следующие задачи: 1) определить основные факторы, влияющие на развитие АПК в условиях Севера; 2) провести интервью и опросы с экспертами в области агрономии, экономики и политики для выявления наиболее острых проблем на примере АПК одного из северных регионов России – Архангельской области; 3) предложить рекомендации по улучшению ситуации.

Для решения первой из поставленных задач в работе был проведен анализ литературных источников, который показал, что большинство авторов смотрят на факторы развития и проблемы АПК с разных точек зрения, порой не охватывая их полный перечень. Так, например, в работе Мустафаева А.А. [2] подчеркивается важность необходимости учета основных условий и факторов размещения производительных сил. Шведов В.В., Щербакова А.С. акцентируют внимание на кадровом обеспечении отрасли, социально-экономических аспектах сельской жизни [6, 7], в работе Германовича А.Г. и соавторов основное внимание уделяется проблеме внедрения цифровых технологий [1]. На наш взгляд, формирование целостного образа факторов и проблем, оказывающих влияние на развитие АПК северных регионов, должно опираться на комплексный подход [4], использующий, в том числе, и экспертные оценки.

При этом комплексность исследования достигается посредством использования разнообразных методов сбора и анализа данных, таких как: опросы, интервью, статистический анализ и анализ вторичных данных.

Остановимся более подробно на применении экспертных технологий, примененных для достижения указанных выше целей.

При отборе экспертов нами были учтены следующие критерии:

1. Профессиональный опыт: Эксперты должны иметь опыт работы в агропромышленной сфере не менее 5 лет, в северных регионах, что гарантирует их знание специфики и проблем отрасли.

2. Образование: Предпочтение отдается специалистам с высшим образованием в области агрономии, экономики, экологии или смежных дисциплин.

3. Участие в научной или практической деятельности: Эксперты, занимавшиеся научными исследованиями или практическими проектами в области АПК, обладают необходимым взглядом и пониманием ситуации.

В качестве объектов исследования выступили предприятия АПК такого северного региона России как Архангельская область (включая фермерские хозяйства, кооперативы, перерабатывающие и сбытовые организации). Также в рамках исследования были оценены действия государственных структур и местных органов управления, влияющие на развитие АПК.

Сельским хозяйством на территории Архангельской области занимаются около 40 организаций, 70 фермерских хозяйств и более 80 тысяч личных подсобных хозяйств, с общей численностью работающих в отрасли 2,2 тысячи человек. Приоритетом является молочное животноводство, где объем производства молока составил 143,3 тыс. тонн, а картофеля – 79,9 тыс. тонн. В растениеводстве отмечается снижение валового сбора зерна и незначительное сокращение урожайности овощей. Обеспеченность кормами в коллективном секторе для крупного рогатого скота составляет 25,8 центнера на голову. В агропроме также ведется работа по мелиорации и улучшению почвы, увеличению продуктивности животных [3].

В Архангельской области объем инвестиций в АПК составляет около 900 млн. рублей ежегодно, а в рамках инвестиционного проекта в Устьянском районе за 2022-2024 годы он превысит 2 млрд. рублей в год. В 2023 году завершено строительство телятников для ООО «Пежма» (на 324 головы) и АО «Важское» (на 256 голов). Также начата реализация ключевого проекта – молочнотоварной фермы для 2 000 фуражных коров с объемом инвестиций 2 670 млн рублей, сроком реализации до 2025 года на базе АО «Агрофирма «Вельская». В стадии реализации находится масштабный проект по строительству животноводческого комплекса

на 3 229 дойных коров в ООО «Устьянская молочная компания» с общим объемом инвестиций около 6 млрд рублей.

Результаты экспертного анализа состояния и развития АПК северного региона выделяют несколько ключевых групп факторов, оказывающих влияние на отрасль. Эти факторы можно классифицировать следующим образом:

*Социально-демографические факторы* – включают в себя нехватку квалифицированных специалистов, что затрудняет развитие сектора, а также уменьшение сельского населения, вызванное миграцией молодежи в города в поисках лучших условий жизни и работы, что приводит к старению населения и дефициту рабочей силы. Дополнительно, отсутствие необходимой социальной инфраструктуры, такой как школы, медицинские учреждения и культурные центры, делает жизнь в сельской местности менее привлекательной, что усугубляет эти проблемы, создавая замкнутый круг, препятствующий устойчивому развитию сельских территорий и производственной деятельности в АПК.

*Организационно-экономические факторы* – включают в себя множество проблем, таких как сложности с маркировкой молочной продукции, где необходимость соблюдения новых стандартов создает дополнительные трудности для производителей, что увеличивает их затраты и снижает конкурентоспособность. Большая налоговая нагрузка приводит к уменьшению прибыли и ограничивает возможности для инвестирования в инновации и модернизацию. Процедуры оформления земельных участков для сельскохозяйственного производства часто оказываются длительными и сложными, что затрудняет развитие бизнеса и увеличивает его риски. Отказ банков в выдаче кредитов ограничивает доступность финансовых ресурсов, что сдерживает расширение и модернизацию производственных мощностей. Вдобавок, отсутствие доступа к цифровым технологиям для малых предприятий создает трудности в автоматизации процессов и оптимизации производственной деятельности, что замедляет их рост и развитие в конкурентной среде.

*Экологические факторы* – связаны с необходимостью мелиорации земель и применения удобрений для повышения урожайности сталкивается с проблемами неэффективного управления и отсутствия систем очистных сооружений, что может приводить к загрязнению водоемов и

ухудшению состояния экосистем. Кроме того, отсутствие систематического ветеринарного сопровождения приводит к проблемам в обеспечении здоровья животных, что способствует возникновению заболеваний и, как следствие, снижает качество производимой продукции. Вместе эти факторы создают вызовы, требующие комплексного подхода к устойчивому и экологически безопасному развитию АПК.

*Инфраструктурные факторы* – представляют собой серьезные вызовы для агропромышленного развития. Низкая транспортная доступность заметно затрудняет доставку продукции на рынок, что снижает конкурентоспособность местных производителей. Высокий физический износ ферм и устаревшее оборудование требуют значительных вложений в модернизацию, в то время как недостаток земель сельскохозяйственного назначения ограничивает возможности для расширения производства. Дополнительно, нехватка запчастей для сельскохозяйственной техники и длительные сроки их поставки замедляют рабочие процессы и приводят к простоям, что также негативно сказывается на общей эффективности агросектора в этих удаленных и суровых условиях.

*Природно-климатические факторы* – представляют собой серьезные ограничения для агропромышленного производства. Экстремальные климатические условия, характеризующиеся коротким вегетационным периодом и низкими температурами, требуют разработки специализированных агротехнологий и селекционных сортов, адаптированных к этим суровым условиям. Однако, отсутствие связи между научными сообществами и сельскохозяйственными предприятиями часто приводит к игнорированию климатических особенностей, что усугубляет проблемы сектора. А недостаточные дотации и поддержка со стороны государства не способствуют росту и устойчивому развитию АПК, что снижает шансы на успешное преодоление природных вызовов и реализацию потенциала северного региона.

*Факторы, связанные с обеспечением сбыта и снабжением* в сельскохозяйственном секторе, влияют на конкурентоспособность и экономическую стабильность местных производителей. Недостаточное регулирование поставок, в частности неконтролируемый ввоз южных пород, значительно ухудшает положение местных производителей на рынке. Важно, чтобы потребители с ограниченным доходом получали

продукцию только от местных производителей, что требует создания гарантированных каналов сбыта для обеспечения стабильного спроса. Однако, низкие цены на сельскохозяйственную продукцию, зачастую и заниженные оптовые цены, делают производство убыточным, что дополнительно осложняет ситуацию и препятствует развитию аграрного сектора в регионе.

*Основные проблемы, выявленные экспертами:*

1. Экономические барьеры: Высокие налоги, сложные процедуры оформления и нехватка кредитных средств.
2. Защитные меры и поддержка со стороны государства: Необходимость государственной поддержки для защиты местных производителей.
3. Инновации и технологии: Необходимы инвестиции в новые технологии и ресурсы для повышения производительности.

Эксперты предлагают несколько вариантов решения актуальных проблем в сельском хозяйстве на Севере, акцентируя внимание на необходимости поддержки всех сельхозпроизводителей, а не только крупных структур. Во-первых, требуется расширение субсидирования, которое должно покрывать лишь одну единицу произведенной продукции, что позволит создать более справедливую систему поддержки. Во-вторых, необходимо обеспечить, чтобы все бюджетные потребители сельскохозяйственной продукции закупались исключительно у местных производителей, что создаст устойчивый рынок сбыта. Также важным является создание гарантированных каналов сбыта для местных товаропроизводителей.

Для решения дефицита квалифицированных кадров нужно улучшить условия труда и внедрить программы подготовки специалистов. Следует работать над упрощением доступа к рынкам сбыта, уменьшая транспортные барьеры и повышая доступность услуг. Низкие цены на сельскохозяйственную продукцию требуют адекватного контроля и поддержки, а высокие налоги и необходимость оформления земельных участков создают дополнительные преграды.

Критично также решить проблемы, связанные с низкой стоимостью молока, недостатком земель, запчастей для сельскохозяйственной техники, и обеспечить банки более гибкими условиями по кредитованию. Устранение затруднений с доставкой семян и удобрений, а также сокращение времени поставок запчастей способствуют улучшению производ-

ственных условий. Необходим более жесткий контроль регионального потребительского рынка, чтобы предотвратить неконтролируемый ввоз южных пород и затоваривание фальсификатов, а также ветеринарное сопровождение, которое существенно повысит качество продукции и укрепит доверие к местным производителям.

Практическое применение предложенных решений возможно через участие местных органов власти и государственных структур, которые должны инициировать программы поддержки местных фермеров и малых хозяйств. Создание гарантированных каналов сбыта, организация закупок у местных производителей и развитие образовательных программ для повышения квалификации кадров – это все меры, которые могут быть внедрены на практике. Также, для решения проблем с транспортной доступностью и логистикой можно привлечь частные компании для сотрудничества с сельхозпроизводителями, что будет способствовать снижению издержек и увеличению объемов продаж.

Ограничения нашего исследования связаны с его фокусировкой на определенных аспектах АПК, что может не отражать всей сложности проблем, с которыми сталкиваются северные регионы. В будущем исследование может быть расширено, включив эмпирические данные из полевых исследований, которые помогут более глубоко понять местные условия и потребности. Направления для будущих исследований могут включать изучение влияния климатических изменений на сельское хозяйство на Севере, а также анализ успешных практик других регионов, аналогичных по условиям.

Полученные результаты и рекомендации могут послужить основой для разработки документов, направленных на устойчивое развитие сельского хозяйства в северных регионах, способствуя тем самым улучшению продовольственной безопасности и социально-экономического состояния данных территорий.

### **Литература**

1. Германович А.Г., Чемодин Ю.А., Шевченко Т.В. Повышение эффективности производства молока в северных районах на основе цифровизации отрасли // Московский экономический журнал. – 2023. – №3. – С. 266-274.

2. Мустафаев А.А. Ключевые проблемы стратегического развития реальных звеньев АПК регионов Севера // Региональная экономика и управление: электронный научный журнал. – 2023. – №3 (75). – С. 24.
3. Официальный сайт Министерство агропромышленного комплекса и торговли Архангельской области (Минагропромторг АО). Режим доступа: <https://dvinaland.ru/gov/iogv/minaprk/> (дата обращения 15.08.2024).
4. Социально-экономическое развитие арктического макрорегиона: комплексный подход: монография / Л.А. Чижова, А.Г. Тутыгин, А.О. Подоплекин и др.; отв. ред. Чижова Л.А. – Архангельск: КИРА, 2022. – С. 292.
5. Улыбина Л.В. Современное состояние и проблемы развития агропромышленного комплекса РФ в контексте экономической безопасности // Аграрная наука. – 2024. – №7. – С. 179-186.
6. Шведов В.В. Проблемы кадрового обеспечения в агропромышленном комплексе // Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». – 2023. – №3. – С. 489-495.
7. Щербакова А.С. Кадры сельского хозяйства в условиях цифровизации // Аграрная наука на Севере – сельскому хозяйству. – 2024. – №1. – С. 155-160.

\* \* \*

## **РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ХЛАДОСТОЙКОСТИ МАШИН И КОНСТРУКЦИЙ**

*Москвичев В.В.<sup>1</sup>, Слепцов О.И.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий. Красноярский филиал, Красноярск

<sup>2</sup>ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН», Институт физико-технических проблем Севера СО РАН – обособленное подразделение  
ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН», Якутск  
e-mail: krasn@ict.nsc.ru

**Аннотация.** Представлены – ретроспектива исследований проблемы хладостойкости, результаты низкотемпературных испытаний конструкционных сталей и сплавов на трещиностойкость, расчетно-экспериментальные методы оценки хладостойкости и трещиностойкости, перспективные разработки технологических методов повышения хладостойкости (низкотемпературная сварка, материалы, нанопорошковые технологии).

**Постановка проблемы.** В Арктической зоне РФ находится развитый промышленный потенциал, при этом масштабы хозяйственной деятельности значительно превосходят показатели других приарктических стран, здесь создается 12-15% ВВП страны, обеспечивается около четверти экспорта России. Однако экономика Арктической зоны РФ имеет очаговый тип промышленно-хозяйственного освоения территорий, высокую ресурсоемкость, слабо диверсифицирована и носит моноотраслевой характер с превалированием горнодобывающей промышленности. Ускоренное освоение Севера и Арктики предполагает развитие базовых отраслей промышленности (горнодобывающей, нефтяной и газовой) с созданием соответствующей инфраструктуры энергетики, транспорта и связи. При этом необходимо учитывать экстремальные климатические, сложные горно-геологические и крайне неблагоприятные социально-экономические условия ведения промышленных работ.

Развитие техногенной сферы в арктических и северных регионах приводит к реальной опасности для природы и человека со стороны техносферных объектов, эксплуатация которых связана с повышенным риском техногенных аварий и катастроф. На первый план выходит задача обеспечения техногенной, экологической и энергетической безопасности сложных технических объектов и территорий регионов холодного климата. Проблема развития арктических регионов взаимосвязана с проблемой массового выпуска техники, машин, оборудования, конструкций отечественного производства.

Ретроспектива проведенных исследований в СССР и РФ, анализ причинно-следственного комплекса отказов и аварий машин и конструкций, современная постановка проблемы позволяют рассматривать сложившуюся ситуацию как новый этап в её решении [1-4].

**Основные направления развития и создания техники хладостойкого использования.** В последнюю четверть XX века пришло осознание того, что принципиальное решение проблемы возможно на основе опережающего развития научных исследований в следующих направлениях: анализ показателей эксплуатационной надежности машин и конструкций; создание новых материалов, отвечающих требованиям эксплуатации в условиях пониженных температур;

разработка и совершенствование расчетных методов оценки прочности, ресурса и надежности с учетом наличия технологических и эксплуатационных дефектов и влияния низких температур эксплуатации; создание испытательных комплексов и разработка методов натуральных экспериментальных исследований машин, конструкций и оборудования в реальных условиях эксплуатации; разработка и внедрение оптимальных технологических процессов изготовления, отработки и ремонта машин и крупногабаритных сварных металлоконструкций северного исполнения.

На всех этапах создания сложных наукоемких технических систем и инженерных сооружений на основе фундаментальных исследований в области машиноведения, механики деформирования твердого тела, экспериментальной механики, механики деформирования и разрушения, теории безопасности решается значительный комплекс конструкторско-технологических задач в цикле «проектирование-производство-эксплуатация», связанных с количественной оценкой показателей прочности, ресурса, живучести и безопасности. Эти задачи, с одной стороны, имеют общетехническое содержание, с другой, характеризуются особой спецификой и отраслевой направленностью при их рассмотрении и формировании применительно к конкретным объектам техносферы.

Наиболее сложные задачи и большой объем исследований и работ приходится на стадию проектирования, при этом выделяются задачи расчетно-экспериментального комплекса:

- Развитие расчетно-экспериментальных методов механики деформирования и разрушения, включая исследования характеристик механических свойств и трещиностойкости, анализ напряженно-деформированных и предельных состояний, моделирование кинетики повреждений, разрушения материалов и конструкций.

- Развитие методов анализа и технологий обеспечения живучести и безопасности технических систем, включая моделирование аварийных ситуаций, оценку и прогнозирование показателей остаточного ресурса, живучести и безопасности, технологические и эксплуатационные технологии обеспечения безопасности.

- Разработка нормативно-технических документов по оценке остаточного ресурса, надежности и безопасности сложных технических систем.

**Развитие расчетно-экспериментальных методов.** Объединение двух научных направлений расчетно-экспериментального определения характеристик хладостойкости и трещиностойкости по критериям механики разрушения стало определяющим фактором выбора конструкционных материалов и расчетов на прочность, ресурс, надежность и безопасность машин и конструкций. В рамках проведенных исследований получен ряд практически значимых результатов:

- классифицированы виды предельных состояний технических систем (основные, дополнительные и аварийных ситуаций) и соответствующие им системы коэффициентов запаса;

- разработаны блок-схемы и алгоритмы расчетов на трещиностойкость, диагностики и оценки остаточного ресурса, риск-анализа СТС;

- проведены массовые испытания образцов малоуглеродистых и низколегированных сталей и их сварных соединений при нормальных и в широком диапазоне низких температур при статическом, динамическом и циклическом нагружениях с варьированием размеров и геометрии образцов, концентраторов напряжений, типов дефектов сварки и трещин, с учетом влияния структурно-механической неоднородности и технологических режимов обработки;

- разработаны испытательные стенды и проведены испытания крупногабаритных образцов, натуральных элементов и конструкций при пониженных эксплуатационных температурах (узлы ферменных конструкций, сосуды давления и трубопроводы, элементы подъемно-транспортной и экскавационной техники).

### **Инновационные технологии обеспечения прочности и хладостойкости техники**

**1. Нанопорошковые технологии повышения конструкционной прочности изделий машиностроения** разрабатывались, исследовались

и проходили практическую апробацию с использованием карбида ванадия  $VC$ , карбонитрида титана  $TiCN$ , карбонитрида ванадия  $VCN$ , оксида алюминия  $Al_2O_3$ , карбида кремния  $SiC$ , нитрида бора  $BN$  и других видов нанопорошка (НП), полученных методом плазмохимического синтеза, электровзрывным методом и ударно-волновым синтезом [5]. Области применения – модифицирование расплавов, литье фасонные отливок, поверхностное и объемное легирование, изготовление сварочных электродов, противопопригарное покрытие литейных форм, огнеупорная краска для кокилей. Модифицирование алюминиевых сплавов с использованием НП приводит к измельчению макроструктуры до 10...20 раз, к повышению предела прочности до 10%, предела текучести до 16%, относительного удлинения до 30%. При поверхностном легировании износостойкость деталей в зависимости от условий эксплуатации возрастает более чем в 2...5 раза. Покрытие литейных форм специальными красками, содержащими НП, увеличивает срок эксплуатации формы, повышает частоту поверхности отливок, предотвращает образование пригара.

**2. Технологии сварки и производства сварных конструкций повышенной хладостойкости.** Повышение несущей способности сварных соединений и конструкций при низких температурах обеспечивается соответствующим выбором сталей, сварочных материалов, технологий сварки и упрочнения [6, 7].

Предложена методика выбора рациональной технологии, режимов и условий сварки на основе термодинамических диаграмм, дополненной требованиями по условиям обеспечения хладостойкости и технологической прочности. Для практической реализации оптимальных установленных режимов сварки предложены соответствующие номограммы. Определены наиболее опасные зоны, лимитирующие работоспособность сварных конструкций при низких температурах и предложены технологии их упрочнения и восстановления. Методика определения требуемых параметров технологических решений включает регулирование термического цикла сварки при помощи подогрева, погонной энергии сварки, послесварочного нагрева, применение рациональных конструктивно-технологических решений, снятие остаточных напряжений (послесварочная обработка взрывом, ударно-ультразвуковая обработка), выбор сварочных материалов, регулирование токоподвода.

При проведении монтажной ремонтной сварки на открытых площадках при низких температурах воздуха в условиях жесткого контура рекомендуется применение рациональных конструктивных решений и выбор последовательности наложения шва с целью максимального снижения концентрации напряжений, ограничение тепловложения, использование рациональных режимов предварительного и послесварочного нагрева, выбор режима сварки, обеспечивающего достаточную технологическую и эксплуатационную прочность. Исследования проводились в диапазоне эксплуатационных температур (до  $-60^{\circ}\text{C}$ ) широкого ряда сталей и сварных соединений (09Г2С, 09Г2СД, 10Г2С1Д, 10Г2С1, 17Г1С, 15ХСНД, 10ХСНД, 14Г2АФ, 14Г2САФ, 16Г2САФ, 14Х2ГМР).

Разработаны рекомендации по технологиям сварки конкретных марок сталей различных толщин и типов сварных соединений, сварочных электродов и температурных условий. Показана эффективность применения ультразвуковой, ударной и взрывной обработки для повышения долговечности сварных соединений при низких температурах. Основные рекомендации по технологии сварки были использованы при ремонте жесткой опоры 20 кубовых экскаваторов Марион-204 М, балки рукояти и двуногой стойки экскаватора ЭКГ-12,5. Узлы экскаваторов Марион-204 М и ЭКГ-12,5, восстановленные с соблюдением разработанной технологии, успешно эксплуатируются на горнодобывающих предприятиях Северо-Востока страны. Внедрены при строительстве магистральных газопроводов для неповоротных стыков труб диаметром 530-730 мм из сталей Х60...65 при низких температурах с применением высокопроизводительной сварки, обеспечивающие повышение темпа сварочно-монтажных работ до двух раз и надежности магистральных газопроводов, эксплуатирующихся в условиях Севера и Арктики.

**Заключение.** Для реализации программ и проектов создания техники и оборудования северного исполнения машиностроительный комплекс страны должен работать над выполнением следующих задач [8]:

- разработка и освоение производства отечественной высокопроизводительной и надёжной техники исполнения ХЛ, соответствующей экстремальным условиям эксплуатации северных районов, а по техническому уровню – лучшим мировым образцам;

- широкое внедрение прогрессивных технологий, передовых форм организации производства и ремонтно–восстановительных работ, обеспечивающих резкое повышение производительности труда при снижении эксплуатационных затрат;
- организация поставок в регионы с холодным климатом отечественной техники, позволяющей комплексно механизировать производственные процессы при условии частичного отказа от закупки импортных машин и технологического оборудования в исполнении ХЛ.

Решение этих задач возможно на основе частно-государственного партнерства по трём стратегическим направлениям, включая создание производственных мощностей по развитию объектов технологического и инфраструктурного обеспечения с обязательным научно-техническим сопровождением и включением необходимых механизмов поддержки проектов развития. Реализация этих направлений требует разработки соответствующих программ и плановых мероприятий. Причем только комплексная и одновременная реализация этих программ в рамках кооперации промышленных предприятий машиностроительного комплекса на базе инновационных научно–технических разработок может привести к эффективному решению поставленных задач.

### **Литература**

1. Фортов В.Е., Махутов Н.А., Москвичев В.В., Фомин В.М. Машиностроение России: техника Сибири, Севера и Арктики. Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2018. С. 178.
2. Российская академия наук. Научно-технические проблемы освоения Арктики. М.: Наука, 2015. С. 490.
3. Ларионов В.П., Кузьмин В.Р., Слепцов О.И. и др. Хладостойкость материалов и элементов конструкций: результаты и перспективы. Новосибирск: Наука, 2005. С. 290.
4. Москвичев В.В., Кудрин В.Г., Деордиев С.В. Основы создания металлических конструкций зданий и сооружений для условий Сибири, Крайнего Севера и Арктики. Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2023. С. 144.
5. Москвичев В.В., Крушенко Г.Г., Буров А.Е. и др. Нанопорошковые технологии в машиностроении. Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013. С. 186.

6. Ларионов В.П., Слепцов О.И. и др. Сварка и проблемы вязко-хрупкого перехода. Новосибирск: изд-во СО РАН, 1998. С. 539.
7. Ларионов В.П. Электродуговая сварка конструкций в северном исполнении. Новосибирск: Наука, 1986. С. 256.
8. Москвичев В.В., Махутов Н.А., Шокин О.И. и др. Прикладные задачи конструкционной прочности и механики разрушения технических систем. Новосибирск: Наука, 2021. С. 796.

\* \* \*

## ВЕТЕРИНАРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В АРКТИКЕ

---

*Неустроев М.П.*

Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства  
им. М.Г. Сафронова СО РАН – обособленное подразделение  
ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН», Якутск  
e-mail mneustroev50@mail.ru

**Аннотация.** Обеспечение биологической безопасности Арктики становится актуальной проблемой России и мира. Огромная территория, потепление климата, наличие значительного количества диких копытных и перелетных птиц увеличивают риск распространения и возникновения инфекционных болезней человека и животных. Настораживает распространение среди диких животных вирусных болезней. Потенциальную опасность составляют неблагополучные пункты по сибирской язве. В целях предотвращения распространения болезней предлагается создание микробиологической и вирусологической лаборатории мирового уровня.

В настоящее время обеспечение биологической безопасности России и особенно Арктики является актуальной проблемой. В последние десятилетия общепризнанное потепление климата в Арктике и Субарктике, таяние вечной мерзлоты, интенсивное промышленное освоение природных ресурсов, контролируемые и неконтролируемые палеонтологиче-

ские раскопки, расширение среды обитания переносчиков (насекомых, грызунов), изменения путей миграции диких животных и перелетных птиц могут увеличить риск возникновения и распространения инфекционных болезней человека и животных. Следует учитывать появление новых вирусов и бактерий в результате естественного или искусственного мутагенеза, возможность преодоления патогенами межвидовых барьеров, нарушения нормальной микробиоты животных и растений, распространение резистентности микроорганизмов, биотерроризм.

В природе насчитывается около 1,5 млн. видов представителей дикой фауны. Они могут быть резервуарами и переносчиками около 75% инфекционных болезней животных и человека [1-3]. При том, что более половины из них, включая грипп, СПИД, атипичную пневмонию, лихорадку Денге и Эбола, имеют животное происхождение [4]. К ним относятся также COVID-19, вызвавший всемирную пандемию [5]. Болезни животных значительно влияют на патологии человека, так 60% инфекционных болезней людей – зоонозы, 75% эмерджентных инфекций – зоонозного происхождения, 80% объектов биотерроризма – возбудители зоонозов [6]. Сохраняется угроза заноса визигулярных инфекций на территории России при миграции диких животных по трем направлениям: северокавказскому, центрoазиатскому и дальневосточному [8].

По количеству диких копытных Якутия занимает одно из первых мест в России. В связи с этим угроза распространения опасных зоонозов является реальной. В то же время вопрос научно обоснованного мониторинга, профилактики и борьбы с инфекционными болезнями животных и человека остается открытым. Это является, на наш взгляд глобальной задачей мирового уровня.

Известно, что изменение климата и глобальное потепление создаёт условия для преодоления вирусами межвидовых барьеров и расширения их ареала на распространение [9]. Также настораживает уникальный факт возрождения гигантского вируса из арктического льда с возрастом 30 тысяч лет [10]. Другим примером является выделение нами жизнеспособных бактерий рода *Bacillus* из останков представителей мамонтовой фауны, сохранившихся в многолетних мерзлых грунтах 30-40 тысяч лет. В литературе есть данные о выделении возбудителя чумы на территории Якутии. Есть предположение зарубежных ученых о том, что на

территории Якутии уже в неолите могла произойти эпидемия чумы [11]. Полученные результаты предполагают особую роль вечной мерзлоты в сохранении возбудителей инфекционных болезней.

По нашим данным на территории Якутии в период с 1811 по 1993 гг. зарегистрированы 739 вспышек сибирской язвы среди домашних и диких животных в 29 административных районах, в 244 населенных пунктах. Среди них – 455 неблагополучных пунктов сибирской язвы ранее не входившие в Российский кадастр [12].

В России последняя вспышка сибирской язвы отмечена на Ямале в 2016 г. Причиной возникновения считается оттаивание вечной мерзлоты [13]. До этого вспышка сибирской язвы в Ямале зарегистрирована в 1941 г. Исходя из этого, можно предположить, что споры оставались жизнеспособными в мерзлотной почве не менее 75 лет.

Возможность возникновения сибирской язвы диктует необходимость учета неблагополучных пунктов, разработки эффективных и экологически безвредных способов и методов обеззараживания мест, зараженных спорами, и специфической профилактики инактивированными вакцинами. Без этого невозможно оптимизировать эпизоотологические и эпидемиологические мероприятия по профилактике сибирской язвы среди животных (диких и домашних) и населения.

Нами впервые установлено распространение среди диких копытных лептоспироза, иерсиниоза, сальмонеллеза, инфекционного ринотрахеита и вирусной диареи в условиях Якутии. Эти исследования дополняют результаты исследований авторов, отмечавших значительную зараженность диких животных в других субъектах России и странах мира. Большую опасность представляет распространенная на Аляске прионная болезнь оленей (CWD – chronic wasting disease, хроническое истощение оленей).

Необходимость мониторинга инфекционных болезней диких животных и птиц возрастает в период распространения новых вирусных болезней, в том числе коронавируса COVID-19. Тем более есть сообщение о распространении коронавирусной болезни среди лошадей в штате Колорадо США. Установлено сходство клинических признаков, вызванных коронавирусом лошадей (ECoV) и возбудителем сальмонеллезного аборта [14]. Н. Вульф (2009) отмечал необходимость глобального мони-

торинга передачи вирусов от диких животных человеку для контроля распространения инфекционных болезней и предотвращения пандемии [4]. Установлена восприимчивость свиней к SARS-CoV-2. Есть предположение, что следующим регионом начала пандемии гриппа птиц может быть Крайний Север России, в том числе Якутия [15]. Профессор Петр Чумаков предупреждает, если в результате мутации грипп птиц приобретет способность передаваться от человека к человеку, то может возникнуть пандемия с 50% летальностью.

Установление циркуляции вирусов инфекционного ринотрахеита и диареи в популяции оленей Арктических районов и у лесных бизонов указывает, что переносчиками возбудителей могут быть перелетные птицы. Болезни диких животных и птиц могут оказать существенное влияние на их численность и продуктивность и угрожать здоровью человека и домашних животных.

В связи с интенсивным промышленным освоением Арктики, потеплением климата, изменением фауны, путей миграции диких животных и птиц, нарастающей угрозы зоонозов актуальным является разработка плана реагирования на биологические угрозы, проведение мониторинга инфекционных болезней диких животных, перелетных птиц, а также – бактериологических, вирусологических и молекулярно-генетических исследований выделенных изолятов. Совместные исследования, которые приветствуются нами, направленные на изучение микробиоты и выделенных изолятов помогут определить пути передачи возбудителей зоонозов, а также разработать и организовать методы защиты диких, домашних животных, птицы и человека.

В целях реализации проекта предлагаем организовать микробиологическую и вирусологическую лаборатории с современными приборами и оборудованием на базе лабораторий по разработке микробных препаратов и ветеринарной биотехнологии Якутского НИИ сельского хозяйства ФИЦ ЯНЦ СО РАН. Следует отметить, что в условиях значительного распространения в мире и России вирусных болезней в Якутии, занимающей 1/5 часть России с большим количеством диких копытных и перелетных птиц, вечно мерзлыми грунтами, до сих пор нет вирусологических лабораторий.

В настоящее время изучается микробиота домашних и диких животных, а также птиц, в том числе перелетных, в целях мониторинга инфекционных болезней. Выделены перспективные изоляты микроорганизмов, используемых в разработке биологических препаратов. Разрабатываются бактериофаги, ферментные препараты из микробного сырья. новые пробиотические препараты, кисломолочные продукты, совершенствуется препарат «Сахабактисубтил». ООО «НПЦ Хотубакт», учрежденное ФИЦ ЯНЦ СО РАН, организовало лицензированное производство вакцин и пробиотиков для реализации в субъектах России, Казахстане и Монголии. Вакцина против мыта утверждена в Монголии и Казахстане, в которых организуется лицензированное производство нашего препарата. Завершается проект по разработке пробиотических препаратов в свиноводстве и птицеводстве в Китае.

Лаборатории работают в рамках НОЦ «Север» мирового уровня. Имеется минимальная база для проведения экспериментальных работ и производства препаратов. Дальнейшие фундаментальные и прикладные исследования сдерживаются из-за недостаточного оснащения приборами и оборудованностями.

При создании микробиологической и вирусологической лабораторий высокого уровня вместе с коллегами Института биологических проблем криолитозоны можем обеспечить сбор, первичную обработку материала, провести микробиологические, вирусологические и молекулярно-генетические исследования возбудителей известных и эмерджентных инфекций, а также с коллегами институтов СО РАН и РАН разработать вакцины и другие лечебные и профилактические препараты.

На оборудование помещений, приобретение приборов и оборудования первоначально необходимо 38 млн. рублей. Ежегодное финансирование в 2024-2028 гг. 15-18 млн. рублей.

Заключение. Разработка предлагаемого проекта в одном из крупных регионов России послужило бы началом качественного развития в области обеспечения биологической безопасности, наиболее полно отвечающей возросшим требованиям охраны здоровья человека и животных, окружающей среды в экстремальных условиях Крайнего Севера. Внедрение научных разработок позволит повысить продуктивность животноводства на 10-15% и обеспечит ветеринарное благополучие, возможность производства органической продукции и экспорт конины и оленины.

## Литература

1. Бедоева З.М., Божьева Ю.В. Эпизоотологический мониторинг инфекционных болезней у диких плотоядных животных // Ветеринарная медицина. 2011. №3-4. С 120-122.
2. Artois M. The role of wildlife in the control of domestic animal diseases. Conf. OIE. 2012. 1-15.
3. Заволока А.А. Заболевание диких и экзотических животных и их роль в заболевании людей. VetPharma. 2013. №3. С. 21-30.
4. Вульф Н. Как предотвратить пандемию // В мире науки. 2009. №6. С. 65-69.
5. Официальный сайт Россельхознадзора. [www.fsvps.ru/fsvps/print/news/34932.html](http://www.fsvps.ru/fsvps/print/news/34932.html).
6. Макаров, В.А. Грубый, К.Н. Груздев, О.И. Сухарев. Список МЭБ и трансграничные инфекции животных: монография. Владимир. 2012. С. 162.
7. Морозов А.В. Экологическое значение распространения возбудителей бактериальных инфекций охотничьих животных в Беларуси. Животноводство и ветеринария. 2015. №1. С. 33-38.
8. Семакина В.П., Акимова Т.П., Соломатина И.Ю., Караулов А.К. Риск заноса особо опасных заболеваний животных с везикулярным синдромом на территории России. Ветеринария сегодня. 2019. №1 (28). С. 3-9. DOI 10.2932/2304-196X-1-28-3-9.
9. Legendre M., Bartoli J., Shmakova L., Jeudy S., Labadie K., Adrait A., Lescot M., Poirot O., Bertaux L., Bruley C., Coute Y., Rivkina E., Abergel C., Claverie J. Thirty –thousand-year-old distant relative of giant icosahedral DNA viruses with a pandoravirus morphology // Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America (March 18, 2014). 2014. No – 111 (11). P. 4274-4279:
10. Legendre M. Lartique A., Bertaux L., Jeudy S., Bartoli J., Lescot M., Alempic J., Ramus C., Bruley C., Labadie K., Shmakova L., Rivkina E., Coute Y., Abergel C., Claverie J. In-depth study of Mollivirus sibericum, a new thirty-thousand-old giant virus infecting Acanthamoeba. morphology // Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2015. 112. (38). P. 5327-5335. Doi 10.1073/pnas. 1510795112.
11. Kiligc G.M. et al. Human population dynamics and Yersinia pestis in ancient northeast Asia // Science advances. 2021. 7. P. 1-13. DOI: 10.1126/sciadv.abc4587.

12. Дягилев Г.Т., Неустроев М.П. Кадастр неблагополучных пунктов по сибирской язве в Республике Саха (Якутия) // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2019. №5. 49. С. 88-93.
13. Timofeev V., Bakhteeva I., Mironova R., Tibareva G., Lev I., Christiany D., Borzibov A., Bogun A., Vergnaud G. 2018. Insights from Bacillus anthracis isolation from permafrost in the tundra zone of Russia. BioRxiv preprint first posted online Dec. 3. Doi org/10.1101/486290.
14. Manship A.J., Bliklager A.T., Elfenbein J.R. Disease features of equine coronavirus and enteric salmonellosis are similar in horses // Journal of Veterinary Medicine. 2019. V. 33. 2. P. 912-917.
15. Revich B.A., Podolnaya M.A. Thawing of permafrost may disturb historic cabbie burial grounds in Fast Siberia Cibation : Global Health Action. 2011. 4: 8482. Doi: 10.3402/gha.410.8482.

---

## **ПАМЯТИ НИКИТЫ ГАВРИЛОВИЧА СОЛОМОНОВА: ФЛОРИСТИЧЕСКАЯ СВОДКА ДОЛИНЫ ЭРКЭЭНИ (ХАНГАЛАССКИЙ УЛУС, ЯКУТИЯ)**

---

*Николин Е.Г.*

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН – обособленное подразделение ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН», Якутск  
e-mail: enikolin@yandex.ru

**Аннотация.** Приводятся сведения о разработке коллективной монографии о флоре долины Эркээни (Хангаласский улус Якутии). Данная флористическая сводка составлена впервые. Работа посвящена памяти члена корреспондента РАН Н.Г. Соломонова, организатора исследований биологического разнообразия бассейна реки Лена.

Последние годы жизни Никита Гаврилович Соломонов большое внимание уделял биологическому разнообразию величайшей реки Якутии, России и всего мира – Лене. Данная работа, выполненная коллективом якутских биологов – учеников и последователей Н.Г. Соломонова, с привлечением коллег из других регионов России, начатая при его жизни, сегодня посвящается его памяти.

Долина Эркээни одна из важнейших территорий для традиционной деятельности населения Хангаласского улуса Республики Саха (Якутия). За продолжительный период интенсивных ботанико-географических исследований долина Эркээни посещалась многими специалистами, собиравшими сведения о составе и распределении растений данной местности. Большинство участников Великих экспедиций XVIII-XIX и начала XX вв. – Р.И. Аболин, М.Ф. Адамс, И.Г. Гмелин, В.П. Дробов, С.П. Крашенинников, А.К. Каяндер, Г.И. Лангсдорф, Р.К. Маак, Г.К. Майдель, А.Ф. Миддендорф, Э.Р.Г. Регель, Ю.И. Штубендорф и многие др., двигаясь в столицу Якутского округа, проезжали через долину Эркээни и имели возможность делать сборы гербария и вести здесь свои первичные наблюдения. История ранних ботанических исследований хорошо описана в обзорной работе В.Л. Комарова [12]. После публикации этой сводки, в разные годы XX в., в долине Эркээни работали В.Н. Андреев, А.М. Бойченко, Т.Ф. Галактионова, Л.А. Добрецова, В.И. Душечкин, В.П. Иванова, М.Н. Караваев, К.Е. Кононов, В.Б. Куваев, А.Н. Лукичева, А.А. Макаров, В.М. Михалева, С.Ф. Нахабцева, А.А. Пермякова, В.И. Перфильева, Т.А. Работнов, Ю.В. Рыкова, З.П. Савкина, С.З. Скрыбин, А.Я. Тарабукин, П.А. Тимофеев, Е.Р. Труфанова, Л.Н. Тюлина, Г.С. Угаров, Р.В. Чугунова, В.А. Шелудякова, И.Ф. Шурдук, И.П. Щербаков и многие др. ботаники. Материалы этих работ легли в основу многочисленных статей, тезисов и таких обобщающих трудов, как Полевые травы Якутии ... [26], Конспект флоры Якутии [11, 14], Определитель высших растений Якутии [22, 23], Луга Якутии [18], Луга поймы реки Лены ... [13], Лекарственные растения Якутии [19], Леса Якутии [27], Основные особенности растительного покрова Якутской АССР [1], Синантропная растительность Якутии [30], Синтаксономия синантропной растительности Якутии [24], Экологическая оценка растительности сенокосов и пастбищ Центральной Якутии [28], The Far North: Plant Biodiversity and Ecology of Yakutia [31], Декоративные растения Якутии [5, 6], Степные сообщества коренных берегов в долине Эркээни [25], Грибы Якутии [4], Леса долины Средней Лены ... [7], Флора Якутии ... [29], Разнообразие сосудистых растений Центральной Якутии [8], Красные книги Якутии [15-17], Сорные растения Якутии ... [20], Черная книга флоры Дальнего Востока ... [2], учебные пособия В.П. Ивановой [9, 10] и П.А. Гоголевой [3] и многие другие значительные публикации.

Гербарий ИБПК СО РАН (SASY) и СВФУ им. М.К. Аммосова содержат большое количество образцов, собранных разными специалистами, учеными, преподавателями, студентами и практикантами в этой долине. Значительное количество сборов хранится и во многих других гербарных коллекциях России и за рубежом.

Несмотря на этот обширный перечень специалистов, внесших свой вклад в исследование растений долины Эркээни, список флоры этой территории, как и полные сведения о распределении ее видов, до недавнего времени отсутствовали. Только в 2021 году, под координацией Института биологических проблем криолитозоны СО РАН, был сформирован творческий коллектив, который обработал все имеющиеся сведения, включая фондовые материалы научных учреждений г. Якутска и составил сводный список сосудистых растений долины Эркээни. В состав творческого коллектива, кроме ИБПК СО РАН вошли представители Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова, Якутского научно-исследовательского института сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова, Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, Федерального научного центра Биоразнообразия ДВО РАН (БПИ ДВО РАН) и Ойской средней общеобразовательной школы им. А.В. Дмитриева. Двадцать два автора представляли эти учреждения: Е.Г. Николин, П.А. Гоголева, Н.С. Данилова, А.П. Исаев, С.З. Борисова, А.А. Егорова, Е.П. Постникова, Н.К. Сосина, Е.И. Троева, А.А. Бобров, П.Р. Ноговицын, Е.А. Афанасьева, А.Д. Громова, Н.Н. Егорова, В.Е. Кардашевская, В.В. Семенова, А.П. Слепцова, М.П. Терентьева, В.А. Филиппова, Е.В. Чемерис, М.М. Черосов, В.В. Якубов. По итогам проделанной работы, в 2022 г., в 12 номере Ботанического журнала была опубликована научная статья «Флора долины Эркээни (Среднее течение р. Лена, Центральная Якутия)» [21]. В целях ее популяризации и повышения доступности для широкого круга населения, в 2023 г., на основе научной статьи была подготовлена рукопись монографии «Иллюстрированная флора долины Эркээни ...», в которую, кроме сведений о сосудистых растениях были включены также данные о водорослях, мхах, грибах и лишайниках. Соответственно, в авторский коллектив дополнительно вошли специалисты по этим споровым растениям: Е.И. Иванова, В.Г. Исакова, Л.Н. По-

рядина, Л.Г. Михалева, А.П. Иванова. В данную монографию включено 113 видов грибов (слизевики и настоящие грибы), 65 видов лишайников, 205 видов и разновидностей водорослей, 45 видов мхов и 569 видов сосудистых растений. Все названия видов приведены на русском, якутском и латинском языках. В работе отмечены как хозяйственно значимые растения, так и растения, нуждающиеся в особом внимании и охране. За исключением водорослей все виды растений иллюстрированы фотографиями. Некоторая задержка с опубликованием этой монографии была вызвана поиском средств на изготовление макета и тиражирование. В январе 2024 года мы получили известие о том, что НИСО РАН поставил нашу работу в план изданий текущего года. Для нас это означает, что Российская Академия наук приняла на себя расходы по изготовлению макета книги. А это около половины всех затрат на ее производство и выпуск! Редакция скоро приступит к работе над нашим макетом. Теперь нам, представителям научных учреждений Якутии, потребуется изыскать средства только на тиражирование монографии. Завершая свою информацию, подчеркну, что данная монография авторами задумывалась, как научный презент к замечательному юбилею, 95-летию, выдающегося исследователя природы Якутии, наставника многих поколений биологов, члена корреспондента РАН, профессора Н.Г. Соломонова. К сожалению, он покинул наш мир в этом году. Но книга эта будет хорошей памятью нашего учителя. И я очень надеюсь на поддержку руководства ведущих научных учреждений Якутии – ФИЦ «ЯНЦ СО РАН», ИБПК СО РАН, СВФУ им. М.К. Аммосова и ЯНИИСХ им. М.Г. Сафронова СО РАН, которая позволит довести эту работу до логического завершения и благополучно выпустить печатные версии этого труда. Отмечу еще, что популярный уклон этой работы может быть очень полезен для развития туристического бизнеса Республики Саха (Якутия).

***Благодарности. Работа выполнена в рамках госзадания Минобрнауки России «Растительный покров криолитозоны таежной Якутии: биоразнообразие, средообразующие функции, охрана и рациональное использование» (№ госрегистрации в ЕГИСУ: АААА-А21-121012190038-0; и с применением оборудования ЦКП ФИЦ «ЯНЦ СО РАН» (3D сканер ObjectScan 1600 S (MICROTEK), грант №13. ЦКП.21.0016).***

## Литература

1. Андреев В.Н., Галактионова Т.Ф., Перфильева В.И., Щербаков И.П. Основные особенности растительного покрова Якутской АССР. Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1987. 156 с.
2. Виноградова Ю.К., Антонова Л.А., Дарман Г.Ф., Девятова Е.А., Котенко О.В., Кудрявцева Е.П., Лесик Е.В. (Аистова), Марчук Е.А., Николин Е.Г., Прокопенко С.В., Рубцова Т.А., Хорева М.Г., Чернягина О.А., Чубарь Е.А., Шейко В.В., Крестов П.В. Черная книга флоры Дальнего Востока: инвазионные виды растений в экосистемах Дальневосточного Федерального округа. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2021. С. 510.
3. Гоголева П.А. Конспект флоры высших сосудистых растений Центральной Якутии: Справочное пособие. Якутск, 2003. С. 64.
4. Грибы Якутии / Угаров Г.С., Михалева Л.Г., Абрамов А.Ф., Попова М.Г. Якутск: Изд-во Бичик, 2009. С. 96.
5. Данилова Н.С., Борисова С.З., Иванова Н.С. Декоративные растения Якутии. М.: Фитон+, 2012. С. 248.
6. Декоративные растения Якутии / Данилова Н.С., Петрова А.Е., Романова А.Ю. и др. Якутск: Изд-во ЯГУ, 2008. С. 200.
7. Ефимова А.П. Леса долины Средней Лены (Центральная Якутия). Новосибирск: Наука, 2011. С. 160.
8. Захарова В.И. Разнообразие сосудистых растений Центральной Якутии. Новосибирск: Наука, 2014. С. 180.
9. Иванова В.П. Высшие растения окрестностей г. Якутска (определитель). Учебное пособие. Якутск: Изд-во Якутского гос. ун-та, 1986. С. 76.
10. Иванова В.П. Двудольные растения окрестностей г. Якутска (определитель). Учебное пособие. Якутск: Изд-во Якутского гос. ун-та, 1990. С. 160.
11. Караваев М.Н. Конспект флоры Якутии. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1958. С. 192.
12. Комаров В.Л. Введение в изучение растительности Якутии // Труды комиссии по изучению Якутской АССР. Л. 1926. Т. 1. С. 168.
13. Кононов К.Е. Луга поймы реки Лены: (Эколого-фитоценологический анализ) Якутск: Кн. изд-во, 1982. С. 216.
14. Конспект флоры Якутии: Сосудистые растения / сост. Кузнецова Л.В., Захарова В.И. Новосибирск: Наука, 2012. С. 272.

15. Красная книга Республики Саха (Якутия). Т. 1: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов. Якутск: НИПК «Сахаполиграфиздат», 2000. С. 256.
16. Красная книга Республики Саха (Якутия). Т. 1: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов. Москва: «Реарт», 2017. С. 412.
17. Красная книга Якутской АССР. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений. Новосибирск: Наука, 1987. С. 248.
18. Луга Якутии / Андреев В.Н., Галактионова Т.Ф., Михалева В.М., Пермякова А.А., Перфильева В.И., Петров А.М., Шелудякова В.А. М.: Наука, 1975. С. 176.
19. Макаров А.А. Лекарственные растения Якутии. Якутск: Якутское кн. изд-во, 1979. С. 224.
20. Николин Е.Г. Сорные растения Якутии: Наиболее опасные и агрессивные элементы флоры. Новосибирск: Наука, 2016. С. 264.
21. Николин Е.Г., Гоголева П.А., Данилова Н.С., Исаев А.П., Борисова С.З., Егорова А.А., Постникова Е.П., Сосина Н.К., Троева Е.И., Бобров А.А., Ноговицын П.Р., Афанасьева Е.А., Громова А.Д., Егорова Н.Н., Кардашевская В.Е., Семёнова В.В., Слепцова А.П., Терентьева М.П., Филиппова В.А., Чемерис Е.В., Черосов М.М., Якубов В.В. Флора долины Эркээни (Среднее течение р. Лена, Центральная Якутия) // Бот. журн., 2022. Т. 107, №12. С. 1156-1165.
22. Определитель высших растений Якутии / Под ред. А.И. Толмачева. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1974. С. 544.
23. Определитель высших растений Якутии. Издание второе, переработанное и дополненное / отв. ред. Е.Г. Николин. М.: Товарищество научных изданий КМК; Новосибирск: Наука. 2020. С. 896.
24. Синтаксономия синантропной растительности Якутии / Черосов М.М., Слепцова Н.П., Миронова С.И., Гоголева П.А., Пестряков Б.Н., Гаврильева Л.Д.; Отв. ред. Е.Г. Николин. Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН, 2005. С. 575.
25. Сосина Н.К., Захарова В.И. Степные сообщества коренных берегов в долине Эркээни (Центральная Якутия) // Вестник ЯГУ, 2009. Т. 6, №4. С. 18-23.
26. Тарабукин А.Я. Полевые травы Якутии. Определитель сорных трав. Якутск: кн. издат. 1932. С. 142.

27. Тимофеев П.А. Леса Якутии. Якутск: Кн. изд-во, 1980. С. 152.
28. Троева Е.И. Экологическая оценка растительности сенокосов и пастбищ Центральной Якутии / Дисс. ... канд биол. наук. Якутск, 2005. С. 164.
29. Флора Якутии: географический и экологический аспекты // Л.В. Кузнецова, В.И. Захарова, Михалева Л.Г. и др. / отв. ред. А.А. Егорова. Новосибирск: Наука, 2010. С. 192.
30. Черосов М.М. Синантропная растительность Якутии / Под ред. Е.Г. Николина. Якутск, 2005. С. 160.
31. The Far North: Plant biodiversity and Ecology of Yakutia // E.I. Troeva, A.P. Isaev, M.M. Cherosov, N.S. Karpov (eds.). Plant and Vegetation 3, Springer Science + Business Media B.V. 2010. 390 p. DOI 10.1007/978-90-481-3774-9.

\* \* \*

## **СОВРЕМЕННЫЕ ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ С ДЛИТЕЛЬНЫМ СРОКОМ ХРАНЕНИЯ, ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОГО СЕВЕРА**

---

*Новикова А.В.*

Федеральный центр охраны здоровья животных» («ВНИИЗЖ»), Москва  
e-mail: navbaa@mail.ru

**Аннотация.** Важной задачей государства является обеспечение населения страны продуктами питания. Для жителей Арктических районов данная проблема особенно актуальна. Доставка современных продуктов питания из растительного сырья в торгово-логистические центры Крайнего Севера и Арктики позволит сбалансировать питание местного населения витаминами и микро-макроэлементами, а широкий ассортиментный ряд продуктов питания быстрого приготовления обеспечит потребителя готовым решением ежедневных рационов. В статье представлен ассортимент существующих продуктов питания быстрого при-

готовления и готовой продукции на основе растительного сырья, которая производится и востребована в Центральной России, а также актуальна для регионов со слабо развитой перерабатывающей промышленностью. Предложен продукт – кекс безглютеновый на основе банановой муки, содержащий микроэлементы: калий, кальций, железо, фосфор, магний и др. Мучные кондитерские изделия имеют длительный срок годности – до 90 суток. Это позволит проложить логистическое перемещение готовой продукции в Арктические районы страны и обеспечит качественное ее хранение.

В структуру рационального питания человека должны входить жиры и белки не только животного происхождения, но и растительного. Поскольку основным источником витаминов являются злаки, овощи и фрукты.

С учетом экстремальных климатических условий Республики Саха (Якутия) ведения сельского хозяйства имеет свои региональные особенности, что сказывается на общем земледелии, растениеводстве, которое ограничивается выращиванием кормовых трав, картофеля, а также злаков (пшеница, овес, ячмень). Производство злаков ориентировано на кормовые цели для нужд животноводства. Посевные площади в Якутии составляют 46,5 тыс. га. Это 0,1% от всех посевных площадей России (71-е место в рейтинге регионов). В структуру севооборота не включены масленичные и бобовые сельскохозяйственные культуры.

В Якутии валовые сборы пшеницы варьируют на уровне 2,1 тыс. тонн (посевные площади заняли 2,4 тыс. га), ячменя – 2,3 тыс. тонн (3,9 тыс. га), овса – 3,7 тыс. тонн (4,4 тыс. га), картофеля – 19,1 тыс. тонн (2,7 тыс. га), овощей открытого грунта – 10,8 тыс. тонн (0,8 тыс. га), овощей защищенного грунта – 0,9 тыс. тонн, бахчевых продовольственных культур – 0,3 тыс. тонн (0,02 тыс. га) [12].

На долю продукции растениеводства в Якутии приходится 32,2%, на долю животноводства – 67,8%. Животноводство составляет основу сельского хозяйства Республики, включает скотоводство, коневодство, а на севере – оленеводство. При этом ведущее место в АПК региона занимает скотоводство, обеспечивающее до 70% валовой продукции животноводства. Параллельно с традиционными отраслями, развиваются промышленное птицеводство и свиноводство.

Для обеспечения потребности населения в растениеводческом сырье и продукции на пищевые цели практически всё завозится из других регионов России и стран Таможенного союза. С начала 2023 года инспекторами территориального Управления Россельхознадзора проконтролирован ввоз на территорию Республики Саха (Якутия) в пгт. Нижний Бестях автомобильным и железнодорожным транспортом 697 т растительной продукции из стран Таможенного союза. Так, железнодорожным транспортом из Казахстана прибыло порядка 550 т лука репчатого, что в 2 раза превышает поставки за аналогичный период прошлого года. Также стоит отметить, что в 2023 году в Якутию впервые доставлены сухофрукты из Республики Кыргызстан общим объемом (132,5 т) [8].

Для формирования дополнительного запаса социально значимых продовольственных товаров, к которым относится мука, растительное масло, крупы, сахар и другие продукты, созданы торгово-логистические центры с современными складами, овощехранилищами. Объем запасов в районах Якутии покрывает потребность населения до 180 дней [10].

В России разработаны и применяются современные технические решения по переработке растениеводческого сырья (злаковых культур, плодоовощной продукции, фруктов, ягод, зелени (укроп, петрушка, кинза, базилик и т.д.), что позволило использовать продукты их переработки в рецептурах современных продуктов народного потребления, тем самым выпускать продукцию с заданными свойствами и обогащенную витаминами [1, 3, 4]. Это хлеб, мучные кондитерские и сахаристые изделия, крупы и др. На потребительском рынке представлены отдельные виды муки: расторопши, черёмуховая, тыквенная, кокосовая, из зеленых бананов, соевая, льняная, также используют порошки из лекарственных трав (корень валерианы, листья мяты, трава пустырника, трава чабреца и др.), разные мучные смеси. Мучные смеси предназначены для быстрого решения кулинарной задачи и включают в себя готовый рецептурный состав, а именно производство конкретных продуктов питания – хлеб; блины; оладья; пицца; кексы и т.д. Также ведутся разработки инновационных технологий производства новых видов хлебобулочных и мучных кондитерских изделий, характеризующихся высокой потребительской и биологической ценностью. В качестве перспективных обогатителей хлебобулочных изделий используют традиционное растительное сырье:

пророщенные семена масличных и зерновых культур; муку из зародыша пшеницы; цельносмолотую муку из зерна пшеницы, ржи и семян масличных культур (амарант, лен и др.); продукты переработки корнеклубнеплодов (цикорий, батат, морковь, свекла и др.), а также сырьевые компоненты плодового и овощного сырья [1,3, 6, 7, 8].

Можно отметить, что мучные изделия являются неотъемлемой частью всех бутербродов, которые включены в рацион питания человека для перекуса, в большом ассортименте представлены мучные кондитерские изделия (кексы, пряничные изделия, круассаны, эклеры, торты и другие.

Крупы считаются частью основного завтрака, серийное производство каш быстрого приготовления активно развивается и пользуется спросом у потребителей. Ассортимент продуктов быстрого приготовления «из пакетика» имеет широкий ряд наименований: каши; супы; энергетические батончики; вторые блюда: пюре картофельное с овощами; картофель с луком; картофель с цыпленком; куриная паэлья; лапша пикантная с овощами и др.; напитки: протеиновые коктейли; отвары; кисели и др. [2, 8, 9].

Следовательно, производство новых продуктов питания из числа быстрого приготовления, а также мучных изделий на основе растительного сырья актуально для граждан нашей страны, а длительные сроки годности позволят транспортировать в районы Крайнего Севера продукты, готовые к употреблению. Поскольку производство готовых продуктов питания налажено в Центральной России, а именно в г. Москве и Московской области, то логистику доставки можно осуществлять, как наземным транспортом, так и воздушным транспортом по маршруту Москва – Якутия.

Авторами изучен вопрос мелкоштучного производства мучных кондитерских изделий – кекс «Банановый» с использованием банановой муки. Внесение в классическую рецептуру «Кекс Столичный» банановой муки в пропорциональном соотношении с пшеничной 50/50; 10/90 и 100% замены пшеничной муки, позволило на практике получить новый продукт, содержащий микроэлементы: *калий, кальций, железо, фосфор, магний и др.* [11]. Продукт, обогащённый калием, является полезным для работы сердечной мышцы. Для подтверждения остаточного содержания калия в готовых мучных кондитерских изделиях с исполь-

зованием в рецептуре бананового сырья, проведены исследования на базе лаборатории ФГБУ «ВНИИЗЖ». Лабораторные испытания выполнены по ГОСТ 30504-97 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Пламенно-фотометрический метод для определения содержания калия по содержанию калия (К)». Данный метод исследования был выбран по причине отсутствия гостированной методики в пищевой промышленности. Установили, что содержание калия на 100 г готовой продукции – кекс «Банановый» с добавлением банановой муки в количестве 15%, калий (К) возростал на 15% [11].

На рисунке 1 представлены выработанные образцы кексов:

1. контрольный образец – произведён по унифицированной рецептуре;
2. опытный образец №1 – произведён с частичным замещением пшеничной муки на банановую;
3. опытный образец №2 – произведён с полным замещением пшеничной муки на банановую муку.

### **Заключение**

Возможности доставки в торгово-логистические центры Республики Саха (Якутия) продуктов быстрого приготовления на основе растительного сырья для населения Арктических районов, позволит разнообразить рацион питания населения и расширит линейку готовых продуктов питания с длительным сроком годности.

Поскольку мучные кондитерские изделия имеют длительные сроки годности от 30 до 90 дней и компактную упаковку, это позволит снизить расходы на логистику и предоставит доступ населения к новым продуктам питания в самых отдаленных регионах Российской Федерации.

По нашему мнению, к преимуществам новых мучных кондитерских изделий с добавлением фруктового сырья можно отнести возможность разнообразить продовольственный ассортимент продуктов народного значения.

Также возможно организовать мелкосерийное производство непосредственно в Республики Саха (Якутия) по имеющимся патентам, что снизит себестоимость готовой продукции для конечного потребителя [3, 5]. Открытие производственной площадки – это создание новых рабочих мест для населения.



*контрольный образец*

*опытный образец №1*

*опытный образец №2*

Рисунок 1 – Образцы мучных кондитерских изделий: кекс «Столичный» и «Банановый», изготовленные в лабораторных условиях

### Литература

1. Джахангирова Г.З. Использование растительных добавок с целью повышения пищевой ценности и физиологической значимости хлебобулочных изделий / Г.З. Джахангирова // *Universum: Технические науки: электронный научный журнал*. 2017. №1 (34). С. 40
2. Белопухов С.Л. Перспективы переработки семян масличного льна / С.Л. Белопухов, А.В. Новикова, Т.А. Толмачева // *Инновации в сельском хозяйстве и экологии: Материалы Международной научно-практической конференции, Рязань, 10 сентября 2020 года* / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». – Рязань: ИП Жуков В.Ю., 2020. – С. 73-76. – EDN EFSBGI.
3. Новикова А.В. Применение продукта переработки банана в технологии хлеба / Новикова А.В., // *Хлебопечение России*. 2020. №2. С. 12-18.
4. Новикова А.В. Перспективный способ сушки листьев петрушки / А.В. Новикова, И.А. Попов // *Инновационные технологии и технические средства для АПК : материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, посвященные 100-летию Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I, Воронеж, 28-29 ноября 2011 года* / Воронежский государственный аграрный университет, Совет молодых ученых и спе-

циалистов; под общей редакцией А.В. Дедова; ответственный за выпуск Н.А. Крюкова. Том Часть III. Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2011. С. 62-64. EDN VHVOBP.

5. Новикова А.В. Свекловичный жом как возможный источник ингибирующих веществ пищевой цепочки человека / А.В. Новикова // Вестник КрасГАУ. 2023. №3 (192). С. 174-180. DOI 10.36718/1819-4036-2023-3-174-180. EDN IPPKMP.

6. Толмачева Т.А. Технология отрасли: технология сахаристых и мучных кондитерских изделий: Учебное пособие для СПО / Т.А. Толмачева, А.В. Новикова. Санкт-Петербург: Лань, 2021. 128 с. ISBN 978-5-8114-7753-1. EDN JIMPKO.

7. Химический состав и энергетическая ценность макаронных изделий с добавлением гороховой муки / А.А. Пеньшин, Е.И. Лупова, М.В. Евсенина [и др.] // Инновации в сельском хозяйстве и экологии: Материалы Международной научно-практической конференции, Рязань, 10 сентября 2020 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». Рязань: ИП Жуков В.Ю., 2020. С. 343-346. – EDN GFGEK.

8. Lupova E.I. Assessment of oilseed raw materials for industrial crops, taking into account the demand by vegetable oil producers / E.I. Lupova, A.V. Novikova, D.V. Vinogradov // Bio web of conferences: International Scientific-Practical Conference «Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources» (FIES 2020), Kazan, 28-30 мая 2020 года. EDP Sciences: EDP Sciences, 2020. P. 00015. EDN TFMQLT.

9. Издательский дом «Саха парламент» официальный сайт. Якутск. Обновляется в течение суток. <https://www.sakharparliament.ru/> (дата обращения: 10.08.2024). – Текст)

10. Россельхознадзор официальный сайт. Москва. Обновляется в течение суток. <https://fsvps.gov.ru/> (дата обращения: 10.08.2024). Текст: <https://fsvps.gov.ru/news/v-jakutiju-pod-kontrolem-rosselkhoznadzora-vvezeno-porjadka-700-tonn-rastitelnoj-produkcii/>

11. Электронно-библиотечная система РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева официальный сайт. Москва. Обновляется в течение суток. <http://>

elib.timacad.ru/ (дата обращения: 10.08.2024). Текст: <http://elib.timacad.ru/dl/local/vkr-k10530.pdf/info>

12. Издательский дом «Саха парламент» официальный сайт. Якутск. Обновляется в течение суток. <https://www.sakharparliament.ru/> (дата обращения: 10.08.2024). Текст: <https://www.sakharparliament.ru/ekonomika/selskoe-khozyajstvo/2747-v-yakutii-temp-uborki-zerna-v-tekushchem-goduznachitelno-prevyshaet-proshlogodnij>

\* \* \*

## АНАЛИЗ ЭПИЗОТИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ ПО БРУЦЕЛЛЕЗУ В РЕСПУБЛИКЕ САХА (ЯКУТИЯ) ЗА 2021-2022 ГОДЫ

*Нурлыгаянова Г.А.<sup>1,2</sup>, Белоусов В.И.<sup>1,2</sup>, Разумова А.А.<sup>1</sup>, Петрова Т.Н.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Федеральный центр охраны здоровья животных («ВНИИЗЖ»), Москва

<sup>2</sup>Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии-МВА имени К.И. Скрябина, Москва  
e-mail: nurlygayanova-ga@mail.ru

**Аннотация.** Изучена эпизоотическая ситуация по бруцеллезу в Республике Саха (Якутия) за 2021-2022 годы. Установлено, что всего в 2021 году в государственные ветеринарные лаборатории Республики Саха (Якутия) с целью диагностики бруцеллеза поступило на лабораторные исследования 409 384 пробы (кровь, сыворотка крови, молоко, абортированные плоды, патологический материал) от различных видов животных: лошадей, крупного и мелкого рогатого скота, свиней, северных оленей, собак и других видов.

Всего проведено 819 833 лабораторных исследований с применением методов: бактериологических, серологических и с помощью ПЦР. Серологические исследования – основной массовый метод прижизненной диагностики бруцеллеза в регионе. В 99,8% случаев применялись различные серологические тесты: РА, РСК, РБП, РИД и ИФА.

В 2021 году получено всего 23 положительных результата, из них: в популяции северных оленей (20), у собак (3). Так, от собак исследовано 67

проб сывороток крови и стабилизированной крови с применением ИФА и ПЦР, по результатам исследований ДНК возбудителя обнаружена в 3-х пробах, вид *Brucella canis*.

На территории Республики Саха (Якутия) в 2022 году выявлен 1 неблагополучный пункт по бруцеллезу крупного рогатого скота, заболело бруцеллезом 2 особи. В тоже время эпизоотическая обстановка по бруцеллезу мелкого рогатого скота осталась благополучной.

Таким образом, эпизоотическая ситуация по бруцеллезу в Республике Саха (Якутия) остается напряженной в популяции северных оленей, крупного рогатого скота и собак.

**Введение.** Бруцеллез – это социально и экономически значимый зооноз на территории ряда субъектов Российской Федерации (РФ) [1, 2]. Болеют бруцеллезом животные всех видов. Источниками инфекции являются больные бруцеллезом особи, их секреты и экскреты. Клинические признаки болезни проявляются в основном при достижении животными половой зрелости, возможно латентное течение. Наиболее часто болезнь проявляется у самок абортными, эндометритами и задержанием последа, у самцов – орхитом и эпидидимитом, также характерны бурсит и тендовагинит [3-5].

В современное время заболевание бруцеллезом населения РФ связано с распространением возбудителя инфекции среди сельскохозяйственных животных (крупного рогатого скота и мелкого рогатого скота) [6]. Основные причины заражения людей возбудителем бруцеллеза – это приобретение молочной и мясной продукции у частных производителей, не прошедшей государственный ветеринарный контроль. Особую опасность представляет контакт с больными бруцеллезом животными, абортированными плодами, мертворожденными, плодовыми оболочками и околоплодной жидкостью [3, 6].

В Российской Федерации в 2021 году впервые выявленный бруцеллез среди людей регистрировался в 22 субъектах [9]. По данным Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор) в нашей стране заболели бруцеллезом в течение 2021 года 248 человек, в 2022 году – 467.

Возбудитель бруцеллеза устойчив к воздействию факторов окружающей среды, сохраняется в молоке до 10 календарных дней, в сливоч-

ном масле – до 35 календарных дней, во внутренних органах, костях, мышцах и лимфатических узлах инфицированных туш – до 60 календарных дней, в шерсти, смушках – до 120 календарных дней [1].

Основу комплекса противоэпизоотических мероприятий составляют профилактические мероприятия, включающие: эпизоотологические, клинические и лабораторные методы исследования, а также специфическую иммунизацию восприимчивых животных [1, 4, 7].

**Целью исследования** – изучить эпизоотическую ситуацию по бруцеллезу животных в Республике Саха (Якутия) за 2021-2022 годы.

Авторами изучены материалы годовых отчетов ГБУ РС (Я) «Якутская республиканская ветеринарно-испытательная лаборатория» и статистические данные Информационно-аналитического центра Управления ветнадзора ФГБУ «ВНИИЗЖ».

Анализ отчетных данных показал, что Государственной ветеринарной службой Республики Саха (Якутия) проведены ежегодные плановые ветеринарно-профилактические и противоэпизоотические мероприятия, направленные на профилактику и борьбу с бруцеллезом животных на территории субъекта РФ. Мероприятия выполнены в соответствии с действующим Приказом Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 8 сентября 2020 г. №533 [1].

В таблице 1 представлены результаты лабораторных исследований на бруцеллез животных, выполненные специалистами государственной ветеринарной службы Республики Саха (Якутия) в 2021 году.

Таблица 1 – Эпизоотическое состояние по бруцеллезу животных в Республике Саха (Якутия) в 2021 году

Вид животных	Поступило на исследование, проб	Проведено исследований, проб	Всего положительных, проб
Лошади	1 418	2 725	-
Крупный рогатый скот	316 878	630 163	-
Мелкий рогатый скот	1 651	3 373	-
Свиньи	1 475	1 475	-
Северные олени	87 845	181 944	20
Собаки	67	67	3
Другие виды	50	86	-
Итого:	409 384	819 833	23

Согласно годовым отчетным данным ГБУ РС (Я) «Якутская республиканская ветеринарно-испытательная лаборатория» (форма 4-вет), в течение 2021 года в указанном субъекте РФ всего исследовано на бруцеллез животных 409 384 пробы (кровь, сыворотка крови, молоко, аборттированные плоды, патологический материал) от лошадей, крупного рогатого скота, мелкого рогатого скота, свиней, северных оленей, собак и других видов (таблица 1).

Всего выполнено 819 833 исследования бактериологическими и серологическими методами, а также с помощью ПЦР. По результатам лабораторных испытаний получено положительных результатов всего 23, в том числе: в популяции северных оленей – 20, у собак – 3.

Согласно требованиям нормативного документа [1], все аборттированные плоды подлежат обязательному исследованию на бруцеллез. Бактериологическими методами исследованы 1 проба патологического материала, отобранного от собаки и 7 аборттированных плодов (от лошадей – 6, от собак – 1), результат отрицательный.

Основной метод прижизненной диагностики бруцеллеза животных в регионе – серологический, применялся в 99,8% случаев. Серологические исследования на бруцеллез, с целью выявления специфических антител к возбудителю инфекции, выполнены методами: РА, РСК, РБП, РИД и ИФА.

Таблица 2 – Методы серологической диагностики бруцеллеза северных оленей в Республике Саха (Якутия) в 2021 году

Поступило на исследование, проб	Выполнено серологических тестов				Всего положительных, проб
	РА	РСК	РБП	РИД	
87 845	56 924	6 164	87 749	31 107	20

Как видно из материалов таблицы 2, в течение 2021 года было исследовано на бруцеллез 87 845 особей северных оленей. Специфические антитела к возбудителю бруцеллеза выявлены в 20 исследованных пробах: Нижнеколымский улус (16), Момский улус (1), Эвено-Бытанский улус (3).

Наибольшее количество исследований на бруцеллез выполнено с применением пластинчатой реакции агглютинации с роз бенгал анти-

геном (РБП), всего 87 749 проб (образцов) сыворотки крови. РБП – тест для наземных животных, рекомендованный Всемирной организацией здравоохранения животных (ВОЗЖ, ранее – МЭБ). Применяется в течение нескольких десятилетий во многих странах мира, включая бывшую СССР и современную Россию. Хорошо известны основные преимущества данного серологического метода, особенно в условиях отгонного животноводства: простая техника постановки реакции, быстрое получение результата (4 минуты), высокая специфичность и чувствительность, а также возможность применения в полевых условиях (Попова Т.Г. и др., 2006; Желудков М.М., 2009; Искандаров М.И. и др., 2020; Новицкий А.А. и др., 2020).

От собак на бруцеллез исследовано 67 проб сывороток крови и стабилизированной крови с помощью ИФА и ПЦР, по результатам лабораторных исследований ДНК возбудителя обнаружена в 3-х пробах, вид *Brucella canis*.

Данные по бруцеллезу сельскохозяйственных животных на территории Республика Саха (Якутия) в 2022 году, приведены в таблице 3.

Таблица 3. Эпизоотическая ситуация по бруцеллезу животных в Республике Саха (Якутия) в 2022 году

Вид животных	Выявлено новых неблагополучных пунктов	Заболело бруцеллезом животных
Крупный рогатый скот	1	2
Мелкий рогатый скот	-	-

Как видно из материалов, представленных в таблице 3, в течение 2022 года на территории Республике Саха (Якутия) эпизоотическая ситуация по бруцеллезу крупного рогатого скота изменилась, выявлен 1 неблагополучный пункт, заболело бруцеллезом 2 особи. В тоже время по бруцеллезу мелкого рогатого скота эпизоотическая обстановка осталась благополучной.

Таким образом, за проанализированные два года в Республике Саха (Якутия) эпизоотическая ситуация по бруцеллезу остается напряженной в популяции северных оленей, крупного рогатого скота и собак.

Рекомендуем осуществлять постоянный мониторинг по бруцеллезу за циркуляцией возбудителя инфекции в популяции сельскохозяйственных, домашних и диких животных в указанном субъекте РФ. Для улучшения эпизоотической обстановки по бруцеллезу следует всех выявленных больных особей срочно удалять из хозяйств, при этом особое внимание уделять личным подсобным хозяйствам граждан [1-2, 6].

Необходимо активно проводить просветительскую и разъяснительную работу среди местного населения (в виде бесед, встреч, лекций, выступлений по ТВ и др.) для повышения культуры ведения животноводства и соблюдения правил личной биобезопасности.

### Литература

1. «Ветеринарные правила осуществления профилактических, диагностических, ограничительных и иных мероприятий, установления и отмены карантина и иных ограничений, направленных на предотвращение распространения и ликвидацию очагов бруцеллеза (включая инфекционный эпидидимит баранов)». Утверждены Приказом Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 8 сентября 2020 г. №533.
2. Винокуров Н.В., Гулюкин А.М., Лайшев К.А., Слепцов Е.С., Федоров В.И., Искандаров М.И., Федоров А.И. Диагностика бруцеллеза северных оленей в условиях Крайнего Севера Российской Федерации: Монография. Новосибирск: Изд. АНС «СибАК», 2017. 184 с.
3. Захарова О.И., Бутова О.А., Яшин И.В., Блохин А.А. Эпизоотическая ситуация по бруцеллезу животных в Российской Федерации (обзор). Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2023. 24 (1). С. 20-29. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.1.20-29>
4. Косарев М.А., Афанасьева А.А. Анализ эпизоотической ситуации по бруцеллезу собак, вызванному бактерией *Brucella canis* в Республике Саха (Якутия) // Достижения и проблемы ветеринарной медицины на Крайнем Севере Российской Федерации : сборник материалов международной научно-практической конференции, посвященной 115-летию организации Якутской бактериологической лаборатории и проведения научных исследований по ветеринарной медицине в Якутии : Якутск, 7-8 декабря 2023 г. / составитель М.П. Неустроев. Якутск : Дани-Алмас, 2024. С. 297-302.

5. Лайшев К.А., Южаков А.А. Научное обеспечение эпизоотического благополучия в оленеводческих стадах Арктической зоны Российской Федерации. Ветеринария сегодня. 2024. №13 (2). С. 110-117. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2024-13-2-110-117>
6. Монография «Бруцеллёз. Современное состояние проблемы» / Под редакцией Г.Г. Онищенко, А.Н. Куличенко. – Ставрополь: ООО «Губерния», 2019. 336 с. ISBN 978-5-6041215-6-6
7. Нурлыгаянова Г.А., Белоусов В.И., Зюзгина С.В., Зиновьева О.Е., Шубина Е.Г. Результаты серологической диагностики бруцеллеза северных оленей в Российской Федерации за период с 2019 по 2021 гг. // Достижения и проблемы ветеринарной медицины на Крайнем Севере Российской Федерации : сборник материалов международной научно-практической конференции, посвященной 115-летию организации Якутской бактериологической лаборатории и проведения научных исследований по ветеринарной медицине в Якутии : Якутск, 7-8 декабря 2023 г. / составитель М.П. Неустроев. Якутск : Дани-Алмас, 2024. С. 351-359.
8. NB: Версия, принятая на Всемирной ассамблее делегатов МЭБ в мае 2016 года Глава 3.1.4. Бруцеллез (*Brucella abortus*, *B. melitensis* и *B. suis*), 65 с.
9. Приложение к письму Роспотребнадзора от 25.07.2022 №02/15360-2022-32. [https://snipchi.ru/updoc/Издания/INF\\_V\\_BRUZ\\_2021.pdf](https://snipchi.ru/updoc/Издания/INF_V_BRUZ_2021.pdf)

\* \* \*

## НЕГАТИВНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ОТ НАВОДНЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ НАМСКОГО УЛУСА

*Окоемова Д.А., Корякина Л.П.*  
Арктический ГАТУ, Якутск  
[dokoemova@mail.ru](mailto:dokoemova@mail.ru)

**Аннотация.** Основными природными катаклизмами в Якутии являются наводнения. Наводнения на реках республики причиняют значительный материальный ущерб и наблюдаются во время весеннего половодья. Ра-

бота посвящена изучению масштабов распространения и причин наводнения в 2024 г. на равнинном участке в пойме р. Лена по правому берегу на территории Намского района в естественных условиях. В результате наводнения были затоплены села, которые не затапливались многие десятилетия. Паводок нанес ущерб на сумму более 2 млрд. рублей.

Наводнения являются актуальной проблемой для многих стран, поскольку именно это стихийное бедствие ежегодно наносит самый большой ущерб населению и экономике государств [1]. Наводнение – это значительное затопление местности в результате подъема уровня воды в водоеме во время весеннего половодья или паводка, при ледовом заторе, зажоре, вследствие ветрового нагона воды в устье реки, а также при прорыве озер, гидротехнических сооружений или попуска воды из них [2].

В гидрологическом режиме рек максимальные уровни воды представляют собой предмет первоочередных исследований, так как превышение их критических значений может иметь катастрофические последствия в виде затопления территорий. С другой стороны, если максимальные уровни недостаточно велики, возникает опасность иссушения плодородных пойменных земель [3].

На территории России находятся сотни тысяч малых и больших рек, озер и водохранилищ. Наводнения периодически наблюдаются на большинстве рек РФ и занимают первое место в ряду стихийных бедствий по регулярности, площади распространения и суммарному среднему годовому материальному ущербу [1]. Наводнения в России происходят ежегодно, а в некоторых районах – несколько раз в год. В многоводные годы общая площадь затапливаемых территорий достигает 2-2,5% площади страны, а ущерб от наводнений оценивается суммой свыше 40 млрд руб. в год [4].

К наиболее опасным районам страны, где наводнения могут повторяться раз в 2-3 года, а максимальная глубина затопления может превышать 3,3 м, относятся отдельные участки Средней Лены и ее притоков – Алдана, Витима, Олекмы [2].

Как правило, экстремально высокий уровень половодий вызывается сочетанием следующих условий: дождливая осень, суровая зима, большое снегонакопление, запоздалая холодная весна или же ранняя весна,

но очень дружная с большим количеством осадков, резкое установление теплой погоды. В этом случае формируется наводнение в результате интенсивного притока талых и дождевых вод. Если совмещаются факторы, благоприятные для высокой водности и образования заторов льда, наблюдаются наводнения, попадающие в разряд катастрофических [5].

Многочисленные негативные последствия сильных наводнений проявляются в виде прямого и косвенного ущерба населению и экономике затопленных районов. Основную часть прямого ущерба составляют непосредственные потери от наводнений: погибшие и раненые среди населения, разрушенные и поврежденные жилые, административные, хозяйственные и другие объекты и сооружения, уничтоженный урожай сельскохозяйственных культур, снижение качества почв. К косвенному ущербу относятся, в частности, замедление темпов развития экономики пострадавших районов, ухудшение условий жизни населения, затраты на ликвидацию последствий стихийного бедствия [4].

Изучение факторов, влияющих на формирование наводнения, позволяет скорректировать методики гидрологических прогнозов и поможет предотвратить катастрофические и значительные наводнения на территории Якутии.

**Цель исследования** – анализ причин и последствий от наводнения в 2024 г. на территории Намского района Якутии (Центральная зона РС (Я)).

**Материалы и методы исследования.** Выполнены сбор, систематизация и анализ информации о весенних половодьях и летне-весенних паводках на реке Лена, представленной в материалах официальной государственной отчетности о состоянии и об охране окружающей природной среды, водных ресурсов, состоянии защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, оперативных данных Управления ветеринарии РС (Я) по Намскому району и ЕДДС и др.

**Результаты исследования.** Наводнения в Дальневосточном регионе страны характеризуются наибольшим размахом, повторяются здесь особенно часто, охватывают большие территории и приносят огромные разрушения. По данным Гидрометцентра России, по состоянию на середину марта 2024 г. запасы воды в снежном покрове в бассейнах рек Ре-

спублики Саха (Якутия) – Анабар, Яна, в среднем и нижнем течении рек Оленек и Олекма, в бассейне рек Алдан и Лена, Колыма – снегозапасы преимущественно выше нормы [5].

По данным Госкомитета по гидрометеорологии и мониторингу природной среды Республики Саха (Якутия), весенне-летнее половодье на реках республики начинается в конце апреля и заканчивается в конце сентября. Паводкоопасной является практически вся территория бассейна р. Лена. Часто заторы льда образуются на одних и тех же участках реки Лена, что связано с геоморфологическими особенностями строения речного русла: наличием крутых излучин, островов, сужений.

По данным МЧС РС (Я), в 2024-м ледоход на Лене достиг территории Якутии на четыре-пять дней раньше многолетних значений. Ледоход очень быстро миновал территорию Хангаласского района и через двое суток был у г. Якутска. В Намском районе было сделано два облета с участием главы улуса, представителей гидрометеослужбы. Затороопасных процессов на реке не наблюдалось. Лед был весь битый и уже проходил под п. Графский Берег – до устья реки Алдан оставалось 70 км. Однако вскоре возле п. Графский Берег начался подъем воды. – опять же заторов не обнаружили. В результате в устьевой части реки Алдан заметили ледовое поле. По левой и правой протокам у с. Тюбя вода проходила хорошо, что наблюдалось до места соединения Лены с рекой Алдан. Учитывая увиденное, мы решили, что затора нет и вода потихоньку уйдет. Но вечером уровень начал подниматься в п. Хатырык и п. Маймага, где раньше никогда наводнений не случалось. Никто из специалистов за последние 50 лет не припомнит такого случая [6].

Как отмечают гидрологи, р. Лена в равнинной местности имеет очень слабое течение, из-за чего скорость прохождения ледохода низкая. Поэтому движение льда остановилось и образовался затор на протоке, что привело к сильному напору воды сверху – вода вышла из поймы по правому берегу р. Лена и затопила прибрежные территории [7]. 18 мая т.г. был произведен подрыв пласта льда между сс. Арбын и Тюбя, который затруднял продвижение ледохода на территории Намского района, и начался спад уровней воды. Это помогло, но еще одной причиной большой воды стало быстрое продвижение ледохода на Лене и одновременный выход р. Алдан в устье [8].

В связи со сложной паводковой обстановкой в ряде районов с 20 мая т.г. в Якутии объявлен режим ЧС регионального уровня. Основательно пострадал Намский улус, где под воду ушли целые деревни [9].

По предварительным данным, сумма ущерба, причиненного в результате весеннего паводка 2024 года на территории Намского улуса, составила 2 млрд. рублей. Об этом сообщает пресс-служба администрации района [10].

Местное население данных поселков не было заранее готово к такому развитию событий (ЧС), что и привело к большим потерям и падежу сельскохозяйственных животных и птицы (табл.).

Таблица – Потери с-х животных при наводнении в Намском районе в 2024 г.

№ п/п	Населенный пункт	Крупный рогатый скот			Лошади			Свиньи
		Утонули	Потери	Всего	Утонули	Потери	Всего	Утонули
1.	Хатырык	154	14	168	127	116	243	-
2.	Модут	2	-	2	31	12	43	-
3.	Хамагатта	4	1	5	-	-	-	-
4.	Бетюн	-	-	-	18	-	18	-
5.	Кобякон	-	-	-	22	22	44	-
6.	Арбын	-	-	-	2	4	6	-
7.	Намцы	-	-	-	5	-	5	-
8.	Аппаны	-	-	-	5	13	18	13
9.	<b>Итого:</b>	<b>160</b>	<b>15</b>	<b>175</b>	<b>210</b>	<b>167</b>	<b>377</b>	<b>13</b>

Так, по оперативным сводкам Управления ветеринарии по Намскому району, в период весеннего паводка на территории Намского района с-х животных всего пало и утеряно 565 гол, в том числе крупный рогатый скот – 175 (31%), лошади – 377 (66,7%), свиньи – 13 (2,3%). Из них утонуло – 383 гол. (67,8% от общего количества), в том числе крупный рогатый скот – 160 гол. (41,8%), лошади – 210 гол. (54,8%), свиньи – 13 гол. (3,4%).

Общее количество утерянного поголовья составило 182 гол. или 32,2% от общего количества падежа и потерь в Намском районе. Особенно большой ущерб нанесён двум хозяйствам: КФХ ИП Слепцов А.В. (с. Хатырык), где утонуло 102 гол крупного рогатого скота, ИП Слепцов П.Н. – 106 гол. лошадей потеряно.

В селах Бетюн, Кобьякон, Арбын, Намцы и Аппаны отсутствие падежа среди крупного рогатого скота является результатом превентивных мер по отгону скота на незатопляемые участки в рамках ежегодных мероприятий по подготовке к прохождению паводковых вод. Населенные пункты Хамагатта, Модут и Хатырык в 2024 г. впервые за последние 50 лет попали в зону наводнения во время весеннего паводка.

Обстановка в зоне наводнения на 19 мая т.г., согласно сводке ЕДДС:

- н.п. Графский берег при критическом уровне воды 950 см, фактически наблюдается 1054 см – превышение составило 104 см. В результате наводнения подтоплено 95% территории, где проживают 596 чел., в т.ч. дети -168. В пунктах временного размещения (ПВР) размещены 11 чел., у родственников – 459 чел., в т.ч. 163 детей;

- н.п. Хатырык затоплено 240 дворовых территорий, 240 жилых домов, трансформаторных подстанций – 2. В результате наводнения затоплено 100% территории, где проживает 580 чел. населения, в т.ч. 72 детей. В пунктах временного проживания размещено – 332 чел., в т.ч. 43 детей; расселены у родственников – 427 чел., в т.ч. 29 детей;

- н.п. Маймага затоплено 47 дворовых территорий, жилых домов – 42, социально-значимые объекты – 5 (начальная школа, детский сад, ФАП, администрация, молокопункт), внутрипоселковые автомобильные дороги – 4. В результате наводнения затоплено 100% территории с населением 156 чел., из них 63 детей. Перевезены в ПВР – 75, из них 8 детей, расселены у родственников – 14 чел., из них детей – 10.

- н.п. Бетюн подтоплено 26 жилых домов (41 чел/10), дворовых территорий 30, коровник – 1, котельная – 1, внутрипоселковые автомобильные дороги, трансформаторные подстанции – 2;

- н.п. Хамагатта при критическом уровне воды 629 см, фактически наблюдается 646 см – превышение составило 17 см. В результате наводнения подтоплено 10 дворовых территорий, 10 домов, трансформаторных подстанций – 1, детский лагерь, размещено в ПВР – 10 чел.;

- н.п. Модут при критическом уровне воды 715 см, фактически наблюдается 841 см – превышение составило 126 см. В результате наводнения подтоплено 24 жилых дома, дворовых территорий – 56, внутрипоселковые автомобильные дороги – 5, мосты – 2. В пунктах временного размещения (ПВР) размещены 63 чел., в т.ч. 20 детей; размещены у родственников – 36 чел., в т.ч. 13 детей.

Число затопленных паводковыми водами сел на реке Лена в Намском районе Якутии достигло 13-ти. Пострадали: Хомустах II-й, Намцы, Сыгыннах, Крест Кытыл, Бютей-Юрдя, Партизан, Маймага, Фрунзе, Кобяконцы, Кысыл деревня. Населенные пункты Хатырык и Графский берег в воде полностью 100%. Такого сильного паводка не ожидал никто, поэтому ущерб был нанесен колоссальный. [6].

В Намском районе пострадало около 2,5 тыс. чел., затоплено около 600 жилых домов, остались без света – около 280; подтоплены объекты ЖКХ, социальной и дорожной инфраструктуры. В зону подтопления попало порядка 78 км дорожного полотна, около 4000 га посевных площадей, утрачен семенной картофель, который готовился к посадке [7].

По данным ГУ МЧС РФ по Якутии, на 21 мая в Намском районе были полностью освобождены от воды: Маймага, Харыялах, Фрунзе, Едейцы, Никольский, Хатын-Арынский. Остается подтопленной 561 дворовая территория, в том числе 439 жилых домов в 10 населенных пунктах Намского района: 2-й Хомустах, Намцы, Арбын (Сыгыннах), Крест-Кытыл (Хамагатта), Бетюнцы (Бутэй Урдэ), Графский Берег, Кысыл Деревня, Партизан, Столбы (Хатырык), Тумул (Модут) [7]. На освободившихся от воды территориях специалисты МЧС России ведут аварийно-восстановительные работы, укрепление насыпных дамб, разбор завалов, вывозят мусор, проводят санитарную обработку домов и участков [9].

По данным улусных СМИ, при прохождении половодья 2024 г. пострадали 16 населенных пунктов в Намском улусе. По состоянию на 24 июня 2024 г. всего от наводнения пострадали 893 жилых помещения, 4 объекта здравоохранения, 15 объектов образования, 21 субъект малого и среднего бизнеса, из них 3 туристических баз, 2 котельных, 6 км теплосетей и сетей водоснабжения, 690 м подъездных путей к котельным, 32 км автомобильных дорог, из них 10 км межпоселковых дорог, 20 км внутрипоселковых улиц, 11 опор линий электропередачи, 1 гидротехническое сооружение, 11 защитных сооружений, 24 объекта социальной инфраструктуры, объекты сельского хозяйства (1 животноводческий комплекс, 1 коневодческая база, 113 коровников, из них 4 КФХ, 2 молокоприемных пунктов, 2 ветучастков, 2 овощехранилища, 24 пчелосемьи, 1 т семенного материала картофеля, 5 т семенного овса, 3 с-х

оборудования, 1 силосная траншея). Пали 168 голов крупного рогатого скота, из них 74 голов ЛПХ, 94 КФХ, а также 359 голов лошадей, из них 108 голов ЛПХ, 199 КФХ, 52 СХПК [10].

Ущерб от паводка мог быть и намного больше, если бы не профилактические меры. Правительство республики совместно с местной исполнительной властью на местах ведет аварийно-спасательные и восстановительные работы на затопленных территориях Хатырыкского и Маймагинского наслегов.

Следует отметить, что на территории Якутии населенные пункты не раз подвергались серьезным затоплениям. Поскольку прохождение ледохода продолжается полтора месяца, активно проводятся подготовительные мероприятия, в частности, превентивные противопаводковые действия по ослаблению прочности льда на всех затороопасных участках на р. Лене и ее притоках, на северных реках.

В целом, в России наблюдается непростая паводковая ситуация. В МЧС РФ сообщили 16 апреля, что весенние паводки в регионах РФ в текущем году стали самыми масштабными за последние десятилетия.

#### **Литература:**

1. Фалеев М.И., Черных Г.С., Старостин А.С. Оценка опасностей и угроз, обусловленных катастрофическими наводнениями, и предложения по защите населения и территорий от них // Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования. 2014. №2. С. 18-32.t
2. Разумов В.В., Беккиев М.Ю., Разумова Н.В., Шагин С.И. Масштабы и опасность наводнений на Северном Кавказе // Наука. Инновации. Технологии. 2018. №1. С. 143-160.
3. Бейсембаева М.А., Дубровская Л.И., Земцов В.А. Антропогенные изменения водных ресурсов и максимальных уровней реки Иртыш в равнинной части бассейна в Республике Казахстан // Известия ТПУ. 2018. №3. С. 6-15.
4. Разумов В.В., Разумова Н.В., Пчелкин В.И. Масштабы и опасность наводнений в Сибирском регионе России // Наука. Инновации. Технологии. 2015. №4. С. 103-144.
5. Об ожидаемом характере весеннего половодья 2024 года на реках Российской Федерации и предварительный прогноз притока воды в

крупные водохранилища во втором квартале [электронный ресурс]: Сайт Гидрометцентра России <https://meteoinfo.ru/drugie-vidy-prognozov/ob-ozhidaemom-kharaktere-vesennego-polovodya-2024-goda-na-rekakh-rossijskoj-federatsii>

6. Небывалое половодье в Якутии изменит подходы властей к противодействию стихии [электронный ресурс]: <https://rg.ru/2024/06/06/reg-dfo/u-pavodka-svoj-scenarij.html>

7. Небывалое наводнение в Намском районе [электронный ресурс]: <https://www.sakharparliament.ru/obshchestvo/21471-nebyvaloe-navodnenie-v-namskom-rajone>

8. Паводок 2024: на территории Намского района наблюдается постепенный спад воды [электронный ресурс]: <https://yakutia24.ru/rajony/pavodok-2024-na-territorii-namskogo-rajona-nablyudaetsya-postepennyj-spad-vody>

9. В Якутии под воду ушли целые деревни [электронный ресурс]: [https://vecherniy.com/news/v\\_jakutii\\_pod\\_vodu\\_ushli\\_celye\\_derevni/2024-05-24-1802](https://vecherniy.com/news/v_jakutii_pod_vodu_ushli_celye_derevni/2024-05-24-1802)

10. По предварительным данным, сумма ущерба от паводка в Намском районе Якутии составила 2 млрд рублей [электронный ресурс]: <https://ulus.media/2024/06/24/po-predvaritelnyim-dannym-summa-ushherba-ot-pavodka-v-namskom-rajone-yakutii-sostavila-2-mlrd-rublej/>

\* \* \*

## РАЗВИТИЕ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ

*Охлопков В.Е., Федорова Е.Я.*

ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН», Якутск

<sup>1</sup>suottu@gmail.com

<sup>2</sup>kat\_torg@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассматривается вопрос повышения самообеспеченности продуктов питания Республики Саха (Якутия), предложены меры по развитию аграрного сектора, включая поддержку местных производителей, внедрение инновационных технологий и создание новых

рабочих мест. Обсуждаются перспективы улучшения инфраструктуры и транспортной доступности, что необходимо для укрепления внутреннего рынка и обеспечения стабильного развития сельских территорий Якутии.

В условиях наложенных на Российскую Федерацию политических и экономических ограничений задача государственного и муниципального управления становится особенно важной. Обеспечение социальной и экономической стабильности требует значительного внимания к вопросам продовольственной безопасности, особенно в регионах с экстремальными климатическими условиями, таких как Республика Саха (Якутия). В этой связи стремление к независимости в производстве продуктов питания становится не просто актуальной задачей, но и жизненно важным элементом для укрепления внутреннего рынка и обеспечения благосостояния населения. Обеспечение населения качественными и доступными продуктами питания в условиях арктического климата требует внедрения инновационных подходов и технологий, а также формирования эффективной системы местного производства.

Рассмотрим обеспеченность продуктами питания в Республике Саха (Якутия), имеющая разнообразные показатели. Согласно данным Сахастана, рассмотрим сведения о потреблении продуктов питания на душу населения. Учитывая общие показатели производства продуктов и населения, который на 2022 год составил 992115 человек, мы провели расчеты. Определив объем производства продуктов на душу населения, был оценен уровень обеспеченности питанием, представленный в таблице 1. В целом, доля производства местных продуктов питания составила 58%. Обеспеченность по мясу и мясопродуктам составляет 27%, что является относительно низким показателем. Ситуация с молоком и молокопродуктами значительно лучше, их обеспеченность составляет 64%. Следует обратить внимание на мясо- и молокоперерабатывающие предприятия в регионе и оказать адресную поддержку их развития. Это поможет не только увеличить производство мяса и молока, но и создать новые рабочие места и стимулировать экономическое развитие Якутии. Также необходимо обратить внимание на качество и безопасность продукции. Развитие качественной системы контроля и сертификаций по-

может установить высокие стандарты качества и обеспечить безопасность потребителей. Проведение обучающих программ и консультаций для сельхозпроизводителей также поможет повысить качество производимого мяса и мясopодуkтов. Использование инновационных технологий и методов в производстве мяса и молока также поможет повысить конкурентоспособность продукции на рынке и обеспечить устойчивое развитие сельского хозяйства в Якутии.

Таблица 1 – Обеспеченность продуктов питания на душу населения в 2022 г.

Наименование	Произведено на душу населения, кг	Потребление на душу населения, кг	Обеспеченность, %
Мясо и мясopодуkты	23,6	87	27
Молоко и молокопродукты	158,9	248	64
Яиц, шт	156,2	248	63
Картофеля	74,1	80	93
Овощи и продовольственные бахчевые культуры	26,7	65	41

*Источник: [https://14.rosstat.gov.ru/selskoe\\_hoz](https://14.rosstat.gov.ru/selskoe_hoz)*

Уровень обеспеченности яиц составил 63%, картофеля – 93%, и овощей – 41%. Овощи играют важную роль в рационе питания и поэтому необходимо разработать меры по увеличению производства овощей в регионе, например через поддержку сельхозпроизводителей и создание специальных программ по развитию овощеводства. Также важно обратить внимание на технологии хранения и переработки овощей, чтобы уменьшить потери и обеспечить их доступность на протяжении всего года.

В целом, улучшение обеспеченности продуктами питания в регионе требует комплексного подхода и согласованных действий со стороны государственных и местных органов власти, а также предпринимателей и общественности. Так, к примеру, в 2024 году по поручениям Ил Дархана Республики Саха (Якутия) Айсена Николаева в республике продолжается работа по комплексному развитию сельских территорий и должна быть разработана Концепция развития сельского хозяйства Арктической зоны Якутии. Перед несколькими профильными министерствами поставлена задача в течение пяти лет создать не менее 15 территорий развития местного производства с новыми рабочими местами. В планах – активное вне-

дрение новых форм, методов и технологий, для чего Министерство сельского хозяйства республики совместно с Арктическим государственным агротехнологическим университетом намерены поддерживать начинания молодых специалистов, разрабатывающих новые инженерные решения. Будет усилена и работа агрошкол Якутии, которых насчитывается 96, а также работа по утверждению Концепции непрерывного агротехнологического образования в регионе, рассчитанной до 2030 года [1].

Также Министерством сельского хозяйства и продовольственной политики региона разработан проект программы научно-технического обеспечения развития сельского хозяйства республики на 2024-2027 годы. Ключевыми моментами в документе являются создание республиканского селекционно-семеноводческого центра и агробиотехнопарка. Данная программа в случае финансового обеспечения уже с 2025 года сможет начать работу по 3 направлениям. По семеноводству сельскохозяйственных культур для развития местной системы семеноводства, развитию кормопроизводства для создания резервного фонда кормов в Амгинском улусе и по развитию геопортала, усиливая аналитические и контрольные возможности технологий в области ИТ и ГИС с применением космических материалов для контроля качества использования субсидий по производству продукции растениеводства [2].

Необходимо осуществить комплексные меры для создания благоприятных условий, позволяющих повысить конкурентоспособность сельскохозяйственной продукции. В числе приоритетных задач – улучшение транспортной доступности сырья, расширение финансовых услуг, снижение инфраструктурных затрат через механизмы частно-государственного партнерства, а также развитие культуры потребления и обеспечение качественными кадрами перерабатывающие предприятия.

Отсюда, для стабильного производства местных товаров необходимо обеспечить перерабатывающие предприятия достаточными кредитными ресурсами для пополнения оборотных средств и приобретения оборудования. Особая поддержка потребует для строительства новых предприятий, включая инвестиционные субсидии и венчурное финансирование. Отметим также важность создания логистических центров для расширения сбыта, а также проведения фестивалей местной продукции, укрепляя культуру потребления. Необходима работа над созданием национальных брендов и защитой прав потребителей.

Таким образом, в современных условиях обеспечение продовольственной безопасности в Якутии требует комплексного подхода, который включает развитие местного производства, поддержку инноваций, улучшение инфраструктуры и повышение квалификации кадров. Важным шагом станет реализация программ по развитию сельских территорий и активное вовлечение всех заинтересованных сторон в этот процесс.

### **Литература**

1. Сельское хозяйство и АПК Якутии: об итогах года и планах [Электронный ресурс].- 2024 год. – URL: <https://yakutia-daily.ru/selskoe-hozyajstvo-i-ark-yakutii-ob-itogah-goda-i-planah/> (Дата обращения 15.05.2024)
2. В Якутии разработали программу научно-технического развития сельского хозяйства на 2024-2027 годы [Электронный ресурс].- 2024 год. – URL: <https://gtrksakha.ru/news/2024/01/22/v-yakutii-razrabotali-programmu-nauchno-tehnicheskogo-razvitiya-selskogo-hozyajstva-na-2024-2027-gody/> (Дата обращения 16.05.2024)

\* \* \*

---

## **ДЛИТЕЛЬНОЕ ХРАНЕНИЕ СЕМЯН СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ МНОГОЛЕТНЕЙ МЕРЗЛОТЫ**

---

*Охлопкова П.П. Алексеева В.И.*

Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства  
им. М.Г. Сафронова – обособленное подразделение  
ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН», Якутск  
E-mail: ooonauka2018@mail.ru

**Аннотация:** В статье приведены данные по проведению работ по длительному хранению семян ценных сортов сельскохозяйственных культур в условиях многолетней мерзлоты. Более 10 тыс. дублетных образцов зернобобовых культур из генетической коллекции ВИРа в 1976-1983 гг. заложены в криохранилище ИМЗ СО РАН учеными ВИРа, ЯНИИСХ

и ИБПК. В 2009 г. работа продолжена учеными ЯНИИСХ. В настоящее время, сбор семян для длительного хранения проводится молодежной лабораторией ЯНИИСХ генетических ресурсов растений в криолитозоне.

Сохранение генетического разнообразия растительных ресурсов в жизнеспособном состоянии является частью решения проблемы продовольственной безопасности страны. Так как семена являются источником генетической информации, то их сохранение в жизнеспособном состоянии является важной задачей для всех интересующихся сторон. Во всем мире работают генетические банки семян. Создаются оптимальные условия для длительного сохранения семян в жизнеспособном состоянии. В России с этой задачей успешно занимается Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР) [4, 6].

В Якутии более 40 лет ведутся работы по изучению использования естественного холода толщи многолетнемерзлых грунтов. Первые научные опыты были заложены в 1979 г. отделом семеноводства и семеноведения Всероссийского растениеводства имени Н.И. Вавилова (ВИР) и отделом селекции и семеноводства Якутского научно-исследовательского института сельского хозяйства (ЯНИИСХ), под научным руководством доктора сельскохозяйственных наук, профессора Н.Г. Хорошайлова и кандидата биологических наук В.Н. Дохунаева в двух подземных лабораториях Института мерзлотоведения. Первая партия семян хранилась на глубине 11 метров при температуре  $-2,7^{\circ}\text{C}$ , а вторая – 12 метров. На этой глубине температура постоянно отрицательная во все сезоны года  $-2,5^{\circ}\text{C}$  и амплитуда колебания незначительная. В это же время, для изучения влияния разных условий хранения на старение семян, в Кубанском государственном хранилище в 1979 г. семян заложены дублетные образцы хранящихся в толще многолетней мерзлоты семян бобовых и зернобобовых культур.

Вторая партия семян из коллекции ВИР в 1983 г. заложена Институтом биологических проблем криолитозоны Сибирского Отделения Российской академии наук (ИБПК СО РАН) под руководством Б.И. Иванова, доктора сельскохозяйственных наук.

В 1976-1983 годах на дублетное хранение в условиях вечномерзлых грунтов в шахте института мерзлотоведения ВИРОм было передано

10525 образцов, в т.ч.: 215 образцов бобов, 1274 вики, 2849 гороха, 8 долихоса, 191 люпина, 192 маша, 794 нута, 2773 сои, 1511 фасоли, 310 чечевицы обыкновенной, 324 чечевицы французской, 275 чины [6].

В 1984 г. сотрудник ЯНИИСХ М.С. Данилова под руководством профессора Н.Г. Хорошайлова защитила кандидатскую диссертацию по теме «Использование условий вечной мерзлоты для хранения семян сельскохозяйственных растений», где была доказана возможность использования условий вечной мерзлоты для хранения семян сельскохозяйственных растений [1].

Исследования по контролю всхожести хранившихся образцов семян провела научный сотрудник ЯНИИСХ Н.Н. Сторожева. В 2006 г. ею под руководством доктора сельскохозяйственных наук Н. Е. Павлова защищена диссертация на тему «Влияние длительного хранения семян сельскохозяйственных культур в толще многолетнемерзлых грунтов на жизнеспособность и фенотипическую изменчивость растений» [3].

В 2009 г. лабораторией селекции и семеноводства многолетних трав ЯНИИСХ собраны для закладки на длительное хранение семена 92 сортов из 8 научно-исследовательских учреждений СО РАН, в том числе:

- ГНУ Сибирского НИИ растениеводства и селекции (СибНИИРС) – 18 сортов,
- ГНУ Сибирского НИИ сельского хозяйства (СибНИИСХ) – 8 сортов,
- ГНУ Сибирского НИИ сельского хозяйства и торфа Сибирского отделения Россельхозакадемии (СибНИИСХиТ) – 17 сортов,
- ГНУ НИИ Аграрных проблем Хакасии (НИИ АП Хакасии) – 7 сортов,
- Алтайского НИИ сельского хозяйства (Алтайский НИИСХ) – 15 сортов,
- Бурятского НИИ сельского хозяйства (Бурятский НИИСХ) – 4 сорта,
- Сибирского НИИ кормов (СибНИИ кормов) – 12 сортов,
- Якутского НИИ сельского хозяйства (Якутское НИИСХ) – 11 сортов.

Всего 526 образцов из 45 сортов зерновых культур, 11 сортов зернобобовых и 36 сортов различных сельскохозяйственных культур [5].

Семена на длительное хранение заложены по методике ВИР «Методические указания по длительному хранению семян» [2]. Закладка семян проведена в 2010 г. в подземном леднике для хранения продуктов в Усть-Алданском улусе Республики Саха (Якутия). Но температура в подземном хранилище оказалась нестабильна. Это объясняется тем, что ледник открывается с наступлением сильных морозов для аккумуляции холода. В жаркие летние месяцы, когда температура окружающего воздуха доходит до  $+30^{\circ}\text{C}$  ...  $+32^{\circ}\text{C}$ , в леднике держится отрицательная температура и колеблется от  $-5^{\circ}\text{C}$  (в конце июня) до  $-23^{\circ}\text{C}$  (в конце декабря).

Из-за нестабильной температуры данного подземного ледника, в апреле 2014 г. семена переведены на длительное хранение в криохранилище в г. Якутске, построенное в 2012 г. СО РАН и Республики Саха (Якутия). Криохранилище расположено в слое многолетнемерзлых пород на глубине 10 метров с естественной температурой пород  $-2,4^{\circ}\text{C}$ . Его общая площадь  $150\text{ м}^2$  рассчитана на хранение 100 тыс. образцов семян. Поддержание круглогодично постоянных температур  $-6^{\circ}\text{C}$ ... $-10^{\circ}\text{C}$  осуществляется благодаря разработанной технологии использования естественного холода атмосферного воздуха в зимний период, аккумулярования и расходования его на охлаждение криохранилища в летнее время [4].

С 2001 г. по государственному заданию в ЯНИИСХ ведутся полевые опыты по изучению влияния длительного хранения семян в вечной мерзлоте на морфобиологические параметры сельскохозяйственных культур. Сравнительная оценка ритма роста и развития, морфологических и физиологических параметров растений сортов сельскохозяйственных культур после длительного хранения и их свежих аналогов показала отсутствие каких-либо значительных отклонений. Это означает, что на глубине 10-15 м в вечной мерзлоте при стабильных условиях, независящих от погодных и климатических факторов, в герметичной таре можно хранить семена ценных сортов сельскохозяйственных культур, периодически репродуцируя и перезакладывая их через каждые 20-30 лет.

В марте 2019 г. на длительное хранение заложены семена 11 сортов кормовых и зерновых культур селекции ЯНИИСХ. Всего 126 образцов.

В настоящее время, в хранилище заложены более 10 тыс. образцов семян сортов сельскохозяйственных культур, из них 652, заложены сотрудниками лаборатории селекции и семеноводства кормовых культур ЯНИИСХ. Молодежной лабораторией генетических ресурсов растений в криолитозоне, в данное время, проводятся работы по сбору семян сортов НИУ Сибири и Дальнего Востока для дальнейшей закладки их на длительное хранение в условиях толщи многолетней мерзлоты.

Таким, образом, опыт использования холода толщи многолетней мерзлоты может быть полезен и в дальнейшем для сохранения генетических ресурсов растений.

### **Литература**

1. Данилова М.С. Использование условий вечной мерзлоты для хранения семян сельскохозяйственных растений: дис. ... канд. биол. наук. Ленинград, 1984. С. 165.
2. Методические указания по длительному хранению семян / Сост. Н.В. Жукова, Н.Г. Хорошайлов. Ленинград: ВИР, 1981. С. 87.
3. Сторожева Н.Н. Влияние длительного хранения семян сельскохозяйственных культур в условиях толщи многолетнемерзлых грунтов на жизнеспособность и фенотипическую изменчивость: дис. ... канд. с.-х. наук. Якутск, 2006.
4. Сторожева Н.Н. Хранение семян сибирских сортов сельскохозяйственных культур в подземном хранилище // Тезисы докладов IV Вавиловской международной научной конференции «Идеи Н.И. Вавилова в современном мире». 20-24 ноября 2017 г. СПб. Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР). С. 151.
5. Сторожева Н.Н. Рост и развитие однолетних кормовых культур в первые годы длительного хранения в криохранилище // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. 2018. №4 (16). С. 57-65.
6. Филипенко Г.И., Силаева О.И., Сторожева Н.Н. Использование вечной мерзлоты с целью сохранения генетических ресурсов растений // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2012. Т. 169. С. 240-244.

## АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТЬ ШТАММОВ BACILLUS SUBTILIS 2СП И BACILLUS SUBTILIS 5СП, ВЫДЕЛЕННЫХ ОТ ДИКИХ ЖИВОТНЫХ ЯКУТИИ

*Павлов А.Г.<sup>1</sup>, Неустроев М.П.<sup>2</sup>*

<sup>1,2</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова, Якутск  
e-mail: deanonbitard@gmail.com

**Аннотация.** В данной статье представлено исследование антибиотикорезистентности штаммов *Bacillus subtilis* 2СП и *Bacillus subtilis* 5СП с использованием диско-диффузионного метода (ДДМ). Результаты показали, что штаммы *Bacillus subtilis* 2СП и 5СП демонстрируют выраженную резистентность к некоторым антибиотикам, с зонами ингибирования 10 мм и меньше. В частности, канамицин, стрептомицин и тетрациклин показали низкие значения зон ингибирования (4 мм, 10 мм и 5 мм соответственно), что свидетельствует о ограниченной эффективности этих антибиотиков против исследованных ферментно-пробиотических штаммов. Штамм *Bacillus subtilis* 5СП проявил полную резистентность к тетрациклину, а *Bacillus subtilis* 2СП – к стрептомицину.

**Введение.** Антибиотикорезистентность представляет собой значимую проблему в области медицины, фармакологии и ветеринарии, характеризующуюся способностью микроорганизмов противостоять действию антибиотиков [1]. Это явление приводит к снижению эффективности лечения бактериальных инфекций, увеличению заболеваемости и смертности, а также к устойчивому носительству патогенов. Механизмы антибиотикорезистентности существовали у микроорганизмов в природе задолго до их применения в медицинской практике, являясь результатом эволюционного давления и борьбы за выживание. В метагеномных исследованиях бактериальных штаммов [2], выделенных из неизменённых природных сред, таких как вечная мерзлота, были обнаружены гены, ответственные за устойчивость к антибиотикам, указывающие на древность этих механизмов.

Введение антибиотиков в медицинскую и ветеринарную практику значительно улучшило результаты лечения инфекционных заболеваний, но одновременно привело к селекции и распространению устойчивых штаммов патогенных микроорганизмов [3]. Антибиотикорезистентность была замечена уже вскоре после начала массового применения пенициллина и других антибиотиков, что вызвало тревогу среди научного сообщества и медицинских специалистов. С тех пор проводятся активные исследования, направленные на изучение механизмов антибиотикорезистентности и разработку эффективных методов борьбы с этим явлением.

В условиях актуальных проблем антибиотикорезистентности, исследование и внедрение ферментно-пробиотических кормовых добавок на основе штаммов *Bacillus subtilis* представляет собой перспективное направление. В настоящее время законодательство Российской Федерации запрещает использование антибиотиков в качестве стимуляторов роста, что создает необходимость поиска альтернативных подходов для поддержания и улучшения здоровья животных. Пробиотики, такие как *Bacillus subtilis*, представляют собой потенциально эффективные средства для поддержания здоровой микробиоты кишечника и повышения общего иммунного статуса животных. Изучение антибиотикорезистентности этих штаммов имеет важное значение для их эффективного использования в сочетании с антибиотиками в случаях, когда требуется усиленная терапия. Понимание механизма взаимодействия между пробиотиками и антибиотиками поможет оптимизировать их совместное применение и снизить риск развития резистентных штаммов, что в свою очередь повысит общую эффективность лечения и профилактики инфекций у животных.

**Целью** данного исследования было оценить антибиотикорезистентность штаммов *Bacillus subtilis* 2СП и *B. subtilis* 5СП с использованием метода диско-диффузии на агаровых пластинах.

**Материалы и методы.** Для оценки антибиотикорезистентности штаммов *B. subtilis* 2СП и *B. subtilis* 5СП использовался метод диско-диффузии (ДДМ) на агаровых пластинах. Для этого бактерии были инокулированы на агаровые пластины, содержащие питательную среду, и инкубировались при 37°C в течение 24 часов. На поверхности агаровых пластин размещались диски с антибиотиками, каждый из которых имел определённую концентрацию: канамицин (30 мкг), амоксициллин (30 мкг), тетрациклин (30 мкг), эритромицин (15 мкг), азитромицин (30 мкг), хлорамфеникол

(30 мкг), стрептомицин (25 мкг), пенициллин G (10U), цефазолин (30 мкг) и левофлоксацин (5 мкг). По окончании инкубации зоны ингибирования роста бактерий вокруг дисков были измерены в миллиметрах с использованием цифрового штангенциркуля.

Результаты и обсуждения. Согласно проведённым исследованиям, пр зоны ингибирования  $\leq 10$  мм указывают на выраженную резистентность штаммов *B. subtilis* 2СП и *B. subtilis* 5СП к определённым антибиотикам. В частности, канамицин, стрептомицин и тетрациклин демонстрируют низкие значения зон ингибирования (4 мм, 10 мм и 5 мм соответственно), что свидетельствует о их ограниченной эффективности против этих ферментно-пробиотических штаммов. Полную резистентность к тетрациклину показал штамм *B. subtilis* 5 СП, к стрептомицину *B. subtilis* 2СП. Данные антибиотики могут быть рекомендованы для лечения острых инфекционных заболеваний в сочетании с ферментно-пробиотической кормовой добавкой на основе штаммов *B. subtilis* 2СП и *B. subtilis* 5СП, поскольку они способны вызывать синергетические эффекты, способствующие эффективной санации патогенной флоры и минимизации негативного воздействия на пробиотическую микрофлору. При этом выбор антибиотиков должен основываться на систематическом анализе данных о резистентности, который позволит оптимизировать терапевтические подходы, сохраняя при этом функциональную активность полезных микроорганизмов.

Таблица 2 – Антибиотикорезистентность штаммов бактерий *Bacillus subtilis* 2СП и *Bacillus subtilis* 5СП

№	Наименование антибиотика	Штаммы	
		<i>Bacillus subtilis</i> 2СП	<i>Bacillus subtilis</i> 5СП
1	Канамицин 30 мг	4	5
2	Амоксициллин 30 мг	23	21
3	Тетрациклин 30 мг	5	-
4	Эритромицин 15 мг	18	15
5	Азитромицин 30 мг	27	22
6	Хлорамфеникол 30 мг	13	15
7	Стрептомицин 25 мг	-	10
8	Пенициллин G 10U	14	15
9	Цефазолин 30 мг	15	16
10	Левофлоксацин 5 мг	23	23

\*Примечание: зоны ингибирования представлены в мм.

По отношению к канамицину, тетрациклину и стрептомицину штаммы *Bacillus subtilis* 2СП и *Bacillus subtilis* 5СП продемонстрировали зоны ингибирования, не превышающие 10 мм, что свидетельствует о выраженной антибиотикорезистентности этих микроорганизмов. Тетрациклин синтезируется актиномицетами, такими как *Streptomyces aureofaciens* и *S. viridochromogenes*. Стрептомицин вырабатывается *S. griseus*, а канамицин – *S. kanamyceticus*. Интерес представляет наблюдаемая резистентность *B. subtilis* к антибиотикам, синтезируемым актиномицетами рода *Streptomyces*. Такая резистентность может свидетельствовать о потенциальных эволюционных взаимодействиях между *B. subtilis* и *Streptomyces*. Это предполагает, что *B. subtilis* развил адаптивные механизмы противодействия антибиотикам, вырабатываемым конкурентами, что отражает сложные экосистемные взаимодействия и эволюционные давления в сообществе микроорганизмов.

Бактерии рода *Streptomyces* преимущественно обитают в почве [4], где выполняют ключевую роль в разложении органического вещества и поддержании цикла питательных веществ. Эти актиномицеты, являясь абиотическими микроорганизмами, колонизируют верхние слои почвы, древесину, растительные остатки и прочие органические субстраты. Обладая способностью адаптироваться к разнообразным экосистемам, включая почвы и другие элементы окружающей среды, *Streptomyces* значительно влияют на биогеохимические циклы и являются важными производителями вторичных метаболитов, таких как антибиотики, что подчеркивает их значение как для экологии, так и для медицины.

Недавние исследования подтвердили присутствие микроорганизмов рода *Streptomyces* в естественной микробиоте лошадей [5, 6]. Это открытие имеет важное значение, так как подчеркивает потенциальную роль *Streptomyces* в поддержании здоровья кишечной микрофлоры этих животных. Присутствие таких бактерий может влиять на микробное сообщество в кишечнике, осуществляя антагонистическое действие по отношению к патогенным микроорганизмам, а также участвуя в обмене веществ и укреплении иммунного ответа.

В связи с вышеупомянутыми фактами, использование ферментно-кормовой добавки на основе штаммов *B. subtilis* 2СП и *B. subtilis* 5СП представляется перспективным направлением. Эти штаммы демонстри-

руют естественную резистентность к антибиотикам, выделяемые стрептомицетами и могут эффективно функционировать в микробиоте лошадей, содействуя поддержанию здоровой кишечной флоры и укреплению общего иммунного статуса животных.

### Литература

1. Абдулкадырова, А.Т. Антибиотикорезистентность: Исследование механизмов антибиотикорезистентности и поиск новых подходов к лечению / Абдулкадырова А.Т., Юсуппаева П. П., Аджиева Ф. С. // Научный форум: сборник статей IV Международной научно-практической конференции, Пенза, 25 августа 2023 года. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.). – 2023. – С. 134-136.
2. Petrova, M. Molecular structure and translocation of a multiple antibiotic resistance region of a *Psychrobacter psychrophilus* permafrost strain / Petrova M., Gorlenko Z., Mindlin S. // FEMS Microbiology Letters. – 2009. – №296 (2). – 190-197.
3. Kalugina, E.A. The problem of antibiotic resistance in industrial animal / Kalugina E.A. // Язык и наука: вопросы продуктивного взаимодействия: Материалы региональной студенческой научно-практической конференции, Орел, 15 декабря 2022 года. – Орел: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина. – 2023. – Р. 65-67.
4. Базилбеков, Б.М. Оптимизация состава питательных сред и технические показатели получения инокулума для производства биопродукта на основе *Streptomyces* бактерий / Б.М. Базилбеков, Доолоткелдиева Т.Д. // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. – 2021. – №4. – С. 94-98.
5. Mach, N. Priming for welfare: gut microbiota is associated with equitation conditions and behavior in horse athletes / Mach N. [et al.] // Scientific reports. – 2020. – №10 (1): 8311.
6. Bond, S.L. Upper and lower respiratory tract microbiota in horses: bacterial communities associated with health and mild asthma (inflammatory airway disease) and effects of dexamethasone / Bond S.L. [et al.] // BMC Microbiol. – 2017. – №17 (1).

\* \* \*

## ЕСТЕСТВЕННЫЕ ПОТЕНЦИАЛЫ В КРИОЛИТОЗОНЕ 2017-2024 НА МАРИ И НА ПЛОЩАДКЕ С ТАЛИКОМ

*Павлов Е.А.<sup>1</sup>, Козлов В.И.<sup>1</sup>, Баишев Д.Г.<sup>1</sup>, Федорова Л.Л.<sup>2</sup>, Куляндин Г.А.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Институт космофизических исследований и аэронауки им. Ю.Г. Шафера – обособленное подразделение ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН», Якутск

<sup>2</sup>Институт горного дела Севера им. Н.В. Черского – обособленное подразделение ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН», Якутск  
e-mail: vkozlov@ikfia.ysn.ru, baishev@ikfia.ysn.ru, pochta\_baki@mail.ru, larfed-90@rambler.ru, kgavrilu@yandex.ru

**Аннотация.** Рассмотрены вариации естественных потенциалов на мари и на площадке с таликом в криолитозоне около Якутска. Вариации потенциалов на сухом участке с таликом коррелируют с вариациями на заболоченном участке, но по величине меньше в 10 раз. С августа по сентябрь 2023 г проведены геофизические исследования методами георадиолокации и электротомографии. Выделены: граница – подошва сезонно-талого слоя, таликовая зона на возвышенности в сосновом лесу со значениями кажущегося удельного электрического сопротивления от 63 до 100 Ом\*м. На заболоченном участке, в низине под слоем мха, высокие значения УЭС (300-3000 Ом\*м) соответствуют подземному льду.

Летом верхний слой вечномерзлого грунта около Якутска оттаивает только к началу зимы на 1-3 м. Под влиянием барьера слоя вечной мерзлоты колебания содержания влаги в верхнем слое значительны. Выпадения дождя приводит к резкому увеличению увлажнения, соответствующему увеличению проводимости и изменению величины естественных потенциалов. К такому же резкому увеличению увлажненности и соответствующему изменению величины естественных потенциалов приводит весеннее снеготаяние.

Экспериментальные исследования проводились на двух рядом расположенных площадках на таежном полигоне ИКФИА СО РАН в 25 км от г. Якутска и на удалении 7 км от ЛЭП. Одна площадка включает забо-

лоченный участок (марь), а вторая расположена на «сухом» участке, содержащем талик. Две пары 100 м измерительных линий захватывают неоднородность, заболоченный участок (марь). Измерения на паре линий, расположенных на заболоченном участке, производятся с помощью 24-битной геофизической электромагнитной измерительной системы METRONIX ADU-07e. На остальных линиях измерения проводились с помощью специального логгера. Вторая пара линий сдвинута на 1 м к востоку и северу относительно первой. Третья пара линий расположена полностью на сухом участке с таликом. Линия 100 м С-Ю расположена как продолжение С-Ю второй пары линий. Данные по естественным потенциалам приведены на рисунке 1.

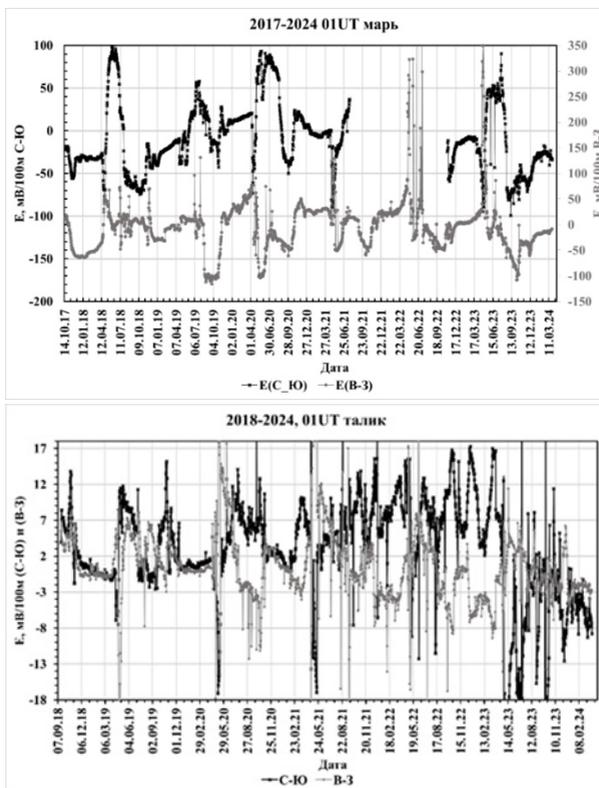


Рисунок 1 – Данные по естественным потенциалам по двум площадкам

Весной с 17.04 по 11.05 на парах линий с марью наблюдается резкое изменение потенциалов на 55-90 мВ, вызванное таянием снега. Далее наблюдается изменение в обратную до 20.05 на 170 мВ, вызванное стеканием воды (вешние воды). До середины июля наблюдается плато и затем изменение в сторону отрицательных потенциалов на 50 мВ, связанное с оттайкой верхнего слоя грунта. В середине ноября происходит подъем до зимних значений. Зимой наблюдается слабо изменяющееся плато. На участке с таликом наблюдается качественно похожая картина. Только размах составляет 63 мВ/100м и стабильный зимний уровень составляет от -0,9 до 2 мВ/100м. Наблюдаются резкие выбросы величин естественных потенциалов во время дождливых дней. Вариации потенциалов на линии на сухом участке коррелируют с вариациями на участке, содержащем марь, но по величине меньше примерно в 10 раз.

Межгодовые вариации лучше всего прослеживаются в период полного промерзания верхнеталого грунта (ноябрь-апрель). По зимним наблюдениям наблюдается плавная вариация длительностью более 8 лет, в течении которых велись наблюдения с 2017 г. до 2024 г. В 2020 г. произошло изменение знака наклона вариации.

Зимние значения на рисунке 2. эта вариация, возможно, определяется межгодовой вариацией магнитного поля. На геомагнитной лаборатории Какиока изменение наклона вариации магнитного поля наблюдалось, как и в Якутске, в 2016 и 2020, что соответствует изменению наклона вариаций естественных потенциалов, зарегистрированных нами. На Магаданской магнитной станции также в 2020 г.

С августа по сентябрь 2023 г на полигоне проведены геофизические исследования методами георадиолокации и электротомографии. Георадарные исследования выполнены на частоте 100 МГц (георадар «ОКО-3») по двум профилям: ПР15 и ПР16. На рисунке 3 начало и конец профилей обозначено как: «начало ГЛ», «конец ГЛ». на правой панели приведены данные георадиолокации о сезонно-талом слое по профилю ПР15. На радарограмме выделена граница: подошва сезонно-талого слоя (красная линия). Этот слой на волновой картине прослеживается в виде протяженных осей синфазности, состоящих из последовательности высокоамплитудных сигналов одной фазы. Высокие значения амплитуд на границе талых и мерзлых пород связаны с контрастом в значениях ве-

щественной части диэлектрических проницаемостей – низких значений для мерзлых и высоких – для талых, увлажненных. Увлажнение происходит на границе сезонно-талого слоя в результате накопления влаги от осадков на водоупоре, который образован мерзлыми породами. Как видно, в начале профиля (до 15-17 м) по эта граница не прослеживается, что можно интерпретировать как отсутствие резко изменяющихся свойств пород на этом отрезке.

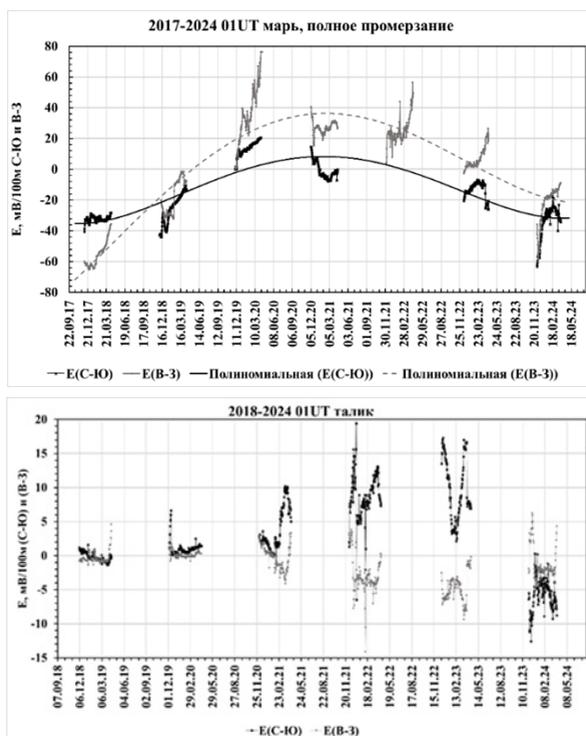


Рисунок 2 – Данные по естественным потенциалам зимой на мари и на участке с таликом

По профилю ПР16 данные георадиолокации также позволили проследить границу талых и мерзлых песков. По обоим профилям предположить наличие талика затруднительно т.к. на радарограммах присутству-

ет сезонно-талый слой, то есть имеется граница талые-мерзлые. Однако, по профилю ПР15, как отмечалось выше, есть участок, где отражения от этого слоя не прослеживаются. Можно предположить, что именно в этом месте находится талик. Для подтверждения этих данных далее рассмотрен геоэлектрический разрез – электротомография, выполненный электроразведочной аппаратурой «Скала 48К12». Длина электроразведочного профиля (ПР ЭЛТ) 331 м. Выявлена таликовая зона (окрашена белым и светло-розовым цветом). Значения кажущегося удельного электрического сопротивления (УЭС) для нее составили от 63 до 100. В правой части разреза отображаются высокоомные значения УЭС, соответствующие льду в низине под слоем мха на мари. Эти измерения дают обоснования определению двух модельных площадок, как площадки с марью и таликом.

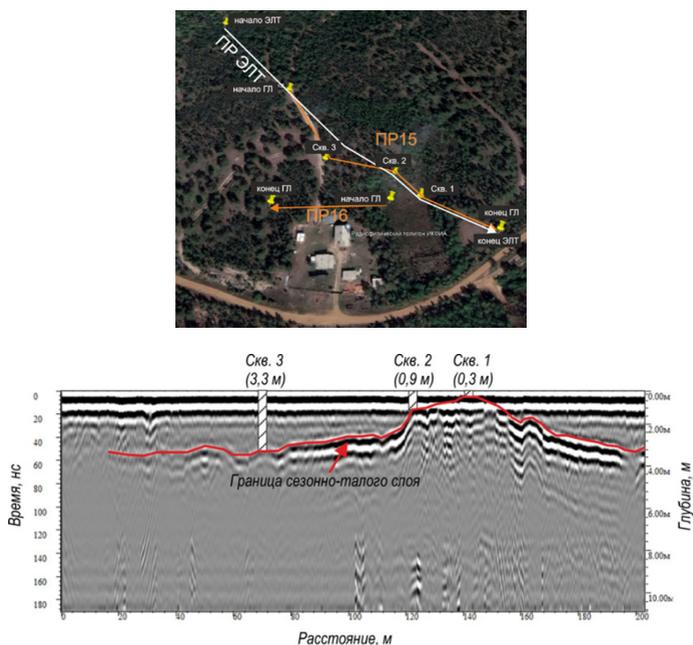


Рисунок 3 – План-схема местности проведения геофизических исследований. Справа приведены данные георадиолокации о сезонно-талом слое по профилю ПР15

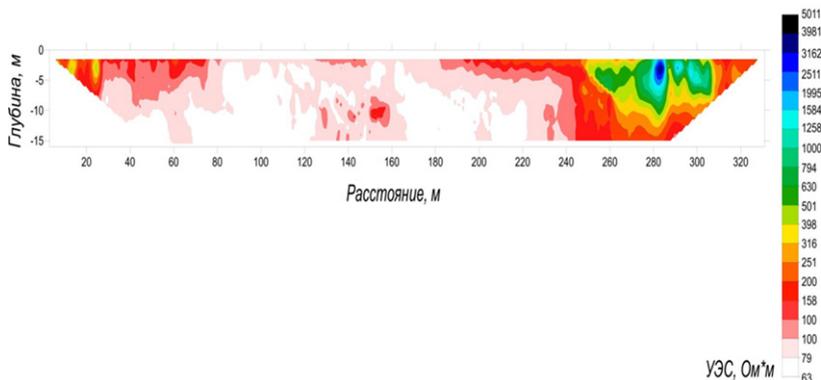


Рисунок 4 – Геоэлектрический разрез по данным электротомографии

Заболоченные участки – мари образуются при слабом стоке воды, и составляют до 6% всей территории Якутии. Часть верхнего мерзлотного слоя местами содержит незамерзшую влагу и образует талики. В Якутии их распространённость достигает до 20-30%.

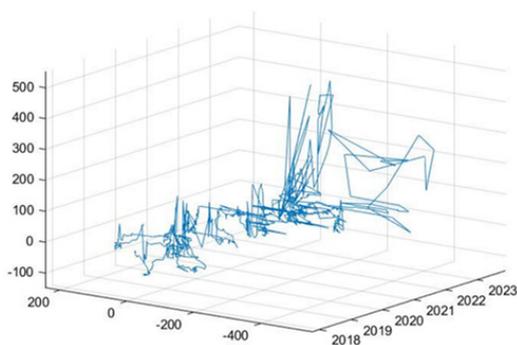


Рисунок 5 – Годограф вектора суточных значений естественных потенциалов

На рисунке 5, 3D модели годографа вектора суточных значений естественных потенциалов в период с осени 2018 года по зиму 2023 года, наблюдается, что с каждым годом максимум изменения амплитуды  $E$  увеличивается. Это можно объяснить постепенным увеличением влажности почвы.

Деградация вечной мерзлоты из-за потепления приводит к росту заболоченных участков и таликов. Увлажнение почвы в свою очередь увеличивает электропроводность грунта и это обязательно надо учитывать при расчете возникающих геомагнитно индуцированных токов в магистральных объектах при магнитных возмущениях.

\* \* \*

## ДИНАМИКА ПОТОКОВ CO<sub>2</sub> НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ РОССИИ: ВКЛАД В ПОНИМАНИЕ УГЛЕРОДНОГО ЦИКЛА В АРКТИКЕ

*Петров Р.Е.<sup>1</sup>, Карсанаев С.В.<sup>1</sup>, Григорьев М.Р.<sup>1</sup>, Максимов Т.Х.<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup>Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН – обособленное подразделение ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН», Якутск

<sup>2</sup>Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр СО РАН», Якутск  
sakhfluxnet@gmail.com

**Аннотация.** Данная работа исследовала динамику потоков углекислого газа (CO<sub>2</sub>) в тундровых экосистемах Северо-востока России, подчеркивая важность арктических регионов для глобального углеродного цикла. Используя метод вихревой ковариации, авторы проанализировали данные, выявив сезонные колебания потоков CO<sub>2</sub> и увеличение продолжительности вегетационного периода. Тундровая экосистема станции Чокурдах функционировала как чистый поглотитель углерода с ежегодным поглощением  $0,8 \pm 0,2$  т С га<sup>-1</sup> год<sup>-1</sup>. Авторы подчеркнули необходимость мониторинга арктических экосистем для оценки воздействия изменения климата и разработки стратегий смягчения его последствий.

Изменение климата представляет собой одну из самых серьезных угроз для экосистем и климатической стабильности на планете. Арктические регионы, играют ключевую роль в глобальном углеродном цикле. Исследование направлено на изучение динамики потоков углекислого газа (CO<sub>2</sub>) репрезентативных тундровых экосистем на Северо-востоке

России с использованием метода вихревой ковариации, который сочетает звуковой анемометр uSonic-3 (Metek, Германия) для измерения скорости ветра и газоанализатор Li-7500 (Li-Cor, США) для определения концентрации CO<sub>2</sub>. Этот подход позволяет проводить высокочастотные прямые измерения потоков углерода, что обеспечивает высокую точность данных.

Анализ многолетних данных показал значительные сезонные колебания потоков CO<sub>2</sub>, отражающие реакцию экосистемы на изменения окружающей среды. Отмечается увеличение продолжительности вегетационного периода на две недели. Так по данным наблюдений, в 2010 году снег таял 10 июня, в то время как в 2023 году снежный покров сошел 26 мая. Эти изменения свидетельствуют о смещении вегетационного периода, что может иметь серьезные последствия для экосистемы и углеродного обмена.

Смена вегетационного периода и колебания потоков CO<sub>2</sub> могут указывать на потенциальное влияние изменения климата на связывание углерода в Арктике. Увеличение температуры и изменение режима осадков могут привести к изменению биомассы и, как следствие, к изменению углеродного поглощения. Важно отметить, что в настоящее время тундровая экосистема станции Чокурдах функционирует как чистый поглотитель углерода с ежегодным поглощением  $0,8 \pm 0,2$  т С га<sup>-1</sup> год<sup>-1</sup>. Это подчеркивает критическую роль арктических регионов в глобальном углеродном бюджете.

По нашим предварительным данным, основанным на двадцатилетних наблюдениях за углекислотными потоками в типичных тундровых экосистемах, сток углерода в тундровой зоне усиливается в связи ( $\tau = 0.391$ ,  $p = 0.03$ ) с потеплением климата и расширением ареала древесно-кустарниковых видов вдоль прибрежной зоны рек. Лесные экосистемы центральной Якутии на сегодняшний день являются перестойными и перезрелыми. Термокарстовые процессы после лесных пожаров приводят к избыточной увлажненности территории и деградации, в первую очередь, лиственных лесов ( $\tau = -0.338$ ,  $p = 0.04$ ) (рисунок 1).

За последние пять лет отмечаются так же учащение случаев тундровых пожаров естественного характера. Вызванные грозовой активностью пожары в Арктических регионах, потенциально могут усилить

цепную реакцию деградации растительного покрова и многолетней мерзлоты и связанное с этим высвобождение климатически активных газов из хрупкой тундровой экосистемы.

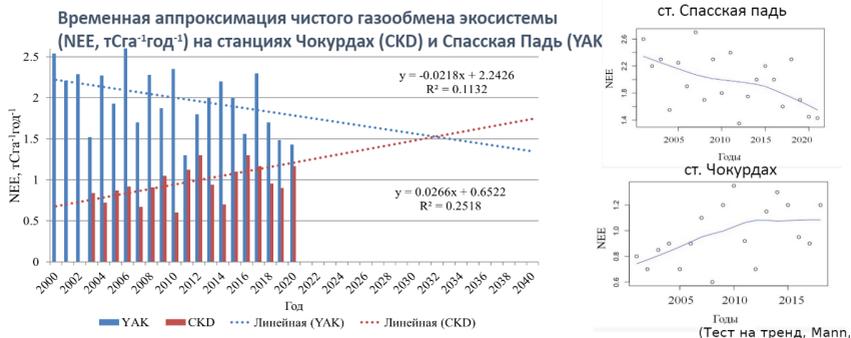


Рисунок 1 – Интерпретация трендов возможного изменения направления стока углерода на лесной научной станции «Спасская падь» (SPA) и типичной тундровой станции «Чокурдах» (CKD) мониторинговой сети SakhaFluxNet с 2000 по 2020 гг.

Учитывая значимость арктических регионов для глобального углеродного цикла, необходимо усилить мониторинг и комплексные исследования этих экосистем. Это позволит более точно оценивать влияние изменения климата и разрабатывать стратегии для смягчения его последствий и точного подсчета углеродных единиц для реализации проектов по декарбонизации и продажам углеродных квот.

*Работа выполнена в рамках реализации важнейшего инновационного проекта государственного значения «Разработка системы наземного и дистанционного мониторинга пулов углерода и потоков парниковых газов на территории Российской Федерации, обеспечение создания системы учета данных о потоках климатически активных веществ и бюджете углерода в лесах и других наземных экологических системах» (рег. №123030300031-6). Работа выполнена в рамках базового проекта - Исследование биогеохимических циклов и адаптивных*

*реакций растений бореальных и арктических экосистем северо-востока России (код научной темы: FWRS-2021-0024; номер гос. регистрации в ЕГИСУ: AAAA-A21-121012190034-2; руководитель: д.б.н. Максимов Т.Х.) и с применением оборудования ЦКП ФИЦ «ЯНЦ СО РАН» (грант № 13.ЦКП.21.0016): инфракрасный газоанализатор CO<sub>2</sub> и паров воды Li-7500 открытого типа (LI-COR), портативный инфракрасный газоанализатор EGM-4 (PP-System).*

\* \* \*

---

## **ПРИМЕНЕНИЕ МОНИТОРИНГОВЫХ ГЕОКРИОЛОГИЧЕСКИХ И МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ В ПРОГНОЗЕ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ СУБАРКТИКИ**

---

*Пермяков П.П.<sup>1,2,3</sup>, Попов Г.Г.<sup>1</sup>, Жирков А.Ф.<sup>2</sup>,  
Варламов С.П.<sup>2</sup>, Винокурова Т.А.<sup>2</sup>, Кириллин А.Р.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Институт физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова – обособленное подразделение ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН», Якутск,

<sup>2</sup> Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, Якутск

<sup>3</sup> Инженерно-технический институт Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова, Якутск  
permyakov2005@mail.ru

**Аннотация.** Представлены результаты долговременного численного прогноза и натурного мониторингового наблюдения температурного режима грунтов в луговых и лесных ландшафтных комплексов и грунтов основания линейных сооружений (дорог). Результаты показывают, что в естественных условиях происходит повышение температуры деятельного слоя и увеличение глубины протаивания. Прогноз тепловлажностного режима в системе земляное полотно – грунтов основания железной дороги показывает при потеплении климата, усиливаются миграционные процессы влаги. При циклическом промерзании-протаивании грунтов проявляются деструктивные мерзлотные процессы пучения и просадки,

особенно на сильнольдистых грунтах. Для повышения устойчивости инженерных сооружений должны соблюдаться критерии качества природно-технических геосистем. Для достоверного прогноза необходимы надежные геоинформационные мониторинговые данные.

Технические решения по обеспечения устойчивости инженерных сооружений на многолетнемерзлых грунтах должны соблюдать критерии качества природно-технических геосистем. Критерии качества ограничивают область работоспособности сооружений по предельным состояниям (несущей способности, деформациям, устойчивости положения и др.), а также область устойчивости территории к развитию деструктивных геокриологических процессов. В случаях, когда по данным мониторинга, либо по данным прогноза, хотя бы один из критериев качества не удовлетворяется, это свидетельствует о выходе природно-технических геосистем в область опасности и необходимости проведения стабилизирующих мероприятий.

Эксплуатация различных инженерных сооружений в Арктических и Субарктических районах криолитозоны является одним из важнейших научной и практической задачей. Несмотря на многолетний опыт строительства и эксплуатации жилых и промышленных объектов в криолитозоне, имеются многочисленные примеры деформации сооружений иногда аварийного характера, а также экологического ущерба, наносимого северным территориям нерациональным землепользованием. По данным И.И. Железняк [1] до 50% зданий, построенных в криолитозоне, претерпевают деформации. При этом отказы оснований и фундаментов сооружений (до 33-59%) происходят из-за неправильной их эксплуатации. Ущерб, причиняемый сверхнормативным взносом зданий на Севере, достигает, например, в условиях Воркуты от 1,4 до 1,6% в год при норме 0,8%, а затраты на ремонтно-восстановительные работы часто превышают стоимость первоначального строительства.

Экологические нарушения сказываются не только на самой окружающей среды, но ухудшают геокриологические условия площадных сооружений. Проявляются различные негативные мерзлотные процессы: термокарст, заболачивание активизируются термопросадки и пучения линейных сооружений нефтегазопроводов, дорог и т.д.

Подводя итог изложенному, можно сформулировать основные требования к эксплуатации в криолитозоне. Прогнозная оценка основывается на реальных данных натурального наблюдения с учетом погодных изменений.

В Центральной Якутии в 1950-е и 1960-е гг. более детальные и комплексные теплофизические наблюдения за формированием теплового режима грунтов были организованы на экспериментальных площадках Северо-восточного отделения Института мерзлотоведения. В связи с расширением городского строительством выявлены новые проблемы техногенного воздействия: удаление снежного и дернового покровов, укладка асфальтового, бетонного, теплоизоляционных материалов (пенопластового и пленочного и др.). Для более детального исследования на теплобалансовом стационаре «Якутск» выполнено круглогодичное изучение влияния техногенных воздействий Институтом мерзлотоведения СО АН СССР [2].

Сеть наблюдательных пунктов расширилась в связи со строительством промышленных объектов с освоением газоносных районов, прокладкой и эксплуатацией газопроводов Таас Тумус-Якутск, Мастах-Якутск, а также со строительством магистральных нефте- и газопроводов ВСТО, Сила Сибири (2004-2023 гг.).

В настоящее время Институтом мерзлотоведения СО РАН проводится самый длительный непрерывный мониторинг термического состояния верхних горизонтов многолетнемерзлых пород (глубина 10-20 м) в естественных и нарушенных условиях на стационарах Чабыда и Туймаада и экспериментальных полигонах лево- и правобережье р. Лена в широте г. Якутска [3, 4].

В настоящее время усилилось приборное обеспечение мониторингового наблюдения, а также расширилось программное обеспечение обработки натуральных мониторинговых данных. Разрабатывается методика дистанционной передачи и автоматической обработки первичных данных. Используются современные методы решения некорректных задач [5].

Основными термическими параметрами, которые могут быть индикаторами тепловой эволюции верхних горизонтов криолитозоны, являются: мощность сезонноталого слоя ( $\xi$ ), среднегодовые температуры на подошвах слоя сезонного протаивания ( $t_{\xi}$ ) и слоя годовых теплооборотов ( $t_0$ ).

Расширение наблюдательных мониторинговых сетей повысила информативность и качество натурального эксперимента, что позволило более достоверно оценить мерзлотное состояние криолитозоны России за последние десятилетия.

Объектами исследований являются грунты слоя годовых теплооборотов до глубины 10-20 метров. Также в холодный сезон наблюдается высота снежного покрова и в конце теплого сезона определяется мощность сезонноталого слоя. Методика проведения мониторинга показала свою надежность, и с успехом используется современным приборным обеспечением мониторинговых наблюдений в разных природно-климатических условиях.

*Пример. 1.* Приводятся результаты мониторингового наблюдения в трех различных площадках: разнотравный луг, сосновый и лиственничный леса.

В результате наблюдения (33 года) при потеплении климата показывает, что потепление идет с различной интенсивностью в зависимости рельефа, внешней температуры, снега и растительности. На разнотравном лугу 2 надпойменной террасе мощность сезонноталого слоя имела тенденцию к увеличению. В сосновом лесу на той же террасе мощность сезонноталого слоя увеличивалась до 2008 г., затем в последние годы имеет тенденцию к сокращению. Мощность сезонноталого слоя в лиственничном лесу на высокой террасе наоборот увеличивается.

Результаты мониторингового наблюдения и численного расчета (рис.1.), показали что мощность деятельного слоя изменяется на лугу в пределах 180-200 см, в сосновом лесу – 160-190 см и лиственничном лесу – 140-160 см. Лесной массив занижает в осенне-зимний период отепляющее влияние снега из-за удержанием снега кронами леса. В летний период увеличение осадков способствует росту растительности и тем самым увеличивая его затененности поверхности и увлажненность приповерхностного слоя грунта, что способствует сохранности многолетней мерзлоты.

Установлено удовлетворительное совпадение данных натуральных наблюдений и результатов численного эксперимента. Общий ход динамики по неоднозначности свидетельствует о влиянии современного потепления климата на термический режим грунтов.

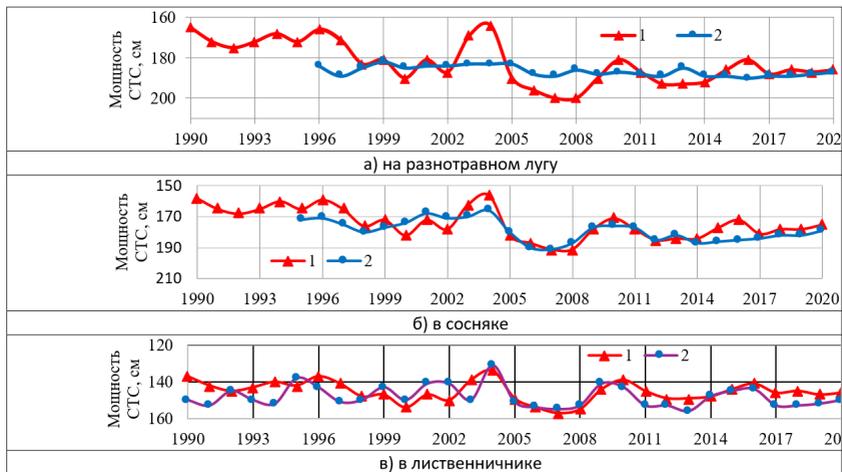


Рисунок 1 – Динамика мощности СТС: 1 – расчетные значения;  
2 – натурные наблюдения

*Пример 2.* Трансформация тепло- и влажностного режима тела насыпи и грунтового основания при потеплении климата.

Второй пример связан со строительством железной дороги в районах многолетней мерзлоты. На рис. 2 представлены результаты компьютерного моделирования температуры и влажности грунта в теле насыпи и его основании за 50 лет при повышении среднегодовой температуры воздуха на  $4^{\circ}\text{C}$ . Часть железнодорожного полотна проложена на участках сильнольдистых многолетнемерзлых грунтов. Насыпь из скального грунта имеет следующие размеры: высота 7 м, ширина по верху (полоса движения) – 7 м и по подошве грунтового насыпа – 30 м. В основании насыпи залегают многолетнемерзлые льдистые суглинки (рис. 2). В качестве исходных параметров – температуры воздуха, количество атмосферных осадков, альbedo, скорость ветра, взяты данные метеостанций Покровск, Якутск, Амга. Натурные ежегодные измерения толщины снега проводились в период максимального снегонакопления (март-апрель). Начальное распределение температуры и суммарной влажности, теплофизические характеристики грунтов заданы с учетом данных натурных исследований [4].

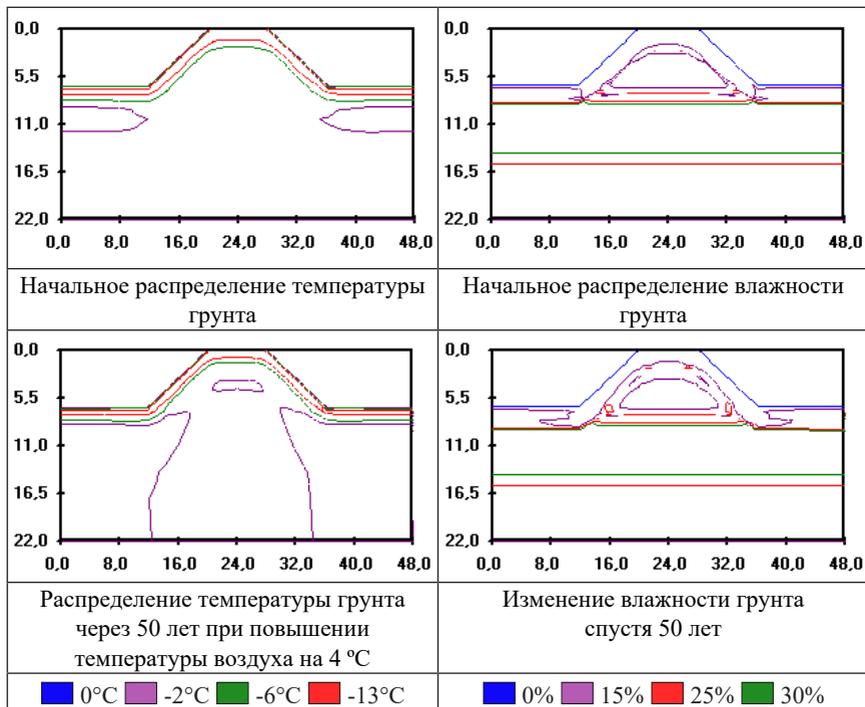


Рисунок 2 – Трансформация тепло- и влажностного режима тела насыпи и грунтового основания при потеплении климата

Насыпь полотна железной дороги имеет охлаждающий эффект и со времени в грунтовом основании полотна формируется мерзлая зона, происходит поднятия верхней кровли мерзлоты. В мерзлом основании миграции влаги протекает медленно, в верхней части деятельного слоя и полотна дороги формируется зона повышенной влажности за счет циклического промерзания-протаивания и за счет атмосферных осадков. Накопление влажности на поверхности мерзлого грунта идет постепенно и зависит от температуры внешней среды и количества атмосферных осадков.

*Пример 3.* Пучение и осадки полотна дороги на высокой насыпи нами рассматривается в двух сценариях: в первом без изменения среднегодовой температуры воздуха равной минус 10°C и втором – при

потеплении климата на 4°C. В первом сценарии наблюдается процесс пучения полотна, это связано стабилизацией температурного режима и многогодичной миграцией влаги к фронту промерзания. При потеплении климата усиливается процесс протаивания грунта, увеличивается подвижность незамерзшей воды, которая сопровождается пучением и просадкой полотна железной дороги (рис. 3).

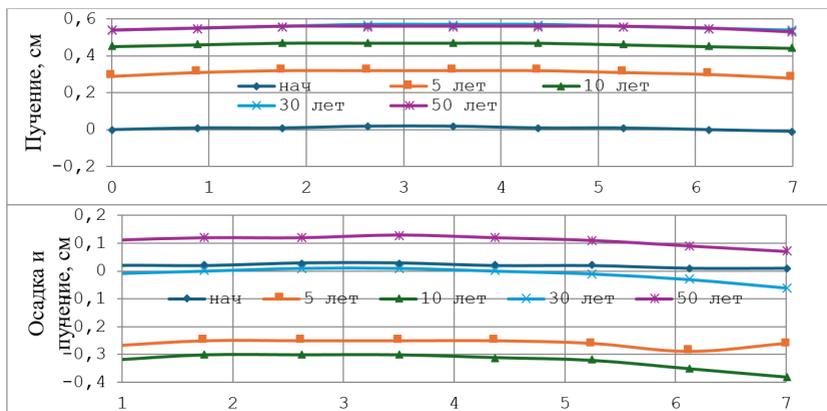


Рисунок 3 – Динамика пучения поверхности насыпи по времени: первый год; через 5 лет; 10 лет; 30 лет и 50 лет

Для автомобильных и железных дорог процент деформации связан с пучинными поднятиями земляного полотна и осадками на сильнольдистых грунтах основания при их оттаивании. Известны случаи морозной деструкции дорожной одежды и её механического разрушения транспортом.

Технические решения по обеспечения устойчивости инженерных сооружений на многолетнемерзлых грунтах должны соблюдать критерии качества природно-технических геосистем. Критерии качества ограничивают область работоспособности сооружений по предельным состояниям (несущей способности, деформациям, устойчивости положения и др.), а также область устойчивости территории к развитию деструктивных геокриологических процессов. В случаях, когда по данным мониторинга, либо по данным прогноза, хотя бы один из критериев качества не

удовлетворяется, это свидетельствует о выходе природно-технических геосистем в область опасности и необходимости проведения стабилизирующих мероприятий.

Сбор и систематизация данных натурного исследования проведены в рамках НИОКТР №122011800062-5 «Тепловое поле и криогенная толща северо-востока России. Особенности формирования и динамика. Расчет и анализ данных, подготовка доклада осуществлены за счет гранта Российского научного фонда №23-61-10032 «Разработка методов гибридного интеллекта для решения задач диагностики состояния объектов инфраструктуры в районах Крайнего Севера на базе высокопроизводительных вычислительных систем».

### **Литература**

1. Железняк И.И. Методика обследования мерзлых оснований эксплуатируемых сооружений и восстановление их надежности: Обзорная информация. М.: Ин-т экономики жилищно-коммунального хоз-ва АКХ им. К.А. Памфилова, 1990. С. 43.
2. Павлов А.В. Теплообмен почвы с атмосферой в северных и умеренных широтах территории СССР. Якутск, 1975. С. 302.
3. Варламов С.П., Скачков Ю.Б., Скрыбин П.Н. Мониторинг теплового режима грунтов Центральной Якутии. Якутск: Изд-во ФГБУН ИМЗ СО РАН, 2021. С. 156.
4. Варламов С.П., Скачков Ю.Б., Скрыбин П.Н., Балута В.И. Многолетняя изменчивость термического состояния верхних горизонтов криолитозоны Центральной Якутии. Природные ресурсы Арктики и Субарктики / Arctic and Subarctic Natural Resources. 2023; 28 (3): С. 398-414.
5. Пермяков П.П. Математическое моделирование негативных мерзлотных процессов. Новосибирск: СО РАН, 2023. С. 163.

\* \* \*

# АНАЛИЗ РЕГИСТРИРУЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ АКУСТИКО-ЭМИССИОННОГО КОНТРОЛЯ В ПРОЦЕССЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ЛОКАЛЬНОГО НАГРУЖЕНИЯ ТОНКОСТЕННОГО СТАЛЬНОГО ОБРАЗЦА С КОНЦЕНТРАТОРОМ НАПРЯЖЕНИЙ

*Прокопьев Л.А.<sup>1</sup>, Андреев Я.М.<sup>1</sup>, Семенов С.О.<sup>1</sup>, Лукин Е.С.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН», Якутск

<sup>2</sup>Институт физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова  
– обособленное подразделение ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН», Якутск  
L.prokopyev@yandex.ru

**Аннотация.** Проведено исследование особенностей регистрируемых параметров АЭ-контроля в процессе низкотемпературного локального нагружения. Накопительный график числа импульсов, полученных в процессе охлаждения, соответствует виду графика нагружения, получаемого в результате нагружения стандартными методиками нагружения. Исключение выбросов – скачков, источником которого являются продолжительные АЭ-импульсы, является эффективным способом фильтрации, необходимым при построении информативного графика зависимости числа импульсов от КИН.

**Введение.** Акустико-эмиссионный (АЭ) метод неразрушающего контроля является одним из важнейших методов дефектоскопии и диагностики материалов в атомной, нефтяной и газовой промышленности. В некоторых случаях, где прямой доступ к объекту контроля ограничен, использование АЭ-контроля может стать незаменимым для выявления и оценки опасности дефектов [1, 2]. В настоящее время, с развитием данного метода, исследуется известная зависимость количества акустических импульсов от коэффициента интенсивности напряжений следующего вида [3]:

$$N_a = \beta K_1^\alpha \quad (1)$$

где  $N_a$  – количество акустических импульсов (С соб.),  $K_1$  – коэффициент интенсивности напряжений (КИН),  $\alpha, \beta$  – коэффициенты степенной зависимости количества акустических импульсов от КИН.

Данная зависимость в перспективе может стать основой для разработки инструментального метода определения таких параметров механики разрушения, как КИН.

Кроме этого, коллективом авторов разработана и развивается способ локального низкотемпературного нагружения объекта контроля, заключающегося в охлаждении локальной зоны объекта контроля с целью обуславливания возникновения в этой зоне растягивающих напряжений [4]. В связи с недостаточной изученности особенностей использования данного способа, в настоящей работе исследуются характеристики параметров, получаемых при регистрации АЭ-импульсов, а также способы первичной обработки и фильтрации АЭ-сигналов.

Целью данной работы является исследование особенностей регистрируемых параметров АЭ-контроля в процессе низкотемпературного локального нагружения.

Существует множество способов фильтрации и первичной обработки параметров акустико-эмиссионных сигналов, полученных при проведении АЭ-контроля. Разработанный и развиваемый [4] способ локального низкотемпературного нагружения имеет ряд особенностей, требующих исследования способов фильтрации и их влияния на интерпретацию результата контроля.

Одним из отличий способа низкотемпературного нагружения от стандартной методики нагружения объекта контроля является отсутствие посторонних шумов, испускаемых от насосного оборудования и других механических источников шума. Это дает преимущество, заключающееся в возможности оценки данным способом параметров механики разрушения, с использованием известной степенной зависимости количества акустических импульсов от КИН [5].

На рисунке 1 показан общий вид нагружения образца в виде стального листа размером 1050x1050x3мм, с искусственно нанесённым центрально расположенным концентратором напряжений трещиноподобного вида.

На рисунке 2 показан накопительный счёт числа зарегистрированных акустических импульсов в зависимости от времени испытания. Также на данном графике наложены показания датчика температуры, расположенного в зоне воздействия хладагента. Виден непрерывный

ступенчатый характер графика регистрации АЭ сигналов, с началом, совпадающим с началом процесса охлаждения образца, что, свидетельствует о том, что источником данных сигналов является область концентрации напряжений.



Рисунок 1 – Общий вид нагружения образца

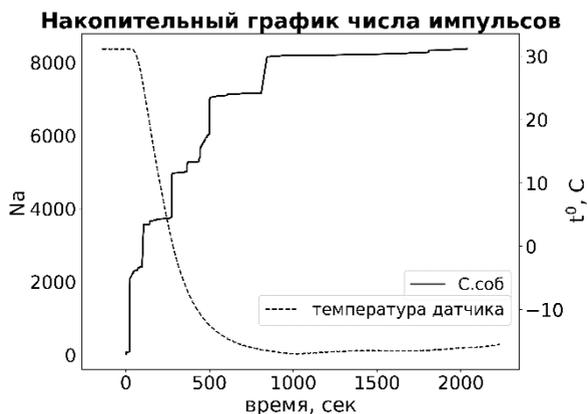


Рисунок 2 – Накопительный счёт числа акустических импульсов в зависимости от времени испытания

На рисунке 3 показан результат применения способа фильтрации акустических сигналов, заключающегося в исключении сигналов, лоцированных на расстоянии более 20 см от места расположения концентратора напряжений. Данный способ позволяет оценить характеристики тех сигналов, испускаемых непосредственно в области концентратора напряжений.

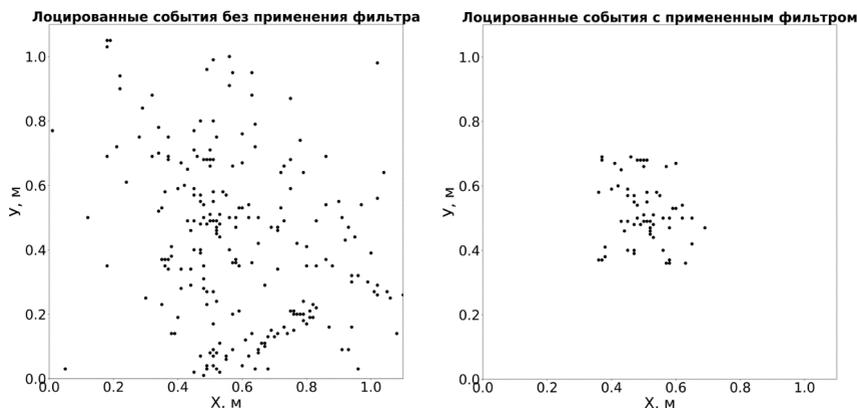


Рисунок 3 – Результат применения фильтрации сигналов на графике лоцирования акустических импульсов

На рисунке 4 представлено амплитудно-частотное распределение зарегистрированных АЭ-сигналов. Наибольшее количество сигналов имеет частоту, находящуюся внутри диапазона в 50-200кГц. По амплитуде и частоте полученных сигналов не заметно значительных отличий между фильтрованными и нефильрованными данными акустических сигналов. Можно сделать вывод о том, что сигналы, лоцированные в значительном расстоянии от места расположения концентратора напряжений, входят в совокупность АЭ-сигналов, испускаемых от единственного источника – концентратора напряжений. В таком случае, применение данного фильтра становится нецелесообразной, а график подобного лоцирования объясняется погрешностью настройки антенн и скорости звука в программе оборудования АЭ-контроля.

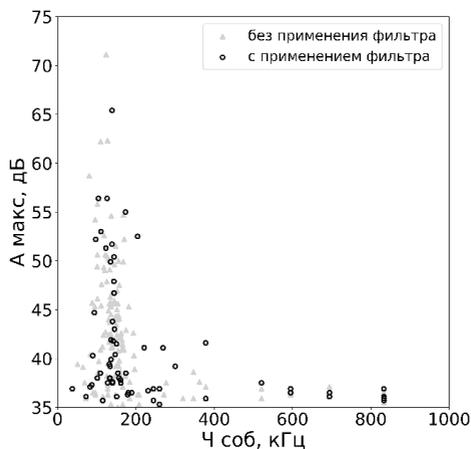


Рисунок 4 – Амплитудно-частотное распределение зарегистрированных АЭ-сигналов

Другим способом фильтрации АЭ-сигналов является исключение выбросов – скачков, источником которого являются продолжительные АЭ-импульсы, с числом событий, на порядки превышающим число событий в единичном стандартном АЭ-импульсе. Как правило, подобные импульсы существенно не влияют на процедуру поиска и классификации дефектов, выполняемую согласно стандартным методикам. Однако, подобные выбросы могут внести существенную погрешность в расчетах для установления зависимости числа АЭ-импульсов от коэффициента интенсивности напряжений (КИН) (формула 1).

На рисунке 5 показан график зависимости числа импульсов от КИН в логарифмическом масштабе. Значения КИН в данной работе получены в результате конечно-элементного расчёта. Заметно существенное искажение степенного вида графика по причине наличия вышеописанных выбросов. В данном случае применение данного фильтра АЭ-сигналов позволяет «выравнивать» график, что позволяет применить графический метод или метод наименьших квадратов для нахождения коэффициентов степенной зависимости количества акустических импульсов от КИН (формула 1). Вышеописанные результаты могут быть использова-

ны для разработки новых методов определения параметров механики разрушения на основе характеристик акустических сигналов, исходящих от вершины трещины.

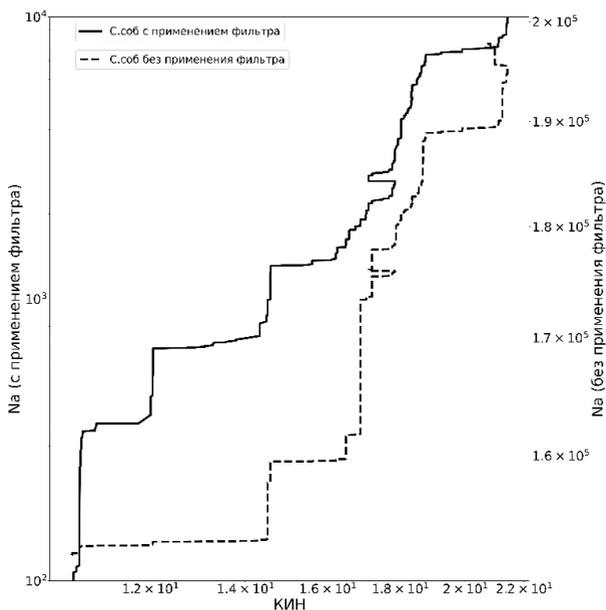


Рисунок 5 – График зависимости числа импульсов от КИН

### Заключение

Накопительный график числа импульсов, полученных в процессе охлаждения, соответствует виду графика нагружения, получаемого в результате нагружения стандартными методиками нагружения.

Наибольшее количество сигналов имеет частоту, находящуюся внутри диапазона в 50-200кГц и с амплитудой до 55дБ. Источником полученных сигналов является область, где непосредственно расположен концентратор напряжений.

Исключение выбросов – скачков, источником которого являются продолжительные АЭ-импульсы с большим числом событий, является эффективным способом фильтрации, необходимым при построении информативного графика зависимости числа импульсов от КИН.

*Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (Рег. №НИ-ОКТР 122042000005-4).*

*Работа выполнена с использованием научного оборудования ЦКП ФИЦ «ЯНЦ СО РАН».*

### **Литература**

1. Мурая Е.Н. Физические основы моделирования акустико-эмиссионного метода контроля // Наука, техника и образование. 2019. №4 (57). С. 15-18.
2. Попов А.В., Самуйлов А.О., Черепанов И.С. Применение и оценка технического состояния композиционных материалов в летательных аппаратах и беспилотных летательных аппаратах акустико-эмиссионным методом неразрушающего контроля // Advanced Engineering Research (Rostov-on-Don). 2021. №4. С. 328-336.
3. Буйло, С. И. Физико-механические, статистические и химические аспекты акустико-эмиссионной диагностики: монография / С.И. Буйло; Южный федеральный университет. Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2017. С. 184.
4. Способ низкотемпературного локального нагружения объекта при акустико-эмиссионном методе неразрушающего контроля: пат. 2614190 Рос. Федерация / Большаков А.М., Андреев Я.М. Федеральное государственное учреждение науки Институт физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова сибирского отделения Российской академии наук, ИФТПС СО РАН. – №2016102107; заявл. 22.01.2016; опубл. 23.03.2017; бюл. №9.
5. Danegan H.L., Harris D.O., Tatro C.A. Fracture analysis by use of acoustic emission // Engineering fracture mechanics. 1968. №1. P. 105-422

\* \* \*

## ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ НАУЧНЫХ ПОДХОДОВ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ОЛЕНЕВОДСТВА В АРКТИКЕ

*Решетников А.Д.<sup>1</sup>, Барашкова А.И.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Якутский научно-исследовательский институт  
им. М.Г. Сафронова – обособленное подразделение  
ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН», Якутск

**Аннотация.** В 2013 г. в наш институт поступила информация главы Анабарского района Джабраиловой Л.К. о массовой гибели домашних северных оленей в 8-ми стадах от нападения кровососущих членистоногих в МУП «Арктика» и МУП имени Героя труда Ильи Спиридонова.

Повсеместное распространение кровососущих двукрылых насекомых на территории Якутии и причиняемый ими ущерб животноводству побуждает исследователей постоянно совершенствовать меры борьбы с этими членистоногими.

Основополагающими факторами при этом являются знания региональных особенностей экологии насекомых. Анализ тенденций развития и совершенствования ветеринарных мероприятий по охране здоровья животных от инвазионных болезней, в частности от эктопаразитов, показывает, что основными критериями являются изыскания препаратов с высоким уровнем экологической избирательности; разработка стратегии их применения, обеспечивающей при минимальных уровнях расхода и кратностях обработок максимальные экономические выгоды и безопасность для природы; органическая совместимость ветеринарных мероприятий в технологические процессы ведения животноводства. Исходя из этого, полученные нами данные по экологии компонентов гнуса в различных зонах Якутии послужили базой для проведения работ по защите животных от комаров, слепней, мошек и мокрецов на агроценозах.

По современным воззрениям любые обработки с целью защиты от гнуса целесообразно проводить только на тех участках, где численность кровососущих двукрылых насекомых превышает экономический порог вредоносности. Эта величина и является критерием проведения защитных мероприятий в животноводстве против гнуса. Экономическим по-

рогом вредоносности (численности) принято считать такую плотность популяции насекомых вредного вида, когда стоимость защитных мероприятий окупается стоимостью сохраненной продукции менее чем однократно [1, 2]. Экономически ощутимым порогом считается изменения 3-5% потери продуктивности. По Р.П. Павловой [3], 3% уровень снижения молочной продуктивности у коров вызывают 4136 особей комаров в течение суток (34 экз./учёт на взрослом животном или 176 слепней (4,4 экз./учёт). Использование препаратов не только репеллентными, но и контактным инсектицидным действием для защиты от гнуса отмечали давно [4, 5]. Ценность и перспективность любых инсектицидов определяется в первую очередь их избирательной токсичностью для вредных насекомых по сравнению с теплокровными животными.

Для спасения северных оленей в Якутском научно-исследовательском институте сельского хозяйства была разработана программа защиты северных оленей от кровососущих двукрылых насекомых и имаго оводов в условиях тундры. Данная программа защиты животных показала положительный эффект. Работа была проведена в агроценозе северо-западной Приморской тундры в 2013 году во время каления (перекочевок) оленеводческого стада №7 с численностью 2000 оленей (бригадир Р.Д. Туприн). При этом изучено инсектицидное действие пиретроида по действующему веществу (ДВ) при ультрамалообъемном опрыскивании (УМО) территории тандера – мест отдыха оленей. До обработки количество комаров за одномоментный учет на олене составляло до 4610 экземпляров. На 2-5-е сутки на тандере количество комаров за учет составило до 1264 экз. Количество комаров уменьшается в 4 раза и сохраняется 4-5 дней. В результате проведения защиты северных оленей от нападения кровососущих комаров падеж взрослых животных и молодняка одного года не наблюдался, падеж телят оленей текущего года составлял 11,4%.

При массовом нападении кровососущих комаров на стадо домашних северных оленей при отсутствии защитных мероприятий наиболее беззащитными являются телята текущего года рождения и молодняк 1 года, у первых падеж составляет от 47,4 (в 2014 году) до 76,2% (в 2012), вторых – от 35,5 (в 2014) до 50% (в 2012 году). Потеря взрослого поголовья оленей от падежа при массовом нападении кровососущих комаров превышает 20-22,6% (табл.).

Таблица – Ущерб, наносимый оленеводству при массовом нападении гнуса

№	Половозрастные группы животных	Количество животных по половозрастным группам	Остаток в конце года	Пало от нападения комаров	Потери северных оленей от падежа при массовом нападении кровососущих комаров, %	Расчет экономического ущерба			
						живой вес 1 головы, кг	всего в живом весе, тонн	цена реализации, 1 кг	экономический ущерб от падежа, тыс. руб.
<b>2011 год – без защиты оленей от нападения кровососущих комаров</b>									
1	Количество животных в стаде	3114		600		20	12	103	<b>1236</b>
<b>2012 год – без защиты оленей от нападения кровососущих комаров</b>									
1	Телята текущего года	420	100	320	76,2	8	2,56	106	271,36
2	Молодняк 1 года	100	50	50	50	55	2,75	106	291,5
3	Количество животных в стаде	2000	1600	400	20	20,025	8,01	106	849,06
									<b>1411,92</b>
<b>2013 год – с организацией защиты оленей от нападения кровососущих комаров</b>									
1	Телята текущего года	350	310	40	11,4	8	0,32	113	36,16
2	Молодняк 1 года	100	100	0	0	0	0	113	0
3	Количество животных в стаде	1400		0	0	8	0,32	113	36,16
									72,32
<b>2014 год – без защиты оленей от нападения кровососущих комаров</b>									
1	Телята текущего года	570	300	270	47,4	8	2,16	130	280,8
2	Молодняк 1 года	310	200	110	35,5	55	6,05	130	786,5
3	Самцы 2 лет	100	50	50	50	80	4	130	520
4	Количество животных в стаде	1900	1470	430	22,6	28,39	12,21	130	1587,3
									<b>3174,6</b>
<b>Средний ущерб от падежа при отсутствии защиты оленей за три года (2011, 2012, 2014 гг.)</b>									<b>1940,84</b>

## Литература

1. Экономические пороги вредоносности главнейших вредных видов насекомых и клещей. М.: Агропромиздат, 1986. С. 22.
2. Танский И.В. Биологические основы вредоносности насекомых / ВИЗР. М.: Агропромиздат, 1988. С. 182.
3. Павлова Р.П. Сравнительная вредоносность и экономические пороги вредоносности кровососущих двукрылых насекомых для дойных коров // Пробл. энтомологии и арахнологии: сб. науч. тр. ВНИИВЭА. Тюмень, 1997. Вып. 38. С. 112-130.
4. Павлов С.Д., Павлова Р.П., Хлызова Т.А., Фёдорова О.А. Определение вредоносности насекомых комплекса «гнус» для крупного рогатого скота // Труды Всероссийского научно-исследовательского института ветеринарной энтомологии и арахнологии: Сб. науч. тр. Тюмень, 2011. С. 196-206.
5. Павлов С.Д. Защита крупного рогатого скота и северных оленей от гнуса и оводов в Тюменской области: Методические рекомендации / С.Д. Павлов, Г.С. Сивков, Р.П. Павлова, В.Н. Домацкий, Н.И. Белецкая, Т.А. Хлызова, О.А. Фёдорова, А.А. Гавричкин, М.В. Лешёв, А.А. Никонов, С.В. Латкин. Тюмень: ООО «Экстро», 2010. С. 59.

\* \* \*

---

## НОВЫЕ ПИТАТЕЛЬНЫЕ СРЕДЫ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ШТАММОВ БАКТЕРИЙ *B.SUBTILIS*

---

*Решетникова А.И., Тарабукина Н.П.*

Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства  
имени М.Г. Сафронова – обособленное подразделение  
ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН», Якутск.

E-mail: alireshet777@mail.ru

**Аннотация.** В статье представлены результаты испытаний трех жидких питательных сред для культивирования *Bacillus subtilis* на основе овса, пшеницы и ячменя с добавлением карбоната калия. Для производства

пробиотических добавок важным является удешевление составов питательных сред для обеспечения высокого титра бактериальной массы. Максимальная численность *B.subtilis* ТНП-3 достигалась на среде из отвара овса и карбоната калия на 72 часах роста (до  $10^{11}$  КОЕ/см<sup>3</sup>), при стабильном рН от  $7,2 \pm 0,05$  до  $7,0 \pm 0,05$ . Пшеничная среда начиная с 48 часов роста начинает постепенно снижать КОЕ в пределах  $10^{11}$  КОЕ/см<sup>3</sup>. Ячменная среда показала наименьшую эффективность, КОЕ снижается до  $10^9$ . Для дальнейших исследований выбран овсяной отвар как перспективная основа для конструирования питательных сред.

*Bacillus subtilis* – это грамположительные спорообразующие аэробные бактерии, перспективные пробиотические микроорганизмы, которые продуцируют широкий спектр биоактивных соединений, безопасные для человека и животных. В настоящее время в агробiotехнологии востребованы в конструировании пробиотических добавок для сельскохозяйственных животных. Пробиотические добавки являются аналогами кормовых антибиотиков, которые запрещены из-за антибиотикорезистентности организмов [1, 2].

Производство пробиотических кормовых добавок как биотехнологический процесс является трудоемким и дорогостоящим. В целях повышения экономической эффективности и увеличение ключевых показателей, обеспечивающих высокий титр будущего биопрепарата, разрабатываются новые способы удешевления компонентного состава кормовых добавок в основу которого лежит питательная среда [3]. Штаммы бактерий *B. subtilis* в лабораторных условиях культивируют на синтетических твердых и жидких питательных средах, таких как мясопептонный агар (МПА), Гаузе №2 агаризованная и мясопептонный бульон (МПБ). Однако недостатком указанных сред является их дороговизна и трудоемкий способ приготовления. В промышленных масштабах для получения кормовой добавки использование данных сред не является технологичным [4].

Целью данной работы является испытание новых жидких питательных сред для культивирования *B. subtilis*, состоящие из зерновых культур.

Материалы и методы. Исследования проведены в лаборатории по разработке микробных препаратов и лаборатории ветеринарной биотехнологии Якутского НИИСХ имени М.Г. Сафронова.

Тест-штамм: *B. subtilis* ТНП-3, депонирован во Всероссийской государственной коллекции штаммов микроорганизмов, используемые в ветеринарии и животноводстве ФГБУ ВГНКИ (Справка о депонировании от 08.08.2022 г. №320 П).

Компоненты сред. Для подбора и конструирования питательных сред использовали семена яровой пшеницы сорта «Приленская-19», ярового овса сорта «Виленский» и ярового ячменя сорта «Тамми», из коллекции лаборатории селекции и семеноводства кормовых культур ЯНИИСХ. Дополнительно для улучшения ростовых свойств в питательные среды добавляли карбонат кальция (СТО 321915-001-20157229-2019).

В качестве контроля питательных сред использовали МПБ (ТУ 9398-021-78095326-2006).

Состав зерновых питательных сред, г/мл:

Опытная среда 1. Отвар овса 3% (3 г семян на 100 мл), карбонат кальция 1 г;

Опытная среда 2. Отвар пшеницы 3%, карбонат кальция 1 г;

Опытная среда 3. Отвар ячменя 3%, карбонат кальция 1 г;

Проведены исследования по определению влияния концентрации карбоната кальция на рост *B. subtilis* ТНП-3. Исходя из которых выявлено оптимальное содержание минеральных составных: 1 г на 100 мл отвара зерновых.

Для посева штамма бактерий *B. subtilis* ТНП-3 готовили суспензию по стандарту мутности бактериальных взвесей, равное 10 МЕ. Проводили посев 0,1 мл бактериальной суспензии на 100мл среды. Культивирование производили в шейкер – инкубаторе «ES-20» при вращении со скоростью 240 об/мин, при температуре 37°C в течение 72 часов.

Рост микроорганизмов на питательных средах оценивали количественным методом в соответствии с МУК 4.2.2316-08 «Методы контроля бактериологических питательных сред» [5]. Для определения количества бактерий в 1 мл провели 9 – кратное разведение испытуемых сред в изотоническом растворе NaCl. Посев осуществляли с 7 и 8 разведений по 0,1мл на чашки Петри с МПА, культивировали в термостате ТС-1/80 СПУ при 37°C в течение 24 часов.

Также в ходе опытов измеряли рН сред с помощью прибора Mettler Toledo Seven Easy и микроскопировали мазки, окрашенные по Граму. Статистическую обработку полученных данных осуществляли с использованием программы Microsoft Excel, по методу Стьюдента. Опыты проводили в 3-х кратной повторности.

Результаты и обсуждения. Полученные образцы питательных сред имеют приятные специфичные запахи пшеницы, ячменя и овса. Питательные среды имеют кремово-желтый цвет с осадком, легко разбивающимся при встряхивании.

В ходе экспериментов при культивировании штаммов бактерий *B. subtilis* ТНП-3 в термостате при температуре 37°C, как на опытных питательных средах, так и на МПБ (контроль), наблюдали одинаковый рост без помутнения, с образованием на поверхности пленки и выпадением его в осадок при встряхивании, что характерно для аэробных спорообразующих бактерий.

При микроскопировании были видны грамположительные споровые и вегетативные бациллы, посторонних морфологических форм не выявлено. Результаты культивирования штамма бактерии *B. subtilis* ТНП-3 в питательных средах приведены в Таблице 1.

Таблица 1. Результаты культивирования *B. subtilis* ТНП-3 в опытных средах

Наименование среды	Количество бактерий, КОЕ/см <sup>3</sup>			Динамика рН (M±m)		
	24ч	48ч	72ч	24ч	48ч	72ч
Опытная среда 1	2x10 <sup>10</sup>	4,1x10 <sup>10</sup>	5x10 <sup>11</sup>	7,2±0,05	7,1±0,05	7,0±0,05
Опытная среда 2	3x10 <sup>11</sup>	4x10 <sup>11</sup>	1x10 <sup>11</sup>	7,4±0,05	7,1±0,04	7,1±0,04
Опытная среда 3	3x10 <sup>10</sup>	5,4x10 <sup>10</sup>	7x10 <sup>9</sup>	6,3±0,05	6,2±0,1	5,8±0,05
Контроль (МПБ)	6,1x10 <sup>9</sup>	5,2x10 <sup>9</sup>	2x10 <sup>10</sup>	7,1±0,05	7,2±0,05	7,6±0,05

Результаты исследования показывают, что рост бактерий и динамика изменения рН различаются в зависимости от состава зерновых питательных сред. В опытной среде 1, содержащей отвар овса 3% и карбонат кальция, наблюдался значительный рост бактерий за 72 часа (с 2x10<sup>10</sup> до 5x10<sup>11</sup> КОЕ/см<sup>3</sup>). Значительный рост бактерий может быть объяснен вы-

соким содержанием питательных веществ в овсе, что создаёт благоприятные условия для их размножения. Динамика pH показывает незначительное снижение с 7,2 до 7,0, что также свидетельствует о стабильной среде для роста бактерий.

В опытной среде 2, содержащей отвар пшеницы 3% и карбонат кальция, наблюдается другой характер роста бактерий. Высокое начало роста ( $3 \times 10^{11}$  КОЕ/см<sup>3</sup>) сохранялось на протяжении первых 48 часов с небольшим спадом к 72 часам ( $1 \times 10^{11}$  КОЕ/см<sup>3</sup>). Стабильность pH в пределах 7,4-7,1 указывает на достаточную буферную способность среды, что также может поддерживать активное размножение микроорганизмов в первые 48 часов.

Опытная среда 3, содержащая отвар ячменя 3% и карбонат кальция, показала другой результат. Количество бактерий увеличилось с  $3 \times 10^{10}$  до  $5,4 \times 10^{10}$  КОЕ/см<sup>3</sup> за 48 часов, но затем резко снизилось до  $7 \times 10^9$  КОЕ/см<sup>3</sup> к 72 часам. Значительное снижение pH с 6,3 до 5,8 может свидетельствовать о накоплении кислых продуктов метаболизма бактерий, что возможно обусловило угнетение их роста на поздних стадиях эксперимента.

Контрольная среда (МПБ) также показала определённый рост бактерий (с  $6,1 \times 10^9$  до  $2 \times 10^{10}$  КОЕ/см<sup>3</sup>) с увеличением pH с 7,1 до 7,6 к 72 часам. Это можно объяснить тем, что контрольная среда была достаточно богата питательными веществами и отсутствием ингибиторов, что создало оптимальные условия для роста.

Полученные данные согласуются с ранее опубликованными результатами других исследований, демонстрирующих, что источники углеводов, такие как овес и пшеница, могут обеспечивать активный рост микроорганизмов [6,7]. Однако также важно учитывать соотношение углеводов и pH среды, так как образование кислых метаболитов может приводить к угнетению роста бактерий, что подтверждается результатами для опытной среды 3 [8].

В целом, эти результаты позволяют заключить, что различные зерновые отвары по-разному влияют на рост бактерий и динамику изменений pH. Для дальнейших испытаний выбрали отвар овса в качестве перспективной основы питательных среды для культивирования *B.subtilis*.

## Литература

1. Новые перспективные штаммы *Bacillus subtilis*, выделенные из мерзлотных почв Якутии / Н.П. Тарабукина, А.А. Былгаева, А.М. Степанова С.И. Парникова, М.П. Неустроев // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. Т. 53. №2. С. 85-93.
2. Решетникова, А.И. Перспективы создания пробиотических кормовых добавок // Ларионовские чтения-2023: Сборник научно-исследовательских работ по итогам научно-практической конференции: в 2-х частях, Якутск, 17 февраля 2023 года. Якутск: Издательский дом СВФУ, 2023. С. 313-316.
3. Астахов М.М., Козицын А.Е., Саенко К.Ю. Повышение доступности компонентов питательной среды в условиях периодического культивирования штамма *Bacillus subtilis* BZR 336g // Защита растений от вредных организмов. 2021. С. 27-29.
4. Полехин С.А., Кирьяк А.А. Сравнительный анализ пробиотических кормовых продуктов на основе *Bacillus subtilis* // Научный журнал молодых ученых. 2017. №2 (9). С. 6-10.
5. Методы контроля бактериологических питательных сред: Методические указания. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2008. – 67 с.
6. Попов В.С., Связлян Г.А., Наумов Н.М. Биологические аспекты культивирования и применения активных метаболитов пробиотика *B. subtilis* // Аграрная наука. 2022. №5. С. 137-142.
7. Ширшиков, Н.В., Редикульцев Ю.В., Музафаров Е.Н., Гаврилов А.Б., Шевелев Д.А. Культивирование *Bacillus subtilis* в структуре безотходной технологии получения пробиотического препарата ветеринарного назначения // Известия Тульского государственного университета. Естественные науки. 2016. №1. С. 99-107.
8. Feng, R., Chen, L. & Chen, K. Fermentation trip: amazing microbes, amazing metabolisms. *Ann Microbiol* 68, 2018.-P. 717-729.

\* \* \*

## ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ СЕЛЕКЦИОННО-ПЛЕМЕННОЙ РАБОТЫ В СЕВЕРНОМ ОЛЕНЕВОДСТВЕ

*Семина М.Т.<sup>1</sup>, Лайшев К.А.<sup>2</sup>, Южаков А.А.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова Российской академии наук, Москва

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский федеральный исследовательский центр РАН,  
Санкт-Петербург  
layshev@mail.ru

**Аннотация.** Цель исследований – провести анализ основных проблем проведения селекционно-племенной работы в оленеводческих стадах и рассмотреть предложенные пути решения указанной проблемы. Однако, что основными факторами, тормозящим развитие селекционно-племенной работы в северном оленеводстве являются неразвитость рынка племенных оленей, острый дефицит специалистов, обладающих необходимыми компетенциями, несовершенство и низкая достоверность племенного учета, отсутствие единой системы генетического мониторинга и др. и представлены научно-обоснованные пути решения.

Северное оленеводство – основная отрасль традиционного природопользования в Арктической зоне РФ. Домашнее оленеводство не только настоящий клад с экономической точки зрения, но и форма сохранения уникальных северных этносов.

В 2023 г. в России численность домашних северных оленей составляла чуть менее 1,5 млн. голов. Наибольшее количество животных в Ямало-Ненецком АО, Ненецком АО, Республике Саха (Якутии), Чукотском АО и Таймырском МР.

Товарный потенциал северного оленеводства:

- Около 20 тыс. тонн высококачественного диетического мяса и субпродуктов первой категории,
- Более 400 тыс. шкур,
- Более 500 тонн пантов и другого ценного эндокринно-ферментного и специального сырья.

Одним из важнейших условий развития северного оленеводства, повышения его продуктивности является правильно организованная селекционно-племенная работа

Основная цель селекционно-племенной работы – целенаправленное повышение качества животных, которое достигается путем выращивания особей с высоким генетическим потенциалом продуктивности, сохраняющимся и развивающимся в последующих поколениях, а также поддержанием при этом необходимого уровня изменчивости признаков.

В России разводится четыре породы северных оленей:

Ненецкая – является самой крупной по численности, разводят на территории Мурманской, Архангельской, Тюменской областей, Коми АССР, Красноярского края (Таймырский автономный округ) более 800 тыс. гол.

Чукотская – разводится на территории Чукотский автономный округ, Камчатской области, Республики Саха (Якутия).

Эвенская – разводят на территории Республики Саха (Якутия), Магаданской и Камчатской областей.

Эвенкийская – разводят на территории Красноярского, Забайкальского, и Хабаровского краев, Республик Тыва, Бурятия, Саха (Якутия), Иркутской, Амурской и Сахалинской областей.

Более детальный анализ краниологических, морфологических, генетических признаков позволяет внутри пород выделить экотипы. Так, например, в ненецкой породе можно говорить о пяти экотипах: кольском, печерском, ямальском, калымском, таймырском. В чукотской породе может быть выделен экотип харгин; в эвенской – тундровый и горно-таежный; в эвенкийской – эвенкийский, охотский, тофаларо-тувинский [1].

Внедрение новых научно-обоснованных методов, способов, технологических решений в технологических регламентах ведения селекционно-племенной работы в домашнем оленеводстве происходит сложно.

К основным проблемам, тормозящим развитие селекционно-племенной работы в северном оленеводстве и препятствующим реализации генетического потенциала племенных животных относятся:

- Неразвитость рынка племенных оленей.
- Острый дефицит специалистов, обладающих необходимыми компетенциями.
- Несовершенство и низкая достоверность племенного учета.
- Отсутствие единой системы генетического мониторинга.
- В отдельных регионах наличие различных карантинных болезней (чаще бруцеллез).

- Острый дефицит пастбищных кормов в тундровой зоне в зимне-весенний период.

- Недостаточный уровень финансирования в племенном оленеводстве.

Все вышеуказанные проблемы, несомненно, взаимосвязаны между собой и требуют дополнительного научного обеспечения и анализа.

В последние годы получили широкое распространение генетические исследования в оленеводческих стадах.

Одними из первых были исследованы белки и изоферменты крови с помощью которых был проведен геногеографический анализ [2-4]. Полученная информация позволила определить направление и интенсивность пространственно-временного течения эволюционного процесса для северного оленя.

Изучение митохондриального генома северного оленя проводилось как для изучения доместикации и породного разнообразия, так и в рамках экологических и историко-демографических исследований расселения *R. tarandus*. По отдельным митохондриальным маркерам было изучено генетическое разнообразие северных оленей как европейской, так и азиатской части России [5-9].

В наших исследованиях, проведенных первоначально факультативно, а в дальнейшем в рамках гранта РФФИ №22-16-00062 «Изучение функциональных основ доместикации, демографической истории и хозяйственно-полезных признаков популяций северного оленя на территории Российской Федерации с применением технологий геномного секвенирования» [10-13]:

- Была апробирована новая панель, состоящей из 16 STR-маркеров. Всего генотипированы 790 животных. Для 16 проанализированных микросателлитов было обнаружено в общей сложности 236 аллелей. Среднее количество аллелей на локус по всем выборкам составляло 14,8. Средний процент от общего числа аллелей, наблюдаемых в локусе, варьировал от 40,94% до 88,05%. Реконструировано корневое филогенетическое дерево с помощью алгоритма «ближайшего соседа». Красный и зеленый прямоугольники показывают кластеры с  $BS > 95\%$ .). Собственный кластер сформировали все известные породы северных оленей ( $BS = 100\%$  отмечено зеленым). Отдельный кластер образовали тофаларские и тоджинские олени ( $BS = 100\%$ ), что подтверждает их дивергенцию

от эвенкийской породы. В нашем исследовании получены генетические подтверждения обособленности тождинской популяции от эвенкийской породы, но для достоверности в дальнейшем нужно провести дополнительные исследования с большой выборкой.

- Из полученных нами 70 геномов были отдельно получены и исследованы митохондриальные. Для них проведен филогенетический анализ и исследованы изменения эффективной численности для разных пород и диких популяций. На такой выборке можно отследить происхождение, разнообразие и колебания численности отдельных пород и популяций северного оленя в России в целом.

- Получены 4 полных генома северного оленя (2 домашних и 2 диких) для изучения геномных перестроек между дикими и домашними оленями, а также 70 геномов с более низкой глубиной секвенирования для изучения демографической истории, доместикации и отбора на гены продуктивности с большим разрешением, чем в предыдущем исследовании. Обнаружены различия между домашними и дикими северными по числу отдельных семейств повторяющихся последовательностей. Сравнение сборок геномов позволяет выявить крупные геномные вариации (инсерции и делеции) в генах продуктивности. Так, в ходе нашего анализа была обнаружена вставка в ген кальпастина в геномах дикого оленя.

- В качестве генов-кандидатов для маркерной селекции нами были выбраны гены кальпастина и андрогенового рецептора. Полиморфизмы (SNP) и индели в гене андрогенового рецептора связывают с характеристиками роста и веса у разных видов одомашненных животных. Изменчивость в регионе гена кальпастина CAST по результатам многих исследований была ассоциирована с качеством мяса и мясной продуктивностью скота. Анализ главных компонент по изменчивости CAST объединил диких и домашних оленей Якутии, а также диких и домашних оленей из Амурской области, что подразумевает наличие потока генов между локальными породами одомашненного оленя и дикими популяциями.

В настоящее время актуальная задача научных исследований в генетике северного оленя – разработка тест-систем для идентификации отобранных маркерных вариантов генетического полиморфизма с целью отбора высокоценных производителей и совершенствования домашнего

северного оленя по целевой направленности (мясной продуктивности, материнского инстинкта, устойчивости к болезням и т.д.).

Дефицит пастбищных кормов в тундровой зоне в зимне-весенний период – сложная для оленеводства проблема, одним из путей решения которой является перевод отдельных стад в лесотундровую или лесную зоны. Технологические элементы изгородного содержания северных оленей в лесной зоне включают:

- выбор пастбищного участка – с оценкой ландшафта, подготовка подробной карты участка с использованием космо- и аэроснимков.
- натурное обследование проектируемого участка – оценка оленеёмкости территории; проектирование изгороди, производственных и бытовых сооружений.
- строительство изгороди и производственно-бытовых объектов – расчет необходимого строительного материала, сметы затрат; строительство объектов.
- подготовка стада оленей и обслуживающего персонала – подбор и обучение оленеводов расчет поголовья и структуры стада оленей; составление маршрутов стада по сезонам года; отбор, мечение и перегон животных в изгородь.
- содержание оленей в изгороди – разработка годовой технологической схемы содержания стада; ведение ежесуточного мониторинга за состоянием изгороди, оленей и пастбищ; проведение плановых мероприятий промышленного животных и др.

Острый дефицит специалистов, обладающих необходимыми компетенциями в области селекционно-племенной работы в оленеводстве, требует скорейшего решения данной проблемы. Для этого организуется проведение обучающих семинаров в оленеводческих регионах, подготовка и издание специализированной печатной продукции для специалистов и студентов.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ №22-16-00062 «Изучение функциональных основ доместикации, демографической истории и хозяйственно-полезных признаков популяций северного оленя на территории Российской Федерации с применением технологий геномного секвенирования».*

## Литература

1. Южаков А.А. Породы и проблемы селекции северных оленей России / А.А. Южаков, А.Д. Мухачев, К.А. Лайшев. – М.: Наука, 2023. – С. 165.
2. Шубин П.Н. Генетика трансферринов северного оленя и европейского лося // Генетика. 1969. Т. 5 (1). С. 37-41.
3. Шубин П.Н. Биохимическая и популяционная генетика северного оленя / П.Н. Шубин, Э.А. Ефимцева. – Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1988. С. 103.
4. Бороздин Э.К. Проблема генетики в северном животноводстве / Э.К. Бороздин, А.Д. Мухачев, Л.Ф. Савадерова // Совершенствование технологии и повышение экономической эффективности северного животноводства. Новосибирск: ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние. МЗНИИСХ СВ, 1989. С. 45-49.
5. Харзинова В.Р., Гладырь Е.А., Федоров В.И. и др. Разработка мультиплексной панели микросателлитов для оценки достоверности происхождения и степени дифференциации популяций северного оленя *Rangifer tarandus* // Сельскохозяйств. биол. 2015. Т. 50 (6). С. 756-765.
6. Харзинова В.Р., Доцев А.В., Соловьева А.В. и др. Изучение изменчивости микросателлитов для характеристики аллелофонда и генетической структуры домашней популяции северного оленя (*Rangifer tarandus* L., 1758) // Биотехнология в растениеводстве, животноводстве и сельскохозяйственной микробиологии / Сб. тез. докладов 19-ой Всерос. конф. молодых ученых, посвященной памяти академика РАСХН Георгия Сергеевича Муромцева. Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии, 2019. С. 109-111.
7. Додохов В.В. Полиморфизм микросателлитных локусов ДНК у оленей чукотской породы / В.В. Додохов, Н.И. Павлова, Л.А. Калашникова // Аграрный научный журнал. 2020. №9. С. 49-53.
8. Соловьева А.Д., Харзинова В.Р., Доцев А.В. и др. Исследование пород северного оленя Якутии по микросателлитам // Сб. науч. трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. 2022. Т. 11 (1). С. 29-32.
9. Столповский Ю.А., Бабаян О.В., Каштанов С.Н. и др. Генетическая оценка пород северного оленя (*Rangifer tarandus*) и их дикого предка с помощью новой панели STR-маркеров // Генетика. 2020. Т. 56 (12). С. 1410-1426.

10. Семина М.Т., Лайшев К.А., Южаков А.А., и др. Анализ генетического разнообразия и популяционной структуры ненецкой аборигенной породы северных оленей на основе микросателлитных маркеров // Генетика. 2022. Т. 58. №8. С. 954-966.
11. Лайшев К.А. Изучение функциональных основ доместикации, демографической истории и хозяйственно-полезных признаков популяций северного оленя на территории российской федерации с применением технологий геномного секвенирования //Отчет о НИР №22-16-00062. Российский научный фонд. 2022.
12. Свищёва Г.Р., Семина М.Т., Южаков А.А. и др. Изучение корреляционных связей и генетических ассоциаций промеров у самок северных оленей (*Rangifer tarandus*) ненецкой породы // Успехи современной биологии. 2023. Т. 143. №5. С. 454-465.
13. Каштанов С.Н., Захаров Е.С., Семина М.Т., и др. Генетическая структура доместичированных популяций северного оленя (*Rangifer tarandus*) среднесибирского плоскогорья и прилегающих территорий // Генетика. 2024. Т. 60. №1. С. 94-99.

\* \* \*

---

## **ОХРАНА И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕСУРСОВ ДИКОГО СЕВЕРНОГО ОЛЕНЯ ЛЕНО-ОЛЕНЕКСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ**

---

*Слепцов И.И.*

Арктический государственный агротехнологический университет, Якутск  
biolog.88@mail.ru

**Аннотация:** В статье приводятся сведения о современном состоянии лено-оленокской популяции дикого северного оленя на территории Якутии. Тундровые популяции дикого северного оленя (ДСО) всегда имели особое значение для экосистемы и населения Якутии. Считается, что в материковых тундрах Якутии в настоящее время обитает три крупные популяции ДСО: лено-оленокская (84 тыс. ос.), яно-индигирская (1,5-2 тыс.

ос.) и сундрунская (27 тыс. ос.). Эти разрозненные популяции образовались в первой половине XX века из сплошного ареала вида, занимавшего всю тундровую зону, в том числе и Якутию. В середине XIX века олень был «сказочно многочислен» в низовьях р. Колымы. Резкое сокращение численности и образование разрозненных популяций дикого северного оленя тундровых популяций началось в конце XIX века. Несмотря на отсутствие современного огнестрельного оружия и высоко проходимых транспортных средств, интенсивность промысла была очень высокой, особенно на водных переправах. В 1980-е годы яно-индигирская популяция являлась крупнейшей в Якутии, ее численность достигала 116-130 тыс. особей, в 90-е годы численность популяции составляла 120 тыс. оленей, по данным авиаучетных работ 2000 г. численность составила 42,1 тыс., в 2002 г. – 34 тыс.; по последним данным авиаучетных работ 2012 г. численность яно-индигирской популяции была оценена 1,5-2,0 тыс. ос. [1]. В промежутке за 30 лет, крупнейшая популяция диких северных оленей в Якутии была уничтожена полностью и бытует мнение, что её уже не восстановить. Столь катастрофическое сокращение не может вызвать беспокойства.

**Ключевые слова:** дикий северный олень, лено-оленинская популяция, тундровые популяции, экология, рациональное природопользование.

Перед нынешними органами, занимающимися охраной и воспроизводством охотничьих ресурсов, стоит не простая задача сохранения существующих наиболее крупных популяций тундровых оленей, непременно особое внимание уделяется лено-оленинской популяции оленей, практически единственной популяции, имеющей промысловое значение для Якутии.

По данным полномасштабного авиавизуального учета 2009 года численность лено-оленинской популяции диких северных оленей была оценена в 95,4 тыс. особей [3]. По данным авиаобследования миграционных путей лено-оленинской популяции в период 15-16 октября 2013 г. численность мигрирующих стад диких северных оленей была оценена в 65-68 тыс. особей [4]. Причем, учетчиками было сделано предположение, что общая численность лено-оленинской популяции в 2013 году осталась на уровне 2009 года. (Рис.1). Это было сделано с учетом того,

что часть популяции в это время, по опросным сведениям, осталась в районе кряжа Чекановского, а другая часть уже вышла из района охвата авиаобследованием [5].

Через 10 лет в 2018 году совместно со специалистами Института биологических проблем криолитозоны СО РАН и ГБУ РС (Я) «Дирекция биологических ресурсов, ООПТ и ПП» был организован авиа визуальный учет диких оленей лено-оленинской популяции. Было обработано всего 466 фотоснимков, выполненных в процессе авиаучета диких северных оленей. Всего на этих снимках зафиксировано 68815 гол. оленей. Из них удалось выявить 6247 самцов (9,08%), 24036 самок (34,93%) и 8785 (12,77%) сеголеток.

Для экстраполяции и пересчета недоучтенной численности был выбран наименьший показатель плотности ДСО в данной местности – 24,3 ос/10км<sup>2</sup>.

На рисунке 1 показана динамика численности ДСО лено-оленинской популяции за период последние 60 лет (рис. 1).

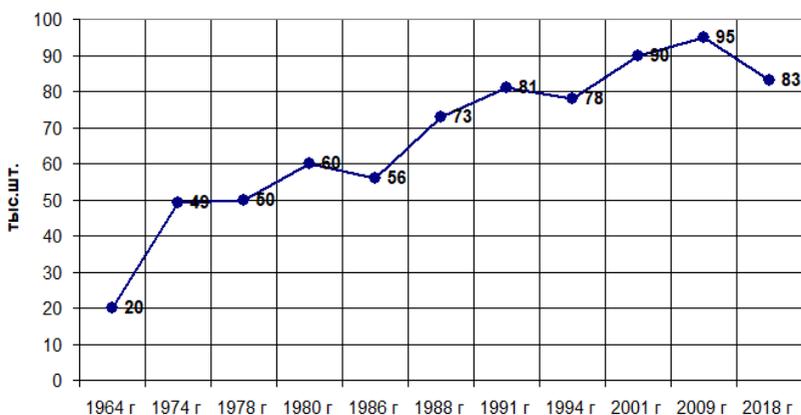


Рисунок1 – Динамика численности ДСО лено-оленинской популяции

Показана общая численность диких северных оленей лено-оленинской популяции на 2018 г. составила 83260 гол. [5], что на 12,7% ниже, чем предыдущие годы (рис. 1).

В 2019 г. на уровне Минприроды России остро поднят вопрос критического состояния популяции диких северных оленей в Красноярском крае и в Якутии

В работе координационного совета Якутией был представлен и одобрен Проект создания специализированного отряда по охране путей миграции лено-оленокской популяции ДСО под условным наименованием «Запад», а также вопросы контроля, мониторинга и вопросы совместной эксплуатации Таймырской популяции ДСО, миграционные пути которого охватывают западные границы Республики Саха (Якутия).

Так, в 2019 году в ГБУ РС (Я) «Дирекция биологических ресурсов, особо охраняемых природных территорий и природных парков» создан отряд специального назначения «Запад» для охраны диких северных оленей лено-оленокской популяции, задачами работы которого является: – сохранение численности и миграционных путей лено-оленокской и заходящей части Таймырской популяций диких северных оленей, пресечение нелегальной добычи на территории республики, пресечение транспортировки дериватов дикого северного оленя и продукции незаконной охоты, регулирование крупных хищников.

Ежегодно в период массовой миграции оленей с сентября по ноябрь спецотрядом проводятся усиленные контрольно-рейдовые мероприятия на путях миграции диких оленей, особенное внимание уделяется Мирнинскому, Оленекскому, и Нюрбинскому районам (районы с наибольшим антропогенным фактором на путях миграции оленей), проводится охрана мест переправы оленей через реки, для контроля оборота мяса и дериватов оленей устанавливаются блок-посты на зимниках, проводятся беседы с местным населением.

За период работы отряда выявлено 187 административных правонарушений, 4 уголовных дела, изъято 71 единиц орудий незаконной охоты, изъято 76 ед. незаконно добытых туш оленей, 6122 шт. пантов ДСО с общим весом 5795 кг, проведено бесед с более 700 охотниками и рыбаками.

Благодаря усиленной охране снята нагрузка браконьерства на путях миграции оленей лено-оленокской популяции, о чем свидетельствуют факты снижения браконьерства из года в год (рис. 2).

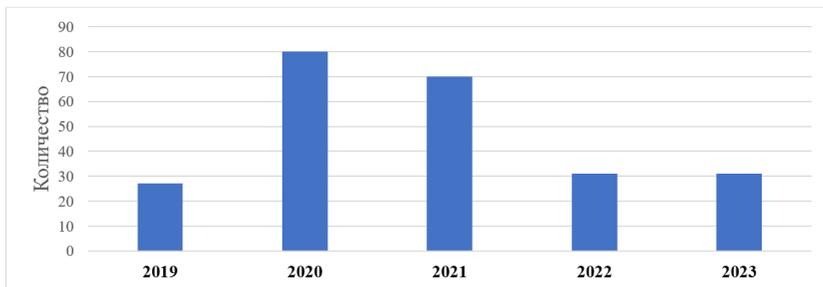


Рисунок 2 – Количество выявленных правонарушений во время мероприятий по охране путей миграции диких северных оленей лено-оленинской популяции с 2019-2023 гг.

Одним из немаловажных моментов к которому следует уделить особое внимание, является освоение обширной территории северо-западной Якутии промышленностью. Известно, что при промышленном освоении территорий разрушаются места естественного обитания диких животных, что может привести к непоправимым последствиям.

Наибольшую опасность представляет воздействие недавно введенного промышленного объекта на миграцию диких оленей лено-оленинской популяции. Территория Верхне-Мунского месторождения находится в пределах коридора миграции лено-оленинской популяции ДСО к зимним пастбищам. Если относительно небольшая площадь рудного месторождения не может сама по себе служить серьезным препятствием, то технический проезд Верхне-Мунское месторождение – г. Удачный протяженностью 130 км с достаточно интенсивным движением технологического автотранспорта, который расположен поперек оси миграции стад, является труднопреодолимым препятствием. Таким образом, на пути мигрирующих стад появилось препятствие [2]. В настоящий момент предприятием в период миграции оленей устанавливается «Час тишины» с запретом движения на дороге, во время которого олени могут пересечь технический проезд. Тем не менее, этого недостаточно, так как возведенная дорога вызывает дискомфорт и вызывает тревогу у животных, олени тратят много времени у дороги прежде, чем перейти его, или идут вдоль дороги. Кроме того, нами во время охраны путей

миграции оленей в рамках мероприятий специального отряда «Запад» в период с 2019 по 2023 годы было установлено, что территория данной дороги стала излюбленным местом браконьерства, как легкий путь добычи дикого северного оленя.

В настоящее время Министерство экологии, природопользования и лесного хозяйства РС (Я) и Правительство Якутии ведут проект по созданию ООПТ. Общая площадь территории ресурсного резервата составит 64 152 га, который предлагается назвать «АЛРОСА Rangifer\* Чекановский», предназначен для сохранения места летовки маточного поголовья дикого северного оленя лено-оленинской популяции, а также места отёла и нагула молодняка.

### **Выводы:**

1. Антропогенный пресс на дикого северного оленя лено-оленинской популяции достаточно высокий – это развитая традиция охоты на оленей среди местных жителей, промышленное освоение мест их обитания. Охрана оленей от браконьерства и перепромысла за последние пять лет ведется достаточно эффективно.

2. Органам власти необходимо наладить работу с местными промышленными предприятиями и уделить должное внимание освоению мест обитания оленей, в будущем и последние годы индустриальные угрозы в отношении лено-оленинской популяции будут все возрастать в связи с интенсификацией горнодобывающей промышленности в Северо-Западной Якутии, как вариант нужно рассмотреть возможности сооружения экодуков, они широко используются в зарубежных странах [6]. Такие сооружения, помогут сохранить единство среды обитания оленей и других животных, и снизят вероятность появления их на дороге.

3. В настоящее время существует проблема в частоте мониторинга численности ДСО. Географически лено-оленинская популяция ДСО в большей степени занимает тундровую зону, что исключает использование существующих (традиционных) методов учета охотничьих животных (наземный ЗМУ). Поэтому проведение мониторинга численности животных возможно только с применением авиаучета. Мероприятие очень затратное и проводится в среднем раз в 10 лет (последние учеты проводились в 2009 и 2018 гг.). На проведение полноценного авиаучета

лено-оленинской популяции ДСО требуется 58 ч полета, при стоимости летного часа вертолета МИ-8Т (Север) 434 тыс., самолета АН-2 – 213 тыс. руб. (в ценах 2023 г.) на проведение авиаучета потребуется не менее 13 млн. руб., что затруднительно для республиканского бюджета.

На смену дорогой традиционной авиации пришли беспилотные воздушные судна (дроны самолетного типа), имеющие более низкую стоимость полета и устраняющие недостатки стандартного авиаучета (ограничение человеческих глаз, непригодные для учета погодные условия, биологические особенности животных и т. д. [7]. Помимо услуг по облету, компании так же предлагают услуги искусственного интеллекта – это автоматическая обработка информации, полученной при аэрофотосъемке. Такой метод учета идеален в летний период, на местах «летовки», в это время олени выходят в тундровую зону и скапливаются в большие стада концентрируясь на определенной территории – на кряже Чекановского. Дирекция биологических ресурсов, особо охраняемых природных территории и природных парков Минэкологии РС (Я) активно ведет работу в этом направлении. В среднем стоимость сплошной площадной аэрофотосъёмки 1 кв. км составляет 500 тыс. руб. Если сравнить цены с авиацией, использование беспилотного воздушного судна обойдется в два раза дешевле.

### Литература

1. Мордосов И.И., Кривошапкин А.А. Материалы по динамике численности яно-индигирской и сундрусной популяции дикого северного оленя (*Rangifer tarandus* L.) в Якутии // Вестник СВФУ. 2016. №1 (51). С. 34-44.
2. Шадрина, Е.Г. Население млекопитающих бассейна Верхней Муны (Арктическая зона Западной Якутии): современное состояние и прогноз / Е.Г. Шадрина, Я.Л. Вольперт, И.М. Охлопков [и др.] // Природные ресурсы Арктики и Субарктики. 2020. Т. 25. №3. С. 74–88. [https://DOI/10.31242/2618-9712-2020-25-3-7](https://doi.org/10.31242/2618-9712-2020-25-3-7).
3. Сафронов В.М., Захаров Е.С. Динамика численности лено-оленинской популяции дикого северного оленя (*Rangifer tarandus*) // Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2014. №3. С. 88-94.

4. Отчет Департамента охотничьего хозяйства РС (Я) «Оценка состояния численности и миграционной активности лено-оленинской и таймырской популяций дикого северного оленя на территории северо-западной Якутии». – Якутск. 2013. – 27 с.
5. Отчет института биологических проблем криолитозоны Сибирского отделения Российской академии наук (ИБПК СО РАН) «Авиавизуальный учет численности дикого северного оленя лено-оленинской популяции в 2018 году» – Якутск, 2018. – С. 30.
6. Логинова О.А. Обеспечение безопасности диких животных при пересечении ими автомобильных дорог // Известия КазГАСУ. 2012. №4 (22). С. 383-388.
7. Просеков А.Ю., Характеристика и ключевые ограничения традиционных методов учета охотничьих животных и цифровые технологии для решения существующих проблем (Обзор) // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020. №4.

\* \* \*

## **СТРУКТУРНАЯ НЕОДНОРОДНОСТЬ МЕТАЛЛА ТРУБ КАК ПРИЧИНА ПОТЕРИ НАДЕЖНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ, РАБОТАЮЩЕГО В УСЛОВИЯХ АРКТИЧЕСКОГО КЛИМАТА**

*Слепцов О.И.<sup>1</sup>, Ялыгин С.А.<sup>2</sup>, Шапошников Н.О.<sup>3</sup>, Ермаков Б.С.<sup>3</sup>, Швецов О.В.<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Институт физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова – обособленное подразделение ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН», Якутск

<sup>2</sup> ООО «НТЦ ГАЗПРОМНЕТЬ», Санкт-Петербург

<sup>3</sup> СПбПУ Петра Великого, Санкт-Петербург

e-mail o.i.sleptsov@iptn.ysn.ru

**Аннотация.** Тенденция переноса добывающих производств в Арктическую и Субарктическую зону РФ, рост аварийности трубопроводных систем и строительных конструкций в условиях экстремально низких климатических температур потребовало разработать новый подход к оценке

качества сварных труб различного назначения, использующихся как в системах добычи и транспортировки продуктов, например нефти и газа, так и при обустройстве месторождений. В работе выполнен анализ и показано, что повышенный уровень структурной неоднородности металла труб, не оказывающий существенного влияния при их эксплуатации в зоне умеренных широт является критически важным фактором при прогнозе работоспособности трубопроводных систем и строительных конструкций в регионах с низкими климатическими температурами.

В настоящее время одной из мировых тенденций в промышленности является нарастание потребления таких энергоносителей, как нефть и газ, а соответственно отмечается развитие транспортных систем их доставки, что приводит к росту мощностей сопутствующих производств, в частности производства стали, проката и труб. Нефтегазовая индустрия является основой мировой экономики и по-прежнему остается высокотехнологичной и наукоемкой отраслью промышленности, однако, на сегодняшний день большинство «классических» месторождений истощены и нефтегазовым компаниям приходится переходить к освоению новых месторождений, расположенных в труднодоступных северных регионах. В большей степени такие месторождения размещены на территории Крайнего Севера и акваториях Арктического шельфа. Выявленные и потенциальные запасы углеводородного сырья в российском секторе сосредоточены в зоне континентального склона, континентального подножья, шельфа и зоны за пределами континентального склона. В Арктической зоне находится 90% извлекаемых ресурсов углеводородов всего континентального шельфа России, ведется добыча 91% природного газа и сконцентрировано 80% общероссийских разведанных запасов газа промышленных категорий [1, 2].

На данный момент в стране активно ведутся разработки труднодоступных сырьевых месторождений Дальнего Востока, Восточной Сибири, Ямала и континентального шельфа, основными особенностями которых являются сложные климатические условия, отсутствие или крайне слабое развитие путей снабжения. Это требует повышения надежности и долговечности материалов и конструкций, используемых при обустройстве этих объектов. Прокладка трубопроводов их эксплуатация

и эксплуатация площадных объектов месторождений, идет в широкой географии геологических и климатических условий зачастую близких к экстремальным (сейсмическая активность и тектонические разломы, вечная мерзлота и низкотемпературные условия эксплуатации). При работе оборудования в данных обстоятельствах могут возникать сложности связанные с перепадом температуры, воздействием агрессивных сред и усиленной знакопеременной нагрузкой. В этой связи достижение однородных свойств и металлургического качества при изготовлении сварных прямошовных труб и оборудования из них для нефте- и газопромысловых объектов принимает критически важный характер. К таким трубам выдвигаются повышенные требования к прочностным свойствам, вязкости и трещиностойкости при пониженных температурах, высокого уровня пластичности, сопротивления повторным нагрузкам, хорошей свариваемости и т.д.

Однако, оценка долговечности и собственно качества основного металла и сварных соединений труб для трубопроводов и строительных конструкций нефте- и газопромыслов по существующим нормативным документам весьма ограничена и недостаточна, о чем свидетельствуют повышенная аварийность трубопроводных и строительных трубчатых элементов объектов, возведенных на месторождениях, при полном соответствии листового проката, методов и технологий формовки и сварки труб, из которых они изготовлены, требованиям существующей нормативно-технической документации. Это говорит о том, что виды и объем испытаний возможно недостаточны для обеспечения надежности, особенно в условиях низкотемпературной работы оборудования [3, 4].

Исходя из существующих трендов освоения территории с преимущественно низкотемпературной эксплуатацией в данной работе изучены основные структурные факторы, влияющие на работоспособность и надежность трубной продукции. К ним можно отнести оценку полосчатости, структурной однородности, контроль неметаллических включений и влияние этих факторов на механические свойства и стойкость к коррозионному разрушению. Целью данной работы явилось обоснование необходимости совершенствования нормативно-технической документации, определяющей технические требования к материалам труб, эксплуатация которых планируется в условиях северных широт, и по-

казать, что для реализации планов по освоению Арктики (с температурой эксплуатации до минус 50°C – минус 60°C) и многолетнемерзлых грунтов необходимо более детально учитывать стабильность структурных факторов металла при пониженных температурах и их влияние на механические свойства, коррозионную стойкость и трещиностойкость металла трубной продукции.

Анализ отечественной и ряда источников зарубежной литературы, а также наши исследования повреждений трубопроводов и строительных конструкций показал, что одной из основных причин повышенной аварийности нефтепроводов различного назначения и строительных конструкций в Арктической зоне являются неметаллические включения и неравновесность структуры металла труб – полосчатость и разнородность микроструктуры, которые приводят к возникновению сложно-напряженных состояний в структуре металла, снижают динамические механические свойства, коррозионную стойкость и хладостойкость сталей, практически не оказывая воздействия на их прочностные характеристики [2, 5].

В соответствии с СП16.3330.2017 «Стальные конструкции» прямошовные трубы могут поставляться по ГОСТ 20295-85 только в термически обработанном состоянии после ТВЧ-сварки, или без термической обработки после сварки плавлением. Исследование влияния структурной неоднородности металла труб на их механические и коррозионные свойства было изучено на металле вырезок из сварных (под флюсом) прямошовных труб 219x8 мм, изготовленных из стали 09Г2С (ГОСТ 20295-85) в исходном состоянии. Разброс значений механических свойств металла труб при 20 °С укладывался в 10% и соответствовал ГОСТ 20295 ( $\sigma_{0,2}$  – 430-494 МПа,  $\sigma_B$  – 570-640 МПа, КСВ при 20 °С – 50-61 Дж/см<sup>2</sup>, при минус 20°C – 47-51 Дж/см<sup>2</sup>). В то же время ударная вязкость при минус 60 °С составила от 12 до 46 Дж/см<sup>2</sup> трещиностойкость металла труб  $\delta_{min}$  (СТОД<sub>min</sub>) уже при минус 20 °С – от 0,09 до 0,64 мм (см. табл).

Анализ данных испытаний показал, что в зоне температур умеренного холода свойства материала всех исследованных труб близки между собой, в то же время наблюдается значительный разброс значений ударной вязкости и трещиностойкости при дальнейшем понижении температуры. Таким образом понижение температуры испытаний до минус 40 и

минус 60°С оказывает совершенно разное влияние на свойства одной и той же марки стали, произведенной по одному и тому же стандарту. Это проявляется в резком снижении ударной вязкости и трещиностойкости стали одних труб (трубы №3 и №5) и практически сохранением свойств других (трубы №2 и №4) – внутри одной произвольно выбранной партии. Такой разброс значений, характеризующих сопротивляемость низким температурам, предопределяет появление в действующих конструкциях зон, склонных к хрупкому низкотемпературному разрушению, снижению надежности и долговечности всей конструкции в целом и связан с особенностями структурного состояния металла каждой из использованных труб.

Таблица – Взаимосвязь микроструктуры и свойств металла труб из стали 09Г2С

Труба №	$\sigma_n$	$\sigma_{0,2}$	$\delta_5$	KCV при T,		$\delta_{min}$	D* max	Деред	Полосчатость /балл	К-во НВ**	V*** корр.	К-во блистеров
	При 20°С		20°С	-60°С	мм							
	МПа		%	Дж/см <sup>2</sup>		мм	мкм					
1	640	485	28	53	34	0,41	18,3	14,0	A1.7/3-4	3	0,36	5
2	621	494	30	50	41	0,64	12,4	8,9	A1.5/1	2	0,29	1
3	580	430	29	58	12	0,09	48,9	11,8	A1.9/5	6	0,41	11-14
4	595	455	33	61	46	0,56	14,7	9,3	A1.6/2	1	0,31	0
5	610	460	31	58	19	0,10	51,9	12,1	A1.8/4-5	7	0,39	10-13

\* D – размер зерен: max – средний диаметр 5 самых крупных зерен в поле видимости шлифа при увеличении x100; средний размер зерен пор ГОСТ 5639.

\*\* включения диметром более 10 мкм;

\*\*\* испытания в среде 5% NaCl+CO<sub>2</sub>

Исследования микроструктуры стали были проведены в поверхностных слоях и ½ толщины стенки трубы. Показано, что для микроструктуры металла исследованных труб с низкими характеристиками низкотемпературных трещиностойкости и ударной вязкости характерна значительная разноразмерность – результаты анализа структурного состояния, в соответствии с ГОСТ Р 54570-2011, приведены в табл. 1. Установлено, что в трубах с высоким уровнем ударной вязкости – форма ферритных зерен, в основном, гранулярная, разноразмерность

минимальная. Ранжирование труб по полосчатости показало, что максимальный уровень полосчатости структуры 5 балл (ГОСТ 5640), был обнаружен в  $\frac{1}{2}$  толщины трубы №3 – трубы с минимальной ударной вязкостью и трещиностойкостью; минимальный – у труб №2 и 4 (1-2 балл ГОСТ 5640). Было обнаружено, что в трубе №2 ( $CTOD_{\min} = 0,09$ ) разница между диаметрами пяти самых крупных зерен в плоскости шлифа и средним диаметром зерна в той же плоскости превысила 250%, в трубе №5 ( $CTOD_{\min} = 0,10$ ) – более 330%; перлитная полосчатость в этих трубах оказалась на уровне 4-5 балла; в то же время для труб №2 и 4 ( $CTOD_{\min} = 0,64$  и  $0,56$  соответственно) – разница диаметров оказались на уровне 35-50%, а балл полосчатости на уровне первого – второго.

На основании результатов исследований, была выявлена однозначная зависимость низкотемпературных вязкости и трещиностойкости металла труб стали 09Г2С от неравновесности ее структуры. Еще одним фактором, охрупчивающим металл труб являются неметаллические включения, которые являются концентраторами напряжений и электродами, вокруг которых возникают электрохимические взаимодействия металла и агрессивных флюидов перекачиваемой среды, приводящие к возникновению коррозионных и коррозионно-механических дефектов. Анализ распределения коррозионно-активных металлических включений в трубах показал, что металл всех труб загрязнен неметаллическими включениями, максимальное количество которых зафиксировано в металле трубы №3, а минимальное – в трубе №2.

Таким образом полностью подтверждается взаимосвязь между структурной неоднородностью металла труб и их низкотемпературными механическими свойствами, ранее подробно описанная в работе [2].

Учитывая особенности эксплуатации оборудования месторождений, высокую коррозионную активность добываемых флюидов и внешней среды (связанной, например, со значительными площадями кислых заторфованных грунтов в северных регионах страны) были проведены испытания, позволившие определить взаимосвязь структурного состояния металла труб и их коррозионной стойкости. Исследования были выполнены в соответствии со стандартами ASTM G3, G5, G59, G102 – определение скорости коррозии и NACE TM-0177 – стойкость к сульфидному растрескиванию под напряжением. При измерении поляризационных

сопротивлений и дальнейших расчетах скоростей коррозии получены результаты, показавшие, что максимальная скорость коррозии была отмечена у сталей с высокой структурной неоднородностью (№5 и №3) – минимальные у сталей №2 и №4.

Одной из особенностей северных месторождений нефти является то, что в составе добываемого флюида содержится достаточно высокая концентрация весьма агрессивного продукта – сероводорода. Воздействие сероводорода на коррозионное растрескивание изучено достаточно подробно и позволяет оценить этот фактор как один из наиболее значимых в процессе ускоренного разрушения промышленных и строительных объектов, связанных с перекачкой нефти, например, промысловых трубопроводов. Хотя известно [9], что сталь 09Г2С обычно не склонна к сульфидному растрескиванию, однако структурная неравновесность металла может оказать определенное негативное влияние на сопротивляемость к образованию и развитию коррозионных трещин, поэтому в работе была выполнена оценка влияния структурной неоднородности на сопротивляемость металла труб сульфидному растрескиванию. Испытания показали, что металл всех труб не склонен к сульфидному растрескиванию, однако, у сталей с высоким содержанием крупных (более 20 мкм) неметаллических включений имеются множественные блистеры. В трубах, где такие включения в металле отсутствуют – блистеры не обнаружены, что подтверждается данными ряда авторов, в том числе [6]. Развитие блистеров происходит в местах расположения крупных неметаллических включений, причем было показано, что межфазная граница между включением и матрицей растравлена, а в теле самого включения обнаружены микротрещины. Совокупность растравленных границ и микротрещин служит инициатором развития хрупкого трещинообразного дефекта и приводит к ускоренному разрушению трубы.

Результаты исследований указывают, на важную роль структурных (металлургических) факторов в формировании комплекса низкотемпературных свойств стали 099Г2С, которые обязательно должны контролироваться при поставке труб в регионы Арктики, Крайнего Севера и Сибири. Зафиксированный разброс значений низкотемпературных механических свойств и трещиностойкости приводит к снижению надежности трубопроводов и строительных конструкций, изготовленных

из трубных элементов в условиях низкотемпературной эксплуатации, и требует разработки дополнительных методов и объемов контроля металла труб, поставляемых для строительства нефтепроводов и обустройства месторождений в северных регионах страны.

*Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема №FSEG-2024-0009 Разработка моделей деградации служебных свойств металлических и композиционных материалов для строительства в условиях многолетнемерзлых грунтах).*

### Литература

1. Лаверов, Н.П. Фундаментальные аспекты освоения нефтегазовых ресурсов Арктического шельфа России / Н.П. Лаверов, А.Н. Дмитриевский, В.И. Богоявленский // Арктика: экология и экономика. 2011. – №1. – С. 26-37.
2. Шапошников Н.О. Исследование основных структурных факторов, влияющих на надёжность труб из стали 10Г2ФБ, в условиях низкотемпературной эксплуатации нефтегазовой инфраструктуры. / Автореферат дисс. на соиск. уч. ст. к.т.н., СПбПУ, Санкт-Петербург, 2022, С. 22.
3. Дадонов Ю.А. Оценка риска аварий на магистральных нефтепроводах КТК-Р и БТС / Ю.А. Дадонов, М.В. Лисанов, А.И. Гражданкин, А.С. Печеркин, В.И. Сидоров, Д.В. Дегтярев, С.И. Сумской // Безопасность труда в промышленности. – 2002. – №6. – С. 2-6.
4. Ялыгин С.А Влияние послесварочной термической обработки на эксплуатационные свойства стали 09Г2С, применяемой для изготовления буропускных свай. / Ялыгин С.А., Ермаков Б.С., Столяров А.В., Койнов Е.Г., Швецов О.В., Шапошников Н.О., Токарев В.О., Голиков Н.И.// ПРОНЕФТЬ. Профессионально о нефти. Т. 9, №1, 2024. С.173-182.
5. Ермаков, Б.С. Влияние технологических факторов на формирование свойств металла труб магистральных нефтепроводов / Б.С. Ермаков, Н.О. Шапошников // Металлург. – 2018. – №8 (62). – С. 39-43.
9. Альхименко А.А. «Совершенствование метода испытаний на коррозионное растрескивание трубных сталей нефтегазового назначения в агрессивных газовых средах». Дисс. На соиск. уч. ст. к.т.н., Санкт-Петербург, СПбПУ Петра Великого, 2022, С. 148.

## БИОЛОГИЧЕСКАЯ РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ТЕХНОГЕННО НАРУШЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РФ С ПОМОЩЬЮ ЩЕЛОЧНЫХ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД И МОДИФИЦИРОВАННЫХ ГИДРОСИЛИКАТОВ МАГНИЯ

---

*Слуковская М.В.<sup>1</sup>, Иванова Л.А.<sup>1</sup>, Кременецкая И.П.<sup>1</sup>,  
Болгарева А.С.<sup>2</sup>, Иванова Т.К.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>ФИЦ Кольский научный центр РАН, Апатиты

<sup>2</sup>ООО «Прогноз-Серебро», Якутск  
m.slukovskaya@ksc.ru

**Аннотация.** Представлены результаты двухлетних экспериментов по восстановлению растительного покрова на техногенно нарушенных территориях в Мурманской области и Верхоянском районе Республики Саха (Якутия). Для создания корнеобитаемого слоя использовались щелочные дробленые вскрышные породы, а в качестве кондиционирующих добавок и матрицы для удобрений пролонгированного действия – материалы на основе гидросиликатов магния. Полученные фитоценозы показали высокую продуктивность и устойчивость в длительной перспективе.

Озеленение территорий с высоким уровнем техногенного нарушения почв невозможно без механического этапа рекультивации – создания насыпного слоя или внесения сорбционно активных добавок. Для территорий, нарушенных вследствие прямого или косвенного воздействия предприятий горнопромышленного комплекса в Арктической зоне РФ, в связи с крайним дефицитом почвенных ресурсов, зачастую основным источником материала для создания корнеобитаемого слоя являются отходы добычи полезных ископаемых (вскрышные или вмещающие породы или другие отходы переработки минерального сырья). При этом мощность и состав почвосмесей определяются совокупностью геоморфологических, эдафических, гидрологических и химических условий конкретного участка, а также экономической целесообразностью применения тех или иных материалов.

Создание устойчивых растительных сообществ возможно на основе посадочного материала, имеющегося в регионе и/или семян как собранных в регионе аборигенных видов, так и коммерческих производителей. Однако, проведение биологического этапа рекультивации в АЗРФ при существующем в настоящее время недостатке районированного семенного материала требует проведения длительных (как минимум, в течение нескольких сезонов) исследований состояния искусственных фитоценозов. Оптимальным приемом создания растительного покрова на больших территориях с устойчивым снежным покровом при использовании слоя из минеральных материалов с низкой влагоемкостью, является посев семян под зиму. Такой прием позволяет снизить вероятность весеннего пересыхания субстрата и, следовательно, оптимизировать или полностью исключить необходимость полива посадок в начале вегетационного сезона.

Эксперименты по созданию растительного покрова из семян травянистых растений при использовании щелочных горнопромышленных отходов в качестве корнеобитаемого слоя проведены на двух территориях, относящихся к АЗРФ – в Мончегорском районе Мурманской области (уч. ММ) и Верхоянском районе республики Саха (Якутия) (уч. ЯВ). Средняя температура июля для обоих участков – около 17°C, климат Субарктический бореальный, соответствует *Dfc* и *Dwd* по классификации Кёппена для уч. ММ и ЯВ, соответственно. Почва уч. ММ нарушена вследствие длительных аэротехногенных выбросов предприятия цветной металлургии с последующими за гибелью растительности процессами водной и ветровой эрозии почв и тотальным смывом органического горизонта почв. Уч. ЯВ расположен на территории, прилегающей к горнодобывающему предприятию, органический горизонт почвы отсутствует вследствие ранее произведенных работ по планировке территории.

Для формирования корнеобитаемого слоя толщиной 5 см на уч. ММ использовалась вскрышная порода месторождения флогопита с преобладанием вермикулита, лизардита и пироксенита, рН=7.9. Площадки были заложены в 4 вариантах: на подзоле эродированном в южной и северной экспозициях склона холма, а также на его вершине и в понижении на торфяной почве (рис. 1а, рис. 2а-г). Участок ЯВ представлен

ровной поверхностью, здесь были сформированы почвосмеси на основе вмещающей породы серебряно-рудного месторождения с преобладанием кварца и сидерита в минералогическом составе,  $pH=8.5$ , с добавлением вспученного вермикулита и/или торфогрунта в количестве 10 мас.% и насыпным слоем из вспученного вермикулита толщиной 1 см, насыщенного раствором NPK удобрения для обеспечения его пролонгированного действия (рис. 1в, 2е). Травосмеси состояли из коммерческих, подобранных под северные регионы, семян 3-4 видов злаковых растений на основе райграса пастбищного или тимофеевки луговой; на уч. ЯВ дополнительно вводили районированные семена люцерны серповидной. Норма высева семян составляла  $60 \text{ г/м}^2$ ; комплексное NPK удобрение ( $60 \text{ г/м}^2$ ) вносили 1 раз за вегетационный сезон.

Кроме того, были сформированы моновидовые площадки с аборигенными видами растений. Для уч. ММ они располагались на вершинной поверхности холма и включали мелкопестник, пижму обыкновенную, ясколку скандинавскую, смолку альпийскую, мать-и-мачеху, подорожник большой, белоус торчащий, кровохлебку многобрачную, одуванчик лекарственный, клевер ползучий, щучку дернистую, тысячелистник обыкновенный, иван-чай узколистый, хвощ зимний (рис. 1б, 2д). Для уч. ЯВ ассортимент аборигенных видов был представлен люцерной серповидной и иван-чаем узколистым.



Рисунок 1 – Площадки, заложенные под зиму на уч. ММ (а-б) и уч. ЯВ (в)

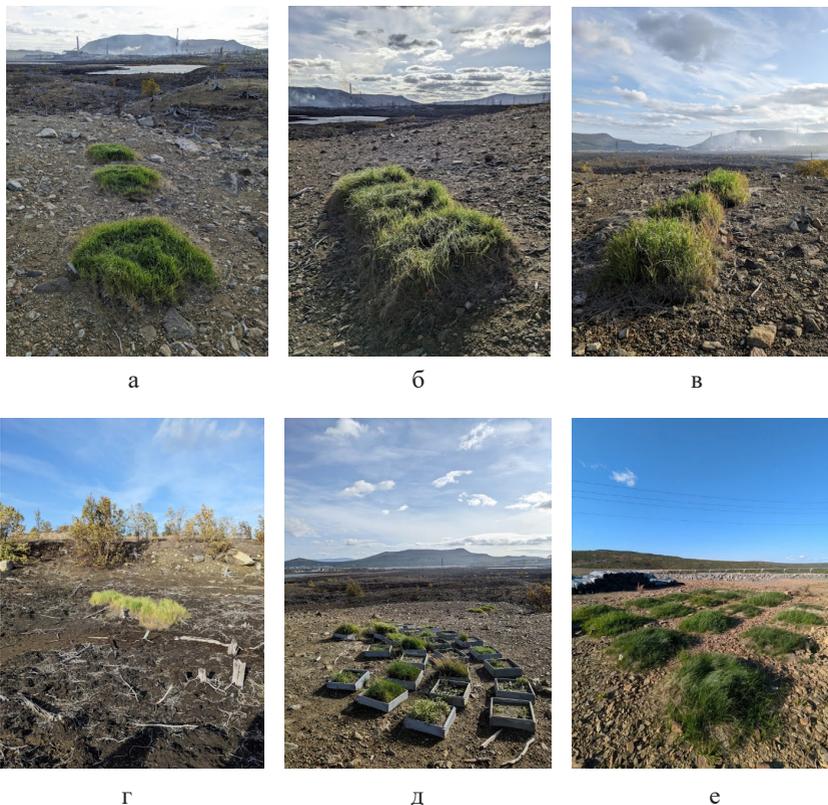


Рисунок 2 – Внешний вид экспериментальных участков: а-в – на подзоле в южной, северной и вершинной позиции, г – на торфяной почве, д – аборигенные виды на уч. ММ; е – уч. ЯВ

В течение двух сезонов проведен мониторинг состояния растительных сообществ, сформированных способом посева под зиму. Несмотря на то, что заделка семян в субстраты практически не производилась, проективное покрытие травостоя в первый месяц первого вегетационного сезона составляло более 50%, и к концу второго вегетационного сезона в среднем была на уровне 80-100%. Исключение составляла площадка на вершинной поверхности, где во второй год проективное покрытие

снизилось до 40-50% вследствие дефицита влаги в начале сезона. Следовательно, для этой экспозиции корнеобитаемый слой только из насыпного слоя из вермикулит-лизардитовых отходов является недостаточно благоприятным, поскольку не обеспечивает оптимальных гидрофизических условий; требуется формирование дополнительного влагоемкого слоя из вспученного вермикулита или других материалов. На участке ЯВ проективное покрытие ниже 100% было связано с участками, где после зимы произошел смыв слоя вермикулита. К концу второго года наблюдалось кущение злаков и частичное заселение ими ранее оголенных участков.

Среди аборигенных растений на участке ММ, по результатам двух лет мониторинга выявлено, что активное распространение получили тысячелистник, подорожник и смолка. Эти аборигенные виды могут быть рекомендованы в качестве компонента травосмесей в сочетании с низкорослыми злаками (овсяница овечья, райграс однолетний и т.п.). Подорожник во второй вегетационный сезон массово присутствовал в генеративной фазе. Люцерна серповидная на участке ЯВ проявила высокую жизненность и находилась в фазе цветения к концу обоих сезонов, однако семян не образовывала и наилучшее состояние ее было в моновидовом посеве, тогда как в смесях со злаками она находилась преимущественно в вегетативной фазе (по-видимому, вследствие затенения злаками). Также на уч. ЯВ распространение с вызреванием семян получил иван-чай.

Показано, что биологическая рекультивация нарушенных территорий с использованием щелочных вскрышных пород и модифицированных слоистых силикатов способом посева семян под зиму является экономически рентабельным способом создания высокопродуктивного растительного покрова в условиях Арктической зоны РФ.

***Работа выполнена в рамках проекта РНФ 24-77-10055.***

\* \* \*

## ЗДОРОВЬЕСБЕРЕЖЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РФ: ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

*Смольникова М.В., Марченко И.В., Афоничева К.В.*

Научно-исследовательский институт медицинских проблем Севера – обособленное подразделение ФИЦ «Красноярский научный центр СО РАН», Красноярск  
smariniv@ya.ru

**Аннотация.** Проведен анализ распределения частот аллелей и генотипов полиморфизмов генов IL4 и IL5 среди коренных популяций Российской Арктики (ненцы, долганы-нгансаны) и славян. Приведенные результаты свидетельствуют о значительных различиях в частотах генотипов аллелей между коренными популяциями Российской Арктики и славянами, что может лежать в основе различной предрасположенности к аллергическим заболеваниям.

Формирование здоровья популяций в Арктической зоне РФ (АЗРФ) зависит от разнообразных факторов, непосредственно влияющих на жизнь и здоровье людей, живущих в этом регионе. Ввиду проживания человека в условиях высотных широт в системе крови наблюдаются анемизация вследствие дефицита железа и снижение количества лейкоцитов, в результате чего происходит увеличение восприимчивости к инфекционным заболеваниям. Неблагоприятные факторы среды, воздействию которых подвергаются жители Арктики, способствуют снижению функций организма, приводя к повышенному риску развития заболеваний, которые, в том числе, обусловлены состоянием иммунной системы. Нарушения в работе иммунной системы у населения Севера ввиду воздействия неблагоприятных факторов среды, при которых наблюдается уменьшение числа Т-хелперов и Т-супрессоров на 10-15% и их медиаторов (например IL-4, IL-5), приводят к повышенному риску заболеваний, обусловленных состоянием иммунной системы [1] and the needs of the mother and the growing fetus. Only the products of the unique food culture of the Arctic people – the Nenets, make it possible to meet the emerging needs. The aim of the work was to study the impact of traditional

nutrition on the reproductive health of Nenets women living in the Arctic zone of Western Siberia. Material and methods. 619 indigenous inhabitants (Nenets).

IL-4 – многофункциональный цитокин, играющий ключевую роль в развитии Th2-иммунного ответа, стимулирует пролиферацию и дифференциацию В-лимфоцитов, увеличивает выработку антител, способствует антиген-представлению и активации макрофагов [6] including interleukin-13 (IL13). IL-4 участвует в противовоспалительных процессах и регуляции адаптивного иммунитета. Белок IL-4 кодируется геном *IL4*, который является высокополиморфным. Полиморфизм *IL4* rs2243250 ассоциирован с развитием аллергических заболеваний, таких как бронхиальная астма, атопический дерматит и аллергический ринит [4].

Интерлейкин-5 (IL-5) – цитокин, секретирующийся Th2-клетками и участвующий в аллергических реакциях и гуморальном иммунитете. Интерлейкин-5 играет центральную роль в продукции, мобилизации, активации, пролиферации, выживании эозинофилов, а также в подавлении их апоптоза в очаге воспаления, что способствует развитию аллергических заболеваний [8]. IL-5 кодируется полиморфным геном *IL5*. Наиболее исследованным в контексте воспалительных заболеваний является rs2069812 гена *IL5*. Так, выявлена ассоциация между наличием данного полиморфизма и риском развития атопической бронхиальной астмой [2].

Исследование генетических особенностей распределения генотипов генов цитокинов (*IL4* и *IL5*) в коренных популяциях Российской Арктики (ненцы, долганы-нганасаны, славяне) актуально, потому что важно обеспечить сохранение и улучшение здоровья детей и взрослых, проживающих на территории Российской Арктики ввиду резкого снижения демографического показателя, наличия медицинских, биологических и социально-гигиенических факторов.

Объектами исследования являлись новорожденные дети Таймырского Долгано-Ненецкого района Красноярского края (n=283) и контрольная выборка г. Красноярска (n=171). Генотипирование полиморфизмов генов rs2243250 гена *IL4* и rs2069812 гена *IL5* проводилось методом полимеразной цепной реакции в режиме реального времени. Соответствие частот генотипов равновесию Харди-Вайнберга было проверено с использованием  $\chi^2$ . Статистически значимыми различия считали при  $p < 0,05$ .

В настоящей работе проведен анализ распределения частот аллелей и генотипов между группами ненцев, долган-нганасан и славян.

Показано, что генотип ТТ rs2243250 гена *IL4* чаще наблюдаются среди коренных популяций Российской Арктики, чем у славян (25,7% и 23,2% против 7,0%) (Рисунок 1).

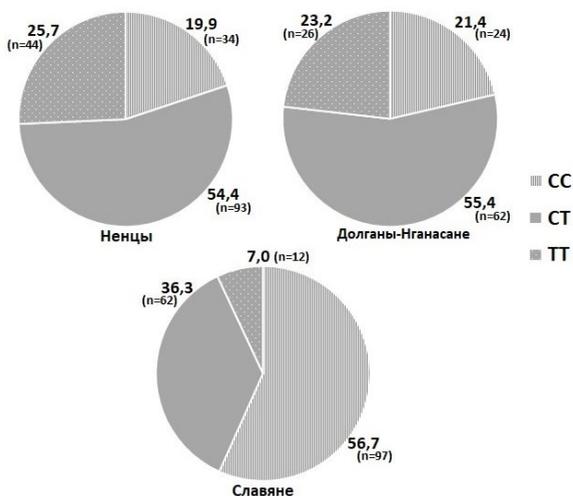


Рисунок 1 – Частота распространённости генотипов полиморфизма rs2243250 гена *IL4*

Согласно исследованиям, носители генотипа ТТ rs2243250 имеют более высокий уровень цитокина IL-4 в сыворотке крови, чем обладатели генотипа СС [5]Excerpta Medica Database (EMBASE). Повышенный уровень IL-4 ассоциируется с развитием аллергических заболеваний (атопический дерматит, бронхиальная астма и аллергический ринит), поскольку его продукция увеличивает секрецию антител IgE, приводит к усилению воспалительных процессов и увеличению числа эозинофилов в тканях [5]Excerpta Medica Database (EMBASE).

Выявлено, что гомозиготный генотип ТТ полиморфизма rs2069812 гена *IL5* чаще встречается у ненцев и долган-нганасан, чем у славян (16,4% и 25,0%, против 9,9%, соответственно) (Рисунок 2).

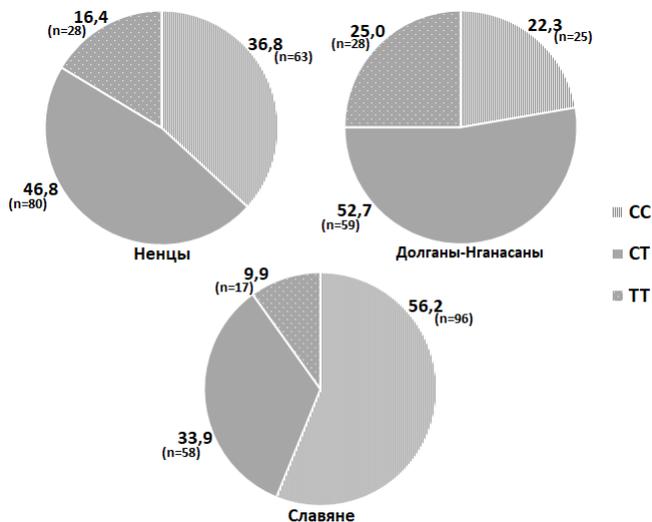


Рисунок 2 – Частота распространности генотипов полиморфизма rs2069812 гена *IL5*

По данным источников литературы генотип ТТ полиморфизма rs2069812 гена *IL5* ассоциирован с низким уровнем продукции IL-5 [3]. Пониженная секреция цитокина IL-5 снижает способность к росту и пролиферации эозинофилов, а также секреции IgA и IgM, что может быть ассоциировано с меньшей заболеваемостью бронхиальной астмой и хронической обструкцией легких [7].

Выявленные различия в генетических вариантах полиморфизмов генов цитокинов на примере *IL4* и *IL5* открывают новые перспективы для изучения генетических факторов, влияющих на здоровье населения АЗ РФ. Дальнейшие исследования в этой области помогут более детально понять механизмы взаимодействия генетических и экологических факторов в развитии аллергических заболеваний среди различных этнических групп.

## Литература

1. Традиционное питание и демография в Арктической зоне Западной Сибири / С.В. Андронов [и др.] // Вопросы питания. – 2020. – Т. 89. – №5. – С. 69-79.
2. Генетические маркеры бронхиальной астмы у детей: предрасположенность к вариантам течения заболевания / М.В. Смольникова [и др.] // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2023. – Т. 27. – №4. – С. 393-400.
3. Роль полиморфизма генов интерлейкина-5 (-703) и рецептора к интерлейкину-5 (-80) в формировании эозинофилии крови при туберкулезе легких / К.О. Михеева [и др.]. – 2012.
4. Смольникова М.В. Ассоциация полиморфных маркеров генов IL4 (C-590T) и IL10 (C-597A) с псориатическим артритом / М.В. Смольникова, С.В. Смирнова // Acta Biomedica Scientifica. – 2012. – Т. 0. – №3(2). – С. 190-193.
5. Jiang F. IL-4 rs2243250 polymorphism associated with susceptibility to allergic rhinitis: a meta-analysis / F. Jiang, A. Yan // Bioscience Reports. – 2021. – Т. 41. – №4. – С. BSR20210522.
6. Lack of Association Between Interleukin 13, Interleukin 4 Receptor Alpha, and MS4A2 gene polymorphisms and asthma in adult Saudis / E.A. Al Abdulsalam [et al.] // Journal of Nature and Science of Medicine. – 2020. – Vol. 3. – №3. – P. 196.
7. Longitudinal analyses reveal immunological misfiring in severe COVID-19 / С. Lucas [и др.] // Nature. – 2020. – Т. 584. – №7821. – С. 463-469.
8. The methylation profile of IL4, IL5, IL10, IFNG and FOXP3 associated with environmental exposures differed between Polish infants with the food allergy and/or atopic dermatitis and without the disease / M. Gorzkiewicz [и др.] // Frontiers in Immunology. – 2023. – Т. 14. – С. 1209190.

\* \* \*

## БИОРЕСУРСНАЯ КОЛЛЕКЦИЯ ПОПУЛЯЦИОННОЙ ВЫБОРКИ КОРЕННОГО И ПРИШЛОГО НАСЕЛЕНИЯ ЯКУТИИ: ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ ЗНАЧИМОСТЬ

*Соловьева Н.А.<sup>1</sup>, Колосова О.Н.<sup>1</sup>, Кычкина О.И.<sup>1</sup> Кан Ми Ун<sup>1</sup>, Павлова Н.И.<sup>1</sup>,*

<sup>1</sup>Институт биологических проблем криолитозоны – обособленное подразделение ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН», Якутск  
sonata60878@yandex.ru; kololgonik@gmail.com; oksa.sav.75@gmail.com;  
kanmiun@yandex.ru; naryya.pavlova@mail.ru

**Аннотация.** Биоресурсная коллекция ИБПК СО РАН (БРК ИБПК СО РАН) включает инвентаризированные и систематизированные образцы биологического материала в виде цельной венозной крови и образцов ДНК практически здоровых представителей коренного и пришлого населения (n=600), проживающих на территории РС (Я). Материалы БРК ИБПК СО РАН используются при проведении молекулярных исследований в отношении генов, участвующих в процессах формирования адаптации человека к экстремальным условиям Севера.

Учитывая актуальность проведения молекулярно-генетических исследований, посвященных изучению популяционных особенностей формирования адаптационных механизмов организма человека к экстремальным условиям Севера в 2022 году на базе отдела экологической и медицинской биохимии, биотехнологии ИБПК СО РАН было начато формирование биоресурсной коллекции популяций коренных и пришлых жителей Якутии.

Биоресурсная коллекция включает инвентаризированные и систематизированные образцы биологического материала в виде цельной венозной крови и образцов ДНК практически здоровых индивидов, в возрасте от 18 до 80 лет, подписавших добровольное информированное согласие (n=600). Фонд биоресурсной коллекции формируется из биологических материалов, собранных в ходе экспедиционных работ сотрудников ИБПК СО РАН и СВФУ им. М.К. Аммосова. На сегодняшний день фонд содержит 1200 единиц хранения. Факты передачи образцов

биологических материалов в фонд БРК ИБПК СО РАН подтверждаются зарегистрированными в журнале актами передачи согласно положению о Биоресурсной коллекции ИБПК СО РАН. Каждому из переданных оригинальных образцов первичного биоматериала, представленного венозной кровью присваивается идентификационный номер БРК ИБПК СО РАН. Работа с материалами БРК регламентируется внутренней документацией, касающейся каждого типа биологического материала и связанных с ним данных и включает в себя такие действия, как сбор/получение, приемка, маркировка, регистрация/протоколирование, каталогизация, пробоподготовка, исследование, депонирование, управление данными, утилизация, а также обеспечение защитных мер.

В зависимости от целей и качества первичного материала выделение образцов ДНК проводится коммерческими наборами реагентов для выделения геномной ДНК «ДНК-Экстран» (НПК Синтол, г. Москва), набором для выделения ДНК с помощью колонок с кремниевой мембраной (ООО Биолабмикс, г. Новосибирск), а также методом перхлоратной экстракции. Измерение концентрации раствора ДНК ( $\text{ng}/\mu\text{l}$ ) и параметров его чистоты проводится с помощью многофункционального микропланшетного ридера FLUOstar Omega, полученные результаты заносятся в электронный реестр БРК ИБПК СО РАН, содержащий сведения сопряженных баз данных. В качестве дополнительной методики по оценке качества выделенных образцов ДНК используется метод визуальной оценки в 1% агарозном геле. С целью оптимизации условий молекулярно-генетических методик все образцы ДНК аликвотируются и приводятся к единой концентрации с последующим хранением при  $-20^{\circ}\text{C}$  (рабочий раствор), исходный образец ДНК с целью длительного хранения депонируется в отдельные морозильные установки при  $-80^{\circ}\text{C}$ . Молекулярно-генетические исследования проводятся с использованием методик полимеразной цепной реакции (ПЦР) и анализа полиморфизма длин рестрикционных фрагментов (ПДРФ). Детекция результатов исследований проводится с использованием агарозного и полиакриламидного гелей с последующей визуализацией в системе для высокочувствительной визуализации белковых и ДНК-гелей ChemiDoc<sup>tm</sup> Touch ImagingSystem с программным обеспечением Image Lab<sup>tm</sup> Touch.

В настоящее время материалы БРК СО РАН используются для проведения молекулярно-генетических исследований в отношении полиморфизма генов серотониновой, дофаминовой, окситоциновой систем, а также генов, участвующих в процессах терморегуляции и нейропластических изменениях мозговой ткани. Исследования проводятся при положительном решении Локального биоэтического комитета ИБПК СО РАН.

Выявленные особенности аллельных полиморфизмов изученных генов подчеркивают важность учета генетических факторов для обоснованного формирования групп риска и разработки стратегий по улучшению психического здоровья и адаптации людей, проживающих в экстремальных условиях Севера.

Все лабораторные работы проводятся научными сотрудниками ИБПК СО РАН на базе лаборатории молекулярной генетики, оборудование для которой было закуплено в рамках **соглашения о предоставлении из федерального бюджета грантов в форме субсидий в соответствии с пунктом 4 статьи 78.1 Бюджетного кодекса Российской Федерации г. Москва от «29» июля 2021 г. №075-15-2021-669** между министерством науки и высшего образования РФ и ФГБУ ФИЦ ЯНЦ СО РАН.

\* \* \*

---

## **НОВАЯ ТЕОРИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ КОМФОРТНОСТИ**

---

*Соломонов М.П.*  
ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН», Якутск  
slmnvm@mail.ru

**Аннотация.** В статье обосновывается появление новой теории социально-экономической комфортности. Новая теория вызвана беспрецедентным экономическим ростом развитых стран в последние 50 лет, растущим социальным расслоением обществ в условиях возрастающей

роли в экономике политической власти государств, изменениями теорий монополии и конкуренции в современной глобальной экономике, необходимостью цивилизационных различий социально-экономической комфортности народов.

Экономические теории, в основном, направлены на повышение благосостояния всего общества. Недаром Адам Смит назвал своё главное произведение XVIII века «Исследование о природе и причинах богатства народов» [1]. Этот мудрый, духовный и гуманистический подход остается основным «мэйнстримом» экономической мысли до наших дней и современные мыслители экономической науки Н.Н. Моисеев [2], С.Ю. Глазьев [3], Дж.Ю. Стиглиц [4], Ж-П Фитусси [5], А. Сен [6] и др. также придерживаются этого спасительного тренда экономического развития *в целом* общественного благосостояния.

В то время, как добрая половина человечества 2000 лет тому назад объявила высшей ценностью людей христианскую любовь к ближнему, продолжаются непрерывные войны почти с такой же частотой, как в описанных Л.Н. Гумилевым средневековых войнах [7]. Только к окончанию самой разрушительной войны в истории человечества, страны мира собрали в 1944 г. Организацию Объединенных Наций, усилиями которой начали формироваться принципы мирного сосуществования различных цивилизаций и устойчивого развития государств мира, гарантирующих свободное и гармоничное развитие человека. 48 лет спустя после окончания Второй мировой войны в Рио-де-Жанейро на конференции ООН 3-14 июня 1992 г. были приняты 27 принципов устойчивого развития государств. Принятие этой Декларации было продиктовано беспрецедентным ускорением экономического роста стран Западной Европы, Северной Америки, нарастающим разрывом с другими странами планеты и возрастающей антропогенной нагрузкой на окружающую среду. В целях реализации этих принципов была создана комиссия ООН из лауреатов Нобелевской премии по экономике: Джорджа Юджина Стиглица, Жан-Поля Фитусси и Амартии Сена. Им было поручено на базе данных французского Национального института статистики и экономических исследований разработать фундаментальные рекомендации к измерению экономического роста с дополнительным

учетом роста качества жизни населения стран мира. Пятая республика, соединившая статистику с экономическими исследованиями, как никто другой, может стать лидером в предлагаемых Комиссией Стиглица экономических исследованиях в реформации основных показателей общественного благосостояния стран. В рекомендациях Комиссии Стиглица [8] имеется стремление к всеохватности факторов общественного благосостояния, включая неравенство, бедность, субъективное понимание людьми своего благосостояния и др. Соответственно, основному поставщику эмпирических данных о благосостоянии общества – статистике даются рекомендации применения новых методов опроса населения и других методов мониторинга предметов экономических исследований.

Вместе с тем, вовлеченность исследователей других стран в данный процесс может существенно расширить и углубить новые методы экономических исследований.

Как утверждал Иммануил Кант «...учение о природе будет содержать науку в собственном смысле лишь в той мере, в какой может быть применена в нем математика» [9, Предисловие, абзац 7]. Также известно высказывание одного из первых академиков РАН Леонарда Эйлера: «Весь анализ бесконечного вращается вокруг переменных количеств и их функций». Следуя классикам, в России, видимо, будет сформирована теория многофакторной функции социально-экономической комфортности в стране, развивающейся на традициях плановой экономики, при определяющей роли государственной политики в экономике, с применением либеральных подходов в организации производств товаров и услуг.

А имеются ли функциональные зависимости между различными чувствами комфортности конкретные факторы, строго соответствующие им? На наш взгляд, имеются. Например, человек чувствует физиологическую комфортность в ванной комнате при  $+25^{\circ}\text{C}$ , в жилой комнате при  $+21^{\circ}\text{C}$ , в спортивном зале  $+19^{\circ}\text{C}$ <sup>1</sup> и т.д. и эти нормативы прописаны в нормах проектирования жилых и гражданских зданий. Другие примеры, человек чувствует экономическую комфортность при заработной

---

<sup>1</sup> ГОСТ 30494-2011 Параметры микроклимата в помещениях. Здания жилые и общественные. Постановление Госстроя РФ от 06.01.1999 г. №1 URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/52219>

плате в месяц 100 тыс. Р., или человеку требуется для питья и еды 2,5 л. чистой воды в сутки, а общая потребность в водоснабжении 130 л. в сутки на одного человека, или агрегированные и синтетические показатели такие как 33 кв. м. общей площади квартиры для одиноко проживающего<sup>1</sup> и т.д. Если более-менее определились с функциональной зависимостью то, как быть с чувством комфортности? Чувства – это то, что человек воспринимает пятью органами чувств: зрения, слуха, осязания, вкуса и обоняния. Чувство комфортности – это наиболее нейтральный уровень эмоционального восприятия человеком определенных условий в различных ситуациях. Точкой отсчета нейтрального уровня восприятия человека являются наличие всех прочих уровней дискомфорта существования человека. Если далее рассуждать в данном ключе, то теория комфортности, будем надеяться, возможно, будет служить препятствием к излишества в потреблении. В человеческих обществах примеры излишеств в будущем, скорее вызовут чувство неловкости и стыда от бессмысленной гордыни.

В действительной жизни, в соответствии с законом диалектики борьбы и единства противоположностей, постоянная комфортность проживания населения может вызвать апатию у народа к дальнейшему духовному и экономическому росту. Видимо, в данном случае, должна прийти на помощь целенаправленное духовное развитие народа, воспитывающее поколения, способные мышлением отодвинуться от форм чувственных восприятий окружающей действительности.

В этой связи на первый план выдвигается дискретность сообществ людей в человеческом обществе. Сообщества людей, представляющие группы людей от отдельных народностей до жильцов многоквартирного дома, от трудовых коллективов до социальных слоев общества имеют разные представления о комфортности проживания. Эти сообщества людей являются предметом исследований социологической науки, которая тесно связана с разделом науки социальной психологии. Эти две научные направления призваны гармонизировать дискретность сообществ людей до общности людей от местного самоуправления до национального и планетарного масштаба. Недаром Д.М. Кейнс утверждал, что склонность к потреблению и склонность к инвестированию целиком

<sup>1</sup> [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_140178/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140178/)

зависят от психологической характеристики общества, а норма процента и, вовсе является, психологическим феноменом рынка [10]. Никто не стал бы отрицать, что очень сложно предугадать, а тем более спрогнозировать массовую психологию рынка, психологию делового мира, психологию собственников, психологию различных социальных групп общества и т.д. Но нельзя объять необъятное. Соответственно, экономическая наука будет нацелена на создание новой теории социально-экономической комфортности.

Методологией теоретизирования в данном направлении понимается совокупная общность методов познания социально-экономической комфортности. Им может выступать диалектический материализм, ибо на сегодняшний момент нет другой более фундаментальной философской доктрины, которая могла бы служить основой дальнейших рассуждений.

Наука оперирует методами нормирования чувственных восприятий человеком окружающего мира в люксах света, децибелах звука, градусах тепла и холода, органолептических свойствах вкуса и запаха веществ. За границей чувственных восприятий человека, определяемого нормативами, перед наукой еще стоит задача определения восприятия человеком своей безопасности, своего эстетического восприятия окружающей среды, своего места в обществе и как высший нравственный и побудительный мотив жизни человека – это определение человеком своего жизненного предназначения. Эти категории не связаны прямыми физическими измерителями и могут быть исследованы приемами науки – социологии. Соответственно, предметом новой теории является *социально-экономическая комфортность*.

Некоторые исследователи [11] социальную комфортность общества называют латентной категорией, но, «необходимой для определения реального уровня благосостояния населения в динамике». Эти авторы удачно формулируют социальную комфортность как: «оптимизационный процесс взаимодействия человека и внешней среды, направленный на максимизацию состояния комфорта. Далее они определяют: «Если комфортность – это целевая функция, которую индивид максимизирует, то составляющие комфорта (различного рода активности индивида и среды) – это параметры целевой функции. Задача – найти целевые

значения параметров при действующих ограничениях на каждый вид активности. Максимум целевой функции социальной комфортности достигается не максимизацией отдельных активностей индивида, а посредством поиска оптимальных наборов данных активностей (*в исследуемой совокупности*) с учетом жизненных приоритетов индивида (*индивидов*), встроенных в контекст его (*их, курсивом доб. авт.*) институциональной среды». Никто бы не стал бы отрицать, что последнее формируется обществом, т.е. государством. Эти авторы подчеркивают сложность социальной комфортности, подразумевая использование новых методов измерения и оценки, про которые написано выше.

Современными инструментами социологических исследований являются 1) синтетические показатели статистики; 2) опросы общественного мнения; 3) поисковый интернет анализ социальных сетей. Исследования показывают, что наибольшей эффективностью наравне с данными статистики в отображении социальных условий обладает поисковый интернет анализ, т.к. он «независим от искаженных ответов респондентов».

По сравнению с социальной комфортностью экономическая комфортность людей более определена в теоретическом плане. Основанием могут служить, начиная от «Богатства народов...» Адама Смита [1], «Принципов экономической науки» Альфреда Маршалла [12] и его ученика «Теории экономического благосостояния» А.С. Пигу [13] кончая «Общей теорией...» Д.М. Кейнса [10], «Теорией функции потребления» М. Фридмана [14], «Теорией экономического роста» Й.А. Шумпетера [15] и др.

Классики от экономической науки едины во мнении, что измерителем экономических исследований, в основном, выступают денежные единицы, как агрегирующий измеритель разного рода хозяйственной деятельности людей, продукции, услуг и благосостояния населения. Мы говорим «в основном», т. к. некоторые элементы экономического благосостояния? преимущественно общественного назначения, такие как: коммунальная, транспортная, социальная, городская инфраструктура могут быть измерены в чисто физических величинах обеспечения и доступности для населения.

Другой отличительной чертой социально-экономической комфортности могут выступать оценочная зависимость экономических показате-

телей от ментальности населения, его традиций, ценностных ориентиров в их образе жизни, нравственных устоев и религиозных верований. Их учет в сравнительном анализе экономической комфортности проживания представляет наибольшую сложность и, по-видимому, может основываться не только на экспертных оценках, но и на эконометрических количественных показателях психофизиологического ощущения своего благосостояния индивидом. Соответственно перед новой теорией стоит проблема, как перед Д.М. Кейнсом при написании им его «Общей теории...», проблема измерителей, которую он решил, переходя к измерителю в единицах заработной платы.

Лауреаты Нобелевской премии 2002 г. по экономической психологии Даниел Канеман и Ангус Дитон в статье 2011 г. ставили перед собой весьма банальный, на первый взгляд, вопрос «можно ли купить счастье за деньги». Их анализ был основан на 450 тыс. ответах опроса, проведенного Институтом Гэллапа по исследованиям общественного здоровья и благополучия (Gallup-Health and Well-Being Index GHWBI), который в течении 2008-2009 гг. ежедневно получали ответы от 1000 респондентов в США. Анализ опросов подвел их к выводу, что эмоциональное благополучие индивида повышается при доходе за год до 75 000 долларов, но дальнейшего роста эмоционального благополучия после 75 тыс. \$ нет. Согласно опросам РосБизнесКонсалтинга (РБК) на 20 августа 2024 г. более 50% опрошенных считают нормальной заработную плату 100-200 тыс. Р в месяц, или 150 тыс. Р, или 1,8 млн. руб. в год, или с НДФЛ 13% и социальными выплатами 30,8% 2 660 472 руб., или в переводе на доллар США по курсу 89,5428 Р на это время равняется 29,7 тыс. \$.

Тем не менее, сравнение приведенных показателей без учета цен на потребительские товары и услуги между странами, а тем более без учета государственных расходов на потребление населения, а в приведенных показателях еще и разницу времени наблюдений, будет далеко не корректным.

Даже методики Программы Международных Сравнений (ПМС) (*International Comparison Program (ICP)*), применяемые Группой Всемирного банка, по расчету Паритета Покупательной Способности (ППС) и других расчетных показателей требуют дальнейшего совершенствования на пути определения эмоционального благополучия населения

различных стран<sup>1</sup>. Учет различия государств по предоставлению услуг здравоохранения, образования, по предоставлению услуг во время досуга (культурных, религиозных, развлечений) бесплатных или частично оплачиваемых также требует глубокого и всестороннего изучения для сравнительного анализа и беспристрастной сравнительной оценки. Оценки, приводимые без учета указанных различий, будут всегда иметь налет поверхностного характера и вызывать недоверие пользователей.

В статье Калеман с Дитон [16] приводится психофизический закон Вебера (*в 1834 г.*) -Фехнера (*в 1860 г.*) для измерения восприятия эмоционального благополучия и суждений об оценке жизни индивида. Этот «основной психофизический закон» восприятия, устанавливающий логарифмическую зависимость между интенсивностью раздражителя и величиной субъективного ощущения:  $S=KLnJ+C$ , где:  $S$  – субъективная величина ощущения,  $J$  – величина (интенсивность) раздражителя (стимула),  $K$  и  $C$  – константы. Здесь мы видим формулу натуральной логарифмической кривой, которая будет стремиться к области, которая характеризует адаптацию человека к воздействию стимула. В физиологии – это понятие порога, когда изменение величины стимула уже не приводит к адекватной оценке этого изменения – оно практически не замечается. Данный закон справедлив для любых раздражителей: звука, света, температуры, вкусовых ощущений и тому подобного. Данное логарифмическое преобразование, т.е. показательная функция с основанием равным числу Эйлера  $e^x$ , определяющий рост ощущений наиболее точно отражает психофизическое изменения состояний человека на внешние раздражители: температуру, звук, свет, т.е. на физические измерители комфортности проживания.

Экономическая наука только в середине XX века, или через век после психологов, перешла к оценке экономических явлений логарифмическими функциями. Так, логарифмический метод был применен Милтоном Фридманом в его «Теории функции потребления» [14] в 1956 г. В том же году Робертом Солоу в статье «Вклад в теорию экономического роста» [17] была приведена логарифмическая функция экспоненциального экономического роста.

<sup>1</sup> <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2020/05/19/new-purchasing-power-parities-show-low-and-middle-income-economies-account-for-half-of-the-global-economy>

Если новая теория социально-экономической комфортности будет развиваться, то в связи с настоящим ростом влияния государства, т.е. как писал Адам Смит «политической экономии» [1, Книга 4 «О системах политической экономии», Книга 5 «О расходах государя и государства»], развитие данного общества будет зависеть, преимущественно, от общественно-экономической формации данного общества (т.е. как писал К. Г. Маркс – основатель диалектического материализма). Недаром Й.А. Шумпетер, подвергая жесткой критике учение К.Г. Маркса о смене капитализма социализмом «здесь и сейчас», своеобразно анализируя экономическое развитие человеческого общества, также пришел к выводу о смене капитализма социализмом [18]. Д.К. Гэлбрейт также писал: «Только тогда, когда социализм будет рассматриваться как необходимая и во всех отношениях нормальная характеристика системы, эта ситуация изменится. Тогда общество будет требовать обеспечения высоких результатов работы и будет гордиться своими действиями. Это отнюдь не пустой и не обоснованный оптимизм, подтверждение этому можно найти в Европе и в Японии. Там, как было отмечено, слово «социализм» имеет возвышенный, а не уничижительный смысл.» [19]. Дж.Ю. Стиглиц искал третий путь: «между социализмом, в условиях которого государство чрезмерно вмешивается в сферу экономики, и экономикой *laissez fair* (или политикой невмешательства), где роль государства сводится к нулю» [20]. Его же анализ в труде «Экономика государственного сектора» выявил, что в США этот сектор занимает 60% народного хозяйства страны [21].

Из всего вышесказанного, видимо, следует, что социальная справедливость, обеспечивающая стабильность государственного устройства, будет основным трендом социалистического развития нашей страны, теоретической базой которого будет социально-экономическая комфортность проживания его народов.

*Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема №0297-2021-0037, ЕГИСУ НИОКТР №121020400168-1).*

## Литература

1. Смит Адам. Исследование о природе и причинах богатства народов. / – М.: Издательство социально-экономической литературы, 1962. – С. 686. URL: [https://vk.com/doc188137326\\_583690299](https://vk.com/doc188137326_583690299)
2. Моисеев Н.Н. Расставание с простотой. М., «Аграф», 1998. – С. 480.
3. Глазьев С.Ю. Идеология новой эры / Евразийская интеграция: экономика, право, политика. 2022. №1 (39). С. 9. DOI 10.22394/2073-2929-2022-04-9-9 URL: [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_48171291\\_80456368.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_48171291_80456368.pdf)
4. Стиглиц Дж.Ю. Глобализация: тревожные тенденции / Институт сравнительной политологии РАН. Слово об авторе Г.Ю. Семигина. С. 188. URL: [https://royallib.com/book/stiglits\\_dgozef/globalizatsiya\\_trevognie\\_tendentsii.html](https://royallib.com/book/stiglits_dgozef/globalizatsiya_trevognie_tendentsii.html)
5. Фитусси Ж.-П. Павшие герои финансового кризиса / Римский международный свободный университет гуманитарных наук (LUISS) 2010. URL: <https://www.business-gazeta.ru/article/33755?ysclid=m0ln18n086554520974>
6. Сен Амартия. Развитие как свобода. Пер. с англ. Полецкой Е. / Фонд либеральной экономики. – М.: 2004. С. 425. URL: [https://vk.com/wall-80080904\\_6412](https://vk.com/wall-80080904_6412)
7. Гумилев Л.Н. Древние тюрки. Поиски вымышленного царства. / – М.: Эксмо, 2008. – С. 1024.
8. Стиглиц Дж., Сен А., Фитусси Ж.-П. Неверно оценивая нашу жизнь: Почему ВВП не имеет смысла? Доклад Комиссии по измерению эффективности экономики и социального прогресса. – М.: Издательство Института Гайдара, 2016. С. 216. URL: <https://instituciones.com/download/books/2966-neverno-ocenivaya-nashu-zhizn-pochemu-vvp-ne-imeet-smysla.html>
9. Кант Иммануил. Метафизические начала естествознания / – М. Мысль, 1999. С. 1710. URL: [https://rusnauka.narod.ru/lib/kant\\_i/metafizika.htm](https://rusnauka.narod.ru/lib/kant_i/metafizika.htm)
10. Кейнс Д.М. Общая теория занятости, процента и денег / ООО «Издательство АСТ». – М.: 2021. С. 213. URL: <https://www.litres.ru/book/dzhon-keyns/obschaya-teoriya-zanyatosti-procenta-i-deneg-66550700>
11. Теоретические и методологические проблемы измерения социальной комфортности: результаты эмпирического анализа на российских данных / М.В. Шаклеина, М.И. Волкова, К.И. Шаклеин, С.Р. Якиро // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2020. Т. 13. №5. С. 135-152. DOI: 10.15838/esc.2020.5.71.8. <http://www.volnc.ru/files/journal/issues/esc-2020-5-71-a1e70262e9--ru.pdf>

12. Маршалл Альфред. Основы экономической науки. Пер. с англ. В.И. Бомкина, В.Т. Рысина, Р.И. Столпера / Антология экономической мысли. – М.: Эксмо. 2007. – С. 832.
13. Пигу А.С. Экономическая теория благосостояния. / Прогресс. – М.: 1985. Т.1. С. 512. Т. II.
14. Фридман М. Теория функции потребления / Пер. с англ. Соломонова М.П. – Якутск. Издательский дом СВФУ, 2022. – С. 206. URL: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_50743186\\_82638528.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_50743186_82638528.pdf)
15. Шумпетер Й.А. Теория экономического развития. (исследование предпринимательской прибыли, капитала, кредита, процента и цикла конъюнктуры) Пер. с нем. Автономова В.С. И др. / Прогресс. – М.: 1983. С. 456. URL: <https://djvu.online/file/JajYWySAMOxto>
16. Kahneman D., Deaton A. High income improves evaluation of life but not emotional well-being. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2010, vol. 107 (38), pp. 16489-16493. DOI: 10.1073/pnas.1011492107 URL: <https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.1011492107>
17. Solow Robert M.A Contribution to the Theory of Economic Growth / The Quarterly Journal of Economics, Vol. 70, №1. (Feb., 1956), pp. 65-94. Stable URL: <http://links.jstor.org/sici?sici=0033-5533%28195602%2970%3A1%3C65%3AACTTTO%3E2.0.CO%3B2-M>
18. Шумпетер Й.А. Капитализм, социализм и демократия / предисл. В.С. Автономова ; пер. с нем. В.С. Автономова, М.С. Любского, А.Ю. Чепуренко ; пер. с англ. В.С. Автономова, Ю.В. Автономова, Л.А. Громовой, К.Б. Козловой, Е.И. Николаенко, И.М. Осадчей, И.С. Семеновенко, Э.Г. Соловьева]. – М. : Эксмо, 2008. – С. 864. – (Антология экономической мысли). С. 363-824. URL: [https://vk.com/wall-68638203\\_2643](https://vk.com/wall-68638203_2643)
19. Гэлбрейт Д.К. Экономические теории и цели общества / Экономическая библиотека Экономика 2000. С. 187. URL: [https://royallib.com/book/gelbreyt\\_dgon/ekonomicheskie\\_teorii\\_i\\_tseli\\_obschestva.html](https://royallib.com/book/gelbreyt_dgon/ekonomicheskie_teorii_i_tseli_obschestva.html)
20. Стиглиц Дж.Ю. Ревущие девяностые. Семена развала. / Пер. с англ. и примеч. Г.Г. Пирогова. Вступит. статьи Г.Ю. Семигина и Д.С. Львова – М.: Современная экономика и право, 2005. – С. 424. URL: <https://djvu.online/file/x1yog3TKpKNY?ysclid=m0ltib9vwj993584947>
21. Стиглиц Дж.Ю. Экономика государственного сектора / Пер. с англ. ред. Куманин Г.М. – М.: Изд-во МГУ: ИНФРА-М, 1997. – С. 720. URL: <https://djvu.online/file/lelqwguaaUstN>

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТАГЕНОМНОГО ПРОФИЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ МИКРОБИОТЫ РОГАТОГО СКОТА ПРИ КАПРИПОКСВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ

Спрыгин А.В.<sup>1</sup>, Шарко Ф.С.<sup>2</sup>, Бьядовская О.П.<sup>1</sup>, Кротова А.О.<sup>1</sup>, Прохвятилова Л.Б.<sup>1</sup>,  
Чвала И.А.<sup>1</sup>, Золотников У.Е.<sup>2</sup>, Козлова А.Д.<sup>2</sup>, Крылова А.С.<sup>2</sup>, Гросфельд Э.В.<sup>2</sup>,  
Прокопенко А.В.<sup>2</sup>, Корженков А.А.<sup>2</sup>, Патрушев М.В.<sup>2</sup>, Намсараев З.Б.<sup>2</sup>,  
Тенитилов Н.А.<sup>1</sup>, Тоцаков С.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Федеральный центр охраны здоровья животных, ФГБУ «ВНИИЗЖ», Владимир  
<sup>2</sup>НИЦ «Курчатовский институт», Москва  
e-mail sprygin@arriah.ru

**Введение.** Каприпоксвирусные инфекции – трансграничные особо опасные заболевания мелкого и крупного рогатого скота, подлежащих notiфицированию во Всемирную организацию охраны здоровья животных (ВОАН) [12]. Инфекции вызываются вирусами рода *Capripoxvirus* семейства *Poxviridae*, который включает вирус оспы овец (SPPV), вирус оспы коз (GTPV) и вирус заразного узелкового дерматита (ЗУД, LSDV) [4]. Впервые обнаруженные в Африке, к настоящему времени инфекции быстро распространились по Европе и Азии [11].

У зараженных животных развивается лихорадка, различные степени генерализации инфекции и появлением кожных поражений. Несмотря на растущий объем исследований, посвященных каприпоксвирусам, до сих пор существуют значительные пробелы в знаниях, особенно в отношении генетического разнообразия, специфичности круга хозяев, путей передачи и различий в тяжести симптомов между вспышками в естественных условиях и при экспериментальном заражении [9]. Кожа обычно содержит различные бактериальные и вирусные сообщества, которые могут служить объектами метагеномных исследований как в естественных, так и в экспериментальных условиях [8]. Однако, несмотря на то, что поражения кожи или струпья являются характерной чертой каприпоксвирусных заболеваний, существует недостаток опубликованных данных о бактериальных и вирусных сообществах, присутствующих при поражениях, вызванных каприпоксвирусом.

Изучение потенциальных сочетанных инфекций и выявление новых возбудителей при каприпоксвирусной инфекции может дать ценные знания о лежащих в основе естественных механизмах патогенеза [8].

В связи с вышеизложенным, целью данной работы было метагеномное профилирование микробиома кожных поражений от овец и крупного рогатого скота (КРС), зараженных вирусом оспы овец и ЗУД, соответственно.

### **Материалы и методы**

В работе исследовано 12 образцов от инфицированных животных из разных регионов Российской Федерации (3 от КРС, 9 от МРС). Метагеномная ДНК была выделена с помощью набора QIAamp DNA Microbiome Kit (Qiagen, Германия) в соответствии с инструкциями производителя. Секвенирование проводилось с помощью платформы MGITECH DNBSEQ 400 (MGITECH, Китай). Полученные метагеномные считывания были обработаны и отфильтрованы по качеству с помощью fastp версии 0.23.4 [2]. Риды генома хозяина и риды генома человека, удаляли с помощью Bowtie2 [5]. Классификацию ридов проводили с помощью Kraken2 [6] и Metaphlan4 [1].

### **Результаты**

По классификации Kraken2 преобладали риды, соответствующие основному инфекционному агенту – каприпоксвирусу (рис. 1). Примечательно, что у животных, инфицированных вирусом ЗУД (LSDV), наблюдалось небольшое количество считываний, относящихся к SPPV, и наоборот. Однако дополнительный анализ сборки de novo не подтвердил наличие двух вирусов, что позволяет отнести этот результат к ложно положительным, вызванным низкой специфичностью алгоритма на основе kmer, реализованного в Kraken2. Интересно, что был обнаружен один случай коинфекции образца (образцы PV\_99) вирусом контактиозного дерматита (эктимы) [10] (рис. 1).

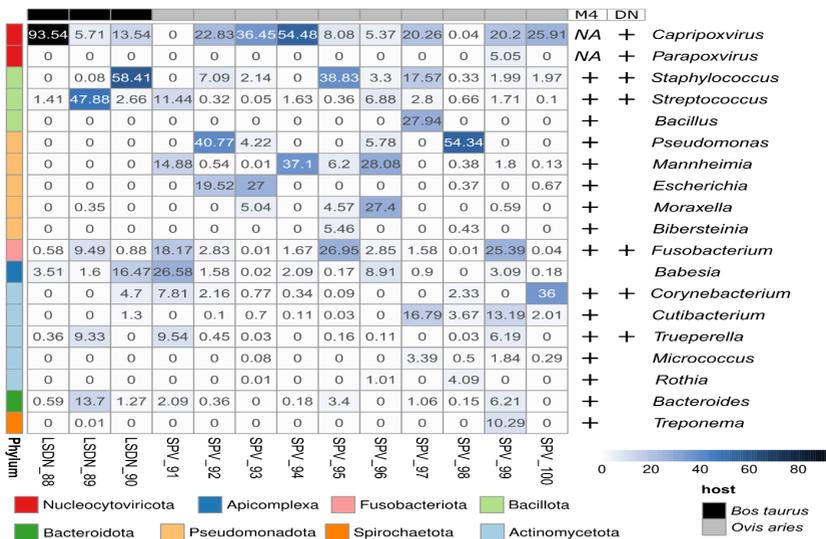


Рисунок 1 – Тепловая карта выявленных инфекционных агентов по Kraken2

Единственным идентифицированным эукариотическим микроорганизмом была *Babesia bigemina*, обнаруживаемая во всех проанализированных образцах. Количество считываний, присвоенных ему, варьировало от 0,003 до 16,5% от всех считываний, классифицированных по Kraken2 (рис. 1). Однако результаты Metaphlan4 не подтвердили этот вывод. Дальнейший анализ ридов, присвоенных *Babesia bigemina* с помощью Kraken2, показал, что все они картировались как один скаффолд, но не с полным геномом *B. bigemina*. Этот факт может быть объяснен контаминацией собранного генома *B. bigemina* в Genbank. Доминирующие прокариотические микроорганизмы варьировали от образца к образцу в соответствии с Kraken2/Metaphlan4 (рис. 1). Анализ основных представителей сообществ показал, что единственным видом, обнаруженным с помощью всех инструментов более чем в 50% образцов, была *Fusobacterium necrophorum*, которая вызывает некробактериоз у крупного рогатого скота и овец [7]. Другие основные таксоны варьировались в зависимости от группы образцов (SPPV/LSDV) и метода анализа (Kraken2/Metaphlan4). Что касается животных, инфицированных LSDV,

то *Streptococcus dysgalactiae*, который вызывает мастит у крупного рогатого скота, был обнаружен Kraken2 во всех образцах, однако только в образцах животных, инфицированных LSDV, эти микроорганизмы преобладали (рис. 1). В свою очередь, 7 из 9 образцов овец продемонстрировали наличие распространенного условно-патогенного микроорганизма золотистого стафилококка, способного вызывать развитие мастита и других кожных заболеваний у домашнего скота [3]. *Bacteroides heparinolyticus*, который, как сообщалось, вызывал метрит у молочных коров, был обнаружен в 9 из 12 проанализированных образцов. У овец, инфицированных SPPV, наблюдалось значительное увеличение численности кутибактерий по сравнению с коровами (рис. 1). В свою очередь, результаты Metaphlan4 показали присутствие *Helcococcus ovis* в 2 из 3 образцов парши, вызванной LSDV, и в 3 из 9 образцов SPPV. Интересно, что, согласно Metaphlan4, *H. ovis* абсолютно доминировал в микробном сообществе в образце LSDV\_88, достигнув 100% классифицированных ридов.

Таким образом, проведенный анализ образцов кожных поражений показал возможность использования метагеномного профилирования с целью идентификации и характеристики микробиома исследуемого биологического образца.

### Литература

1. Blanco-Míguez A. [и др.]. Extending and improving metagenomic taxonomic profiling with uncharacterized species using MetaPhlan 4 // Nature Biotechnology. 2023. №11 (41). С. 1633-1644.
2. Chen S. [и др.]. fastp: an ultra-fast all-in-one FASTQ preprocessor // Bioinformatics. 2018. №17 (34). С. i884-i890.
3. Foster A.P. Staphylococcal skin disease in livestock // Veterinary Dermatology. 2012. №4 (23). С. 342.
4. Hamdi J. [и др.]. Capripoxvirus Infections in Ruminants: A Review // Microorganisms. 2021. №5 (9). С. 902.
5. Langmead B., Salzberg S. L. Fast gapped-read alignment with Bowtie 2 // Nature Methods. 2012. №4 (9). С. 357-359.
6. Lu J. [и др.]. Metagenome analysis using the Kraken software suite // Nature Protocols. 2022. №12 (17). С. 2815-2839.

7. Metre D.C. Van Pathogenesis and Treatment of Bovine Foot Rot // Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice. 2017. №2 (33). С. 183-194.
8. Nagar P., Hasija Y. Metagenomic approach in study and treatment of various skin diseases: a brief review // Biomedical Dermatology. 2018. №1 (2). С. 19.
9. Shumilova I. [и др.]. Comparison of Gross Pathology between Classical and Recombinant Lumpy Skin Disease Viruses // Viruses. 2023. №9 (15). С. 1883.
10. Spyrou V., Valiakos G. Orf virus infection in sheep or goats // Veterinary Microbiology. 2015. №1-2 (181). С. 178-182.
11. Whittle L., Chapman R., Williamson A.-L. Lumpy Skin Disease-An Emerging Cattle Disease in Europe and Asia // Vaccines. 2023. №3 (11). С. 578.
12. Terrestrial Code Online Access . WOAH – world organisation for animal health (2023). Available at: <https://www.woah.org/en/what-we-do/standards/codes-and-manuals/terrestrial-code-online-access/> [Accessed October 7, 2023].

\* \* \*

---

## КОНТРОЛЬ НУКЛЕАЦИИ И РОСТА ГАЗОВЫХ ГИДРАТОВ

---

*Смопоров А.С.<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup>Российский государственный университет нефти и газа (НИУ)  
им. И.М. Губкина, Москва

<sup>2</sup>Московский физико-технический институт, Долгопрудный  
stopor89@bk.ru

**Аннотация.** Данная работа посвящена вопросам управления процессами нуклеации и роста газовых гидратов. Понимание физико-химических основ процесса гидратообразования позволяет предотвращать аварии и обеспечивать безопасность при добыче и транспортировке нефти и газа. Такие знания высоко востребованы в нефтегазодобывающей отрасли и могут быть полезными при разработке систем хранения и транспортировки газа.

Разработка газогидратных технологий хранения, транспортировки и утилизации природного, попутного нефтяного (ПНГ) и техногенных газов, а также разделение газовых смесей представляют собой актуальную научно-инженерную задачу. Например, компанией Mitsui Engineering&Shipbuilding Co разработан проект транспортировки природного газа в форме газового гидрата с месторождений Юго-восточной Азии на Японские острова [1]. В настоящее время реализованы методы получения гидратов в установках классического типа (реактор с мешалкой) [2]. Использование колонн с «кипящим» слоем также приносит положительные результаты [3]. Здесь проблема медленной нуклеации решается путем барботирования газа и возвращения части гидратной суспензии в цикл. Содержащаяся в суспензии гидратная фаза выступает в качестве затравки для дальнейшего формирования газового гидрата. Однако, кроме повышения скорости наработки, такое решение снижает эффективность процесса и технологически усложняет аппарат.

Альтернативой является создание эффективных промоторов нуклеации и роста гидратов, использование которых обеспечивало бы зарождение гидратных частиц сразу после возникновения контакта вода-газ при подходящих термодинамических условиях и удовлетворительную скорость роста гидрата. Поскольку в настоящее время практически отсутствуют представления о характеристиках поверхностей, которые благоприятствуют образованию газовых гидратов, разработка таких решений требует проведения предварительных научных исследований. При образовании газового гидрата из жидкой воды и газа, нуклеация гидрата чаще всего происходит вблизи границы раздела фаз жидкость-газ [4]. Согласно классической теории нуклеации, различают два механизма нуклеации – гомогенную (связанную с образованием первичного зародыша исключительно за счет локальной флуктуации плотности вещества в исходной метастабильной фазе), и гетерогенную – образование первичного зародыша на присутствующих в жидкости мельчайших твердых частицах, активных точках на стенках сосуда и т.д., обычно называемыми центрами гетерогенной нуклеации. Вопрос контроля имеющихся в данной системе центров нуклеации не решен, прежде всего, из-за невозможности полностью удалить из жидкости имеющиеся в ней гетерогенные примеси, а также исключить попадание в жидкость частиц

из воздуха, отслоением микрочастиц со стенок реактора и т.д. [5]. В настоящее время интенсивно исследуется влияние на нуклеацию гидратов искусственно вносимых в воду порошков различных веществ, служащих в качестве центров гетерогенной нуклеации [6].

Тем не менее, вопрос локализации процесса гидратообразования на определенных поверхностях на данный момент недостаточно изучен. Существуют разные способы ускорения формирования газовых гидратов: (1) использование термодинамических промоторов (смещение равновесных условий формирования гидратов в область более низких давлений и высоких температур, т.е. увеличение движущей силы данного процесса по сравнению с системой без добавок при одинаковых условиях); (2) использование кинетических промоторов (увеличение скорости формирования гидратов); (3) использование технически сложных методов, таких как ударно-волновое воздействие на газо-жидкостную смесь и формирование гидратов их аморфных слоев в глубоком вакууме при низких температурах [7]. Наиболее привлекательным здесь представляется управление кинетикой нуклеации и роста гидратов за счет введения в систему специальных добавок и/или поверхностей (пункт (2)). Выявление закономерностей влияния состава поверхности на кинетические параметры формирования гидратов позволит развить теоретическую модель, описывающую влияние твердых поверхностей на поведение газовых гидратов, и создавать поверхности, позволяющие эффективно регулировать процессы нуклеации и роста гидратов. Разделение процесса образования гидратов на стадии нуклеации и роста произведено неспроста, поскольку зачастую вещества/частицы/поверхности, способные ускорять зарождение гидратов, малоэффективны в отношении их роста и наоборот. К сожалению, в литературе этому уделяется мало внимания. Таким образом, необходимо создать поверхности, которые будут проявлять высокую эффективность на всех стадиях формирования газовых гидратов. Это позволит управлять кинетикой нуклеации и роста газовых гидратов, например, на различных участках нефтегазопроводов. Обычно нуклеация гидратов в таких системах может протекать по разнообразным маршрутам, и локализация процесса гидратообразования представляет важную научно-техническую задачу.

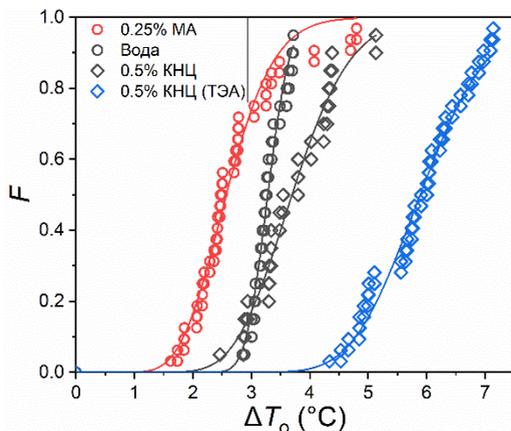


Рисунок 1 – Функции распределения переохладения, при котором наблюдается гидратообразование в исследуемых системах; МА – микросферы агарозы, КНЦ (ТЭА) – карбоксилированная нанопибриллярная целлюлоза (нейтрализованная триэтаноломином), данные по воде, КНЦ и КНЦ (ТЭА) взяты из работы [8]

В данной работе для управления процессом гидратообразования предлагается использовать материалы на основе полисахаридов с различным составом поверхности и морфологией. С одной стороны, было показано, что материалы на основе целлюлозы с гидрофобным компонентом, поддерживающим механическую прочность системы (полистирол), могут выступать в качестве носителя для циклического получения и разложения газовых гидратов. С другой стороны, изучение таких полисахаридов, как карбоксилированная нанопибриллярная целлюлоза (КНЦ) и агароза (Рис. 1), показало, что модификация частиц на основе полисахаридов позволит разработать новый тип модификаторов нуклеации и роста газовых гидратов, создать поверхности, исключаящие адгезию и/или нуклеацию на них гидратов и развить физико-химическую теорию управления образованием газовых гидратов.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда №24-79-10328, <https://rscf.ru/project/24-79-10328/>*

## Литература

1. Nakai S. Development of Natural Gas Hydrate Supply Chain// Proceedings of the 25<sup>th</sup> World Gas Conferences. Kuala Lumpur, Malaysia, 2012. – P. 367-375
2. Semenov M.E., Pavelyev R.S., Stoporev A.S., Zamriy A.V., Chernykh S.P., Viktorova N.V., Varfolomeev M.A. (2022). State of the Art and Prospects for the Development of the Hydrate-based Technology for Natural Gas Storage and Transportation (a Review) // Petroleum Chemistry, 2022. – V. 62(2). – 127-140.
3. Waycuilis J., Sirajuddin H., Rensing P.A Novel Approach to Production of Hydrate Slurries at High Process Intensity and Conceptual Applications// Proceedings of the 7<sup>th</sup> International Conference of Gas Hydrates, Edinburgh, UK, 2011.
4. Sloan E.D., Koh C.A. Clathrate hydrates of natural gases. 3d ed. Boca Raton – London – New-York: CRC Press, 2007. 752 p.
5. Shestakov V.A., Kosyakov V.I., Manakov A.Y., Stoporev A.S., Grachev E.V. Heterogeneous Nucleation of Methane Hydrate in a Water-Decane-Methane Emulsion // Russian Journal of Physical Chemistry A, 2018. – V. – 92. –P. 1293-1298.
6. Manakov A.Y., Penkov N.V., Rodionova T.V., Nesterov A.N., Fesenko E.E. Kinetics of formation and dissociation of gas hydrates// Russian Chemical Reviews, 2017. – V. 86(9). – P. 845.
7. Manakov A.Y., Stoporev A.S. Physical Chemistry and Technological Applications of Gas Hydrates: Topical Aspects// Russian Chemical Reviews, 2021. – V. 90 (5). – P. 566.
8. Gong Y., Tulegenov T.B., Semenov A.P., Vinokurov V.A. Li, T., Stoporev A.S. How to Improve the Efficiency of Kinetic Hydrate Inhibitors Based on Nanofibrillar Cellulose?// Chemistry and Technology of Fuels and Oils, 2024. – V. 60. – P. 574 578.

\* \* \*

## ПОСЛЕДСТВИЯ ДЕГРАДАЦИИ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ПОРОД ДЛЯ ЛОКАЛЬНЫХ СИСТЕМ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ СЕЛЬСКИХ ПОСЕЛЕНИЙ ЯКУТИИ

*Сулейманов А.А.<sup>1</sup>, Лыткин В.М.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Институт гуманитарных исследований и проблем малочисленных народов Севера – обособленное подразделение ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН», Якутск

<sup>2</sup>Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, Якутск  
alexas1306@gmail.com

**Аннотация.** В работе подводятся итоги исследований, проводившихся в течение 2019-2023 гг. при поддержке Российского научного фонда в селах, относящихся к различным по своей природно-географической специфике группам административных районов (улусов) Республики Саха (Якутия). Целью этих исследований являлось выявление масштабов и последствий деградации многолетнемерзлых пород для сложившихся на локальном уровне систем жизнеобеспечения сельских поселений. В этой связи выполнялись изыскания, включавшие комплекс геокриологических, социологических и историко-антропологических работ. Проведенные исследования позволили установить основные последствия трансформации окружающей среды для жизнедеятельности местного населения, определить особенности реагирования, а также формирующиеся у сельских жителей адаптационные механизмы.

В течение 2019-2023 гг. авторы проводили исследования в населенных пунктах Амгинского (сс. Амга и Чапчылган), Олёкминского (с. Юнкюр), Хангаласского (с. Улахан-Ан), Среднеколымского (с. Аргахта), Верхневилуйского (с. Липпе-Атах) административных районов (улусов) Якутии. В ходе этих изысканий выполнялись: ландшафтно-мерзлотная съемка местности, буровые работы, оборудование площадок для температурного мониторинга многолетнемерзлых пород (ММП), аэрофотосъемка и наземное лазерное сканирование. Проводился социологический опрос. Инструментарий социологического исследования включал анкеты социологического опроса и вопросники для проведе-

ния экспертного опроса. В проведении экспертного опроса принимали участие ведущие специалисты администрации наслегов, представители ключевых хозяйствующих субъектов. Кроме того, осуществлялись исследования историко-антропологического плана, посвященные изучению истории хозяйственного освоения интересующих участников проекта сел и сопряженных с ним территорий. Данная часть работ включала проведение на основе единого вопросника глубинного и нарративного интервью, главным образом, среди старожилов.

Осуществленные геокриологические исследования показали широкое распространение термокарста (вытаивание подземного льда) на антропогенно нарушенных территориях в пределах и окрестностях сс. Амга и Юнкюр. Для этих территорий характерно ежегодное углубление межполигональных понижений. Так, на ключевом участке исследований «Амга» за период наблюдений поверхность рельефа в среднем в течение года проседала на 5,5 см, на участке «Юнкюр» – на 7 см. В целом же, как показали проведенные исследования, в области распространения современных термокарстовых форм (быларов) попадает порядка 19,5% земель от всех дворовых территорий в с. Юнкюр и 18% в с. Амга. В Амге на деградирующих ландшафтах расположено 540 жилых и хозяйственных строений. В Юнкюре на участках с активным термокарстом находится 249 построек. По причине углубления западин и их слияния образуются дюёды. Такие озера в количестве 21 встречаются на территории с. Юнкюр. За период наблюдений площадь зеркала дюёды с 2019 г. до 2023 г. увеличилась на 19,4%, а территории распространения быларов – на 10,3%. Именно активное обводнение территории Юнкюра вследствие развития термокарста является главной особенностью, отличающей положением в этом селе от ситуации в Амге и Улахан-Ане. Общая площадь земель, охваченная термокарстом в с. Улахан-Ан, равняется 0,21 км<sup>2</sup>, что составляет 7,61% от его территории. На территориях распространения термокарста или в непосредственной близости (менее 5 м) в Улахан-Ане расположено 12 жилых и хозяйственных строений.

Отмеченные процессы привели к целому ряду негативных последствий для сложившихся систем жизнеобеспечения исследованных сел. Так, деградация ММП имеет следствием деформацию жилых и хозяйственных построек, часть из которых местное население вынуждено ре-

гулярно ремонтировать, а некоторые вовсе забрасывать и отстраиваться на новом месте.

Активизация термокарста приводит к сокращению пригодных для строительства площадей, что крайне лимитирует возможности пространственного развития сел. Все эти факторы сказываются на удорожании строительных работ из-за необходимости предварительной отсыпки территории, возведения свайного фундамента, а также размещения объектов в труднодоступных с логистической точки зрения местах. Возросшая финансовая нагрузка, в том числе, определяет и жизненные стратегии местных жителей, которые, например, вынуждены продолжать работать вместо ухода на заслуженный отдых, чтобы оплачивать необходимые ремонтные работы и/или строительство нового дома. В исследованных селах происходит деградация путей сообщения, как внутри исследованных населенных пунктов, так и связанных с сельскохозяйственными и охотничьими угодьями местных жителей. Значительно возросла нагрузка и на местные администрации, вынужденные производить дополнительную отсыпку территорий общего пользования, решать вопросы расселения пострадавших жильцов, восстановления дорог и перераспределять на эти работы и без того ограниченные финансовые ресурсы, отвлекая их от решения других важных задач [5, 6]. Сложившаяся ситуация приводит и к определенным репутационным издержкам для представителей местных органов власти, объективно имеющих минимальные возможности ее исправить [2].

Нарушение температурного режима ММП и климатические изменения сказываются также на традиционной хозяйственной деятельности населения. Так, растепление ледников приводит к сокращению сроков или полной невозможности их использования. Возникший полигональный микрорельеф делает фактически невозможным повторный ввод данных территорий в сельскохозяйственный оборот. Кроме того, деградация ММП лимитирует возможности ведения сельскохозяйственной деятельности в пределах личных приусадебных участков местных жителей и выращивания привычных сельскохозяйственных культур, приводя, в том числе, к изменению термовлажностного режима почвы. Все это, естественно, оказывает негативное влияние на социальное самочувствие местного населения, его уверенность в завтрашнем дне.

Вместе с тем, проведенные исследования позволили выявить ряд адаптационных механизмов, дающих возможность представителям сельских сообществ Якутии в той или иной степени нивелировать возникшие вызовы, связанные с трансформациями состояния окружающей среды: изменение привычной для сельских сообществ Якутии технологии строительства из-за активизации термокарста, включая предварительную отсыпку участков для постройки домов в целях создания теплоизоляционной подушки, сооружение домов на свайном фундаменте, применение новых материалов; интенсификация использования земель, пригодных для строительства, включая более плотную застройку, качественно меняющую облик и структуру поселения; усиление запроса со стороны представителей сельских сообществ Якутии к получению научно обоснованных данных по «взаимодействию» с ММП, включая помощь в выборе для строительства мест со слабодистыми грунтами; самостоятельное внедрение научных разработок в практику, включая, например, самодельные термосифоны; социальные отношения и традиционный коллективизм, во многом присущий для представителей сельских сообществ Якутии [2, 5, 6]. Взаимная поддержка, прочные родственные связи позволяют местным жителям легче переносить различные стрессовые ситуации, сокращают угрозу десоциализации в случае форс-мажорных обстоятельств и делают систему жизнеобеспечения населения исследованных сел более устойчивой к различным потрясениям [1].

О степени «вовлеченности» жителей сел Якутии в процессы, связанные с деградацией ММП и климатическими трансформациями, а также об особенностях их восприятия, позволяют, в том числе, судить проведенные социологические исследования. Например, источником получения сведений об изменении климата собственные наблюдения в Амге назвали порядка 45,3% опрошенных, в Юнкюре же около 77,5%. Подобная разница, вероятно, связана, в том числе, со скоростью деградации ММП. Как отмечалось, в Юнкюре она выше. Также интересны результаты опроса, свидетельствующие, что 40,6% респондентов из Амги сталкивались с негативными проявлениями изменения состояния окружающей среды в пределах своего личного приусадебного участка. При этом в Улахан-Ане таковых было 54,3%, в Юнкюре – 85,6%.

Несколько особняком стоят последствия деградации ММП для населения сс. Аргахта и Липпе-Атах. Несмотря на различное географическое положение, эти поселения объединяет удаленность по отношению к основным транспортным коммуникациям. В результате активизация негативных криогенных процессов привела здесь к еще большему повышению транспортной изолированности названных сел. Так, с. Аргахта традиционно было связано с административным центром улуса – г. Среднеколымском и «Большой землей» стабильной сухопутной связью только в зимнее время посредством зимника «Арктика». Летом же в Аргахтах совершал рейсы самолет. Однако в 2017 г. вследствие паводковых явлений на р. Алазея, важную роль в генезисе которых играет деградация ММП [3], взлетная площадка была затоплена и пострадала настолько, что стало возможным лишь использование дорогостоящего вертолетного сообщения. В случае с. Липпе-Атах подобные ограничения проявляются в невозможности эксплуатации одной из двух дорог (более короткой), связывающих село с районным центром – с. Верхневиллойск и федеральной автодорогой «Виллой». На этой дороге, пролежавшей между аласными котловинами, в проложение которой был выкорчеван листовничный лес, в результате изменения термовлажностных условий высокольдистных отложений с повторно-жильными льдами стали проявляться активные линейные термоэрозийные процессы. Свою роль, очевидно, сыграло и увеличение приповерхностной температуры воздуха. В результате этих факторов за последние несколько лет на всем протяжении автодороги появились былары с глубокими западинами, а в некоторых участках – дюёды. Кроме того, паводковые явления на р. Алазея нанесли серьезный удар по традиционной хозяйственной деятельности населения с. Аргахта: ското- и коневодству, приведя к серьезному сокращению поголовья животных, а также способствовали ликвидации звероводства.

Таким образом, с началом ускорения климатических трансформаций на рубеже XX-XXI столетий представители целого ряда локальных сельских сообществ Якутии столкнулись с комплексом вызовов. В значительной степени их усугубили последствия социально-экономического кризиса в нашей стране. Для сельской Якутии он имел следствием забрасывание значительной части возделываемых земель, в целом – существенное секвестирование запаса прочности хозяйству-

ющих субъектов и соответствующее ослабление возможности их реагирования на возникающие вызовы природного характера, включая деградацию ММП. В результате настоящее время деградация ММП и термокарст приводят к проблемам с сохранностью жилищного фонда, сокращению пригодных для строительства площадей и соответствующим ограничениям в пространственном развитии сел Якутии, а также к трансформациям привычной структуры домохозяйств. Негативные криогенные процессы лимитируют возможности развития традиционных хозяйственных практик местных жителей, препятствуют потенциальному вводу в сельскохозяйственный оборот дополнительных участков, затрудняют транспортное сообщение. Кроме того, происходящие изменения негативно сказываются на социальном самочувствии местного населения, оказывают влияние на жизненные стратегии людей. Нивелирование возникающих вследствие деградации ММП издержек влечет за собой соответствующее увеличение финансовой нагрузки на население, хозяйствующие субъекты и местные администрации. Вместе с тем, существующий и, очевидно, развивающийся набор адаптационных механизмов в совокупности с личными наблюдениями авторов, как представляется, свидетельствуют об определенной устойчивости сложившихся систем жизнеобеспечения сельских сообществ Якутии к возникающим вызовам природного характера.

*Исследование выполнено за счет средств гранта Российского научного фонда №19-78-10088, <https://rscf.ru/project/19-78-10088/>.*

### **Литература**

1. Боякова С.И., Григорьев С.А., Такакура Х., Фуджиока Ю. Сельские поселения Якутии в условиях изменения климата: стратегии адаптации к деградации вечной мерзлоты // Право в контексте устойчивого развития Арктики: вызовы времени и новые возможности: сборник материалов международной научно-практической конференции, Якутск, 17-21 ноября 2020 года. Казань: Бук, 2021. С. 216-221.
2. Винокурова Л.И., Григорьев С.А. Антропология холода: восприятие деградации мерзлоты сельскими жителями Республики Саха (Якутия) // *Oriental Studies*. 2023. №5. С. 1265-1277.

3. Готовцев С.П., Копырина Л.И., Ефимова А.П. и др. Криоэкосистемы бассейна реки Алазеи. Новосибирск: Гео, 2018. С. 210.
4. Сулейманов А.А. Последствия наводнений и деградации многолетней мерзлоты для системы жизнеобеспечения населения бассейна реки Алазея (на материалах второй половины XX-XXI веков) // Научный диалог. 2022. №8. С. 470-487.
5. Сулейманов А.А., Апросимов Д.А., Башарин Н.И., Лыткин В.М. Сельские сообщества Республики Саха (Якутия) в условиях деградации многолетнемерзлых пород (на примере села Улахан-Ан) // Криосфера Земли. 2024. №2. С. 3-13.
6. Lytkin V., Suleymanov A., Vinokurova L. et al. Influence of permafrost landscapes degradation on livelihoods of Sakha Republic (Yakutia) rural communities // Land. 2021. Vol. 10, №2. P. 1-22.

\* \* \*

## МИКРОБИОМ ПЕРЕЛЕТНЫХ ПТИЦ ЯКУТИИ

*Тарабукина Н.П., Алексеенкова С.В., Неустроев М.П., Маркова А.М., Скрыбина М.П.*

<sup>1</sup> ФИЦ ЯНЦ СО РАН Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова, Якутск

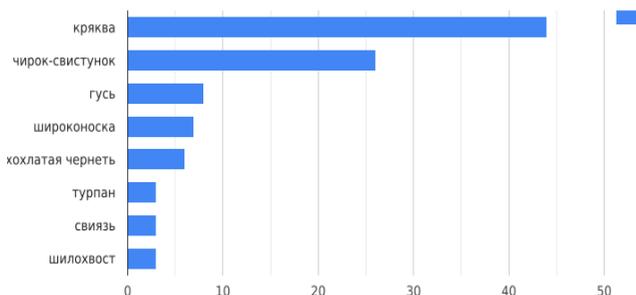
<sup>2</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии им. К.И. Скрыбина и Я.Р. Коваленко РАН, Москва  
hotubact@mail.ru

**Аннотация.** Исследования микробиома кишечника диких водоплавающих птиц семейства Утиных во время весенней миграции на территории РС (Я) показало доминирование аэробных бацилл рода *Bacillus* 90%. Особое внимание привлекает наличие в микробиоте диких птиц присутствие потенциальных энтеропатогенов – лактозоотрицательных эшерихий, которые диагностированы как возбудители сальмонеллезов и дизентерии. Кроме того, установлено носительство иерсиний у 9,4% все выделенные культуры отнесены к виду *Yersinia pseudotuberculosis*.

Резервуаром возбудителей многих инфекционных болезней, представляющих опасность для животных и человека, в природе являются дикие птицы. Они могут быть инфицированы возбудителями как бактериальных, так и вирусных болезней [1, 4]. При этом наибольшее значение имеют представители перелетных видов, распространяющие инфекции за счет сезонных миграций. Общеизвестно, что эколого-географические особенности территории являются важнейшим фактором. В этом отношении юг западной Сибири, Алтайский край, Республика Саха (Якутия), являются территорией, на которой в весенне-летне-осенний период сосредотачивается многомиллионное поголовье пернатых мигрантов из разных уголков мира. В связи с этим обследование диких птиц на возбудителей инфекционных болезней, изучение их ассоциированного течения в местах обитания на территории РС (Я) весьма актуально в научном и практическом отношении как с эпизоотологической, так и эпидемиологической точки зрения [2, 3].

В рамках выполнения научно-исследовательской работы, в первую очередь получили разрешение (лицензию) от Департамента охотничьего хозяйства Министерства экологии и лесного хозяйства Республики Саха (Якутия) на научный промысел диких перелетных птиц и изучение микробиома перелетных птиц.

Изучена микробиота желудочно-кишечного тракта диких перелетных птиц Якутии. Проведены микробиологические исследования на определение количества нормальной и патогенной микрофлоры в кишечнике микробиома птиц. Исследовано более 124 пробы биоматериала (кишечник, желудок, реже паренхимотозные органы) от диких перелетных птиц весеннего прилета из Намского, Мегино-Кангаласского, Хангаласского, Оймяконского районов РС (Я). Всего исследовано 8 видов диких водоплавающих птиц семейства утиных: кряквы (*Anas platyrynchos*) 55 экземпляров, чирок – свистунок (*Anas crecca*) – 32, гусь (*Anas anser*) – 10, широконоска (*Spatula clypeata*) – 8, хохлатая чернеть (*Aythya fuligula*) – 7, турупан (*Melanitta fusca*) – 4, свиязь (*Mareca penelope*) – 4, шилохвость (*Anas acuta*) – 4. Процентное соотношение исследованных видов представлено на рис. 1.



*Рис.1. Виды исследованных птиц в процентах*

Для определения количества МАФАНМ (мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов) использовали мясо-пептонный агар (МПА). Для выделения и количественного учета бактерий использовали следующие среды: аزيدная среда – для выделения и учета энтерококков, среда Эндо – для выделения и дифференциации энтеробактерий, бифидумсреда – для количественного учета бифидобактерий, лактобакагар – для определения молочнокислых микроорганизмов, среда Байрд-Паркера – для выделения патогенных и непатогенных стафилококков, среда Чапека – для выделения микроскопических грибов, МПА (после прогрева до 85°C в течение 15 минут) – для спорообразующих аэробных бактерий, скошенный МПА – для выделения протей, среда с бромтимоловым синим для выделения иерсиний, магниевая среда для накопления патогенных энтеробактерий, среда Олькеницкого – трехсахарный агар с мочевиной для дифференциации кишечных бактерий.

Подсчет выросших колоний осуществляли в счетчике колоний. Учет результатов посевов проводили через 18, 24, 48 ч для бактерий и 5 дней – для грибов. Количество микроорганизмов определяли в колониеобразующих единицах (КОЕ) в 1 г.

Родовую и видовую идентификацию выделенных микроорганизмов проводили согласно «Справочнику по микробиологическим и вирусоло-

логическим методам исследований» [1982], «Определителю зоопатогенных микроорганизмов» [1995], а также по «Определителю бактерий Берджи» [1997] и справочнику «Микробиологический контроль мяса животных, птицы, яиц и продуктов их переработки» [2002].

Математическую обработку полученных данных осуществляли с использованием прикладной программы Snedecor, Microsoft Excel. Результаты опытов подвергли статистической обработке по методу Стьюдента.

В результате проведенных исследований установлено у кряквы из представителей нормальной микрофлоры количество лактобактерий у 42% из числа обследованных, бифидобактерий – 60%, энтерококков – 51%, лактозоположительных эшерихий – 36%, аэробных бацилл – 80%, дрожжей рода *Candida* – 31%. Из условно-патогенных микроорганизмов зарегистрировано наличие стафилококков у 51% и потенциальных энтеропатогенов – лактозоотрицательных эшерихий у 27% от числа исследованных крякв. При дальнейшем исследовании 15 культур лактозоотрицательных эшерихий идентифицировано к роду *Salmonella* и *Shigella*. Также из патогенов выделены *Y. pseudotuberculosis* у 9% из числа обследованного биоматериала от крякв.

У чирка из представителей нормальной микрофлоры кишечника установлено присутствие бифидобактерий и аэробных бацилл 78%, лактобактерий – 28,13%, энтерококков – 37,5%, лактозоположительных эшерихий – 47%, дрожжей – 19% от ообщего числа исследованных чирков. У большей половины обследованных птиц зафиксировано в кишечной микрофлоре наличие стафилококков (56,3%), среди которых выделены возбудители сальмонеллезов (9,4%) и дизентерии (6,2%). Также обнаружены *Yersinia pseudotuberculosis* (6,3%).

У гусей 100% присутствие в нормальной микрофлоре кишечника аэробных бацилл, 70% – бифидобактерий, 60% – энтерококков, 40% – лактобацилл, лактозоположительных эшерихий и дрожжей. В количественном отношении чуть доминируют бациллы, лактозоположительные эшерихии, энтерококки и дрожжи и особенно бифидобактерии, они чаще обнаружены в разведении 10<sup>1</sup>. Отмечено присутствие энтеропатогенов у 50% исследованных гусей и 40% стафилококков, причем в Также выделен возбудитель иерсиниоза – *Yersinia pseudotuberculosis* в 1 случае из 10, что представляет 10% встречаемость его у гусей. Результаты

исследований доминируют в кишечной микробиоте широконоски, как числу выделены (87,5%) – аэробные бациллы. Значительно им уступают основные представители нормальной флоры – лактобактерии (12,5%), бифидо (50%), энтерококки (12,5%), лактозоположительные эшерихии и дрожжи (25%). В тоже время отмечено частая выделяемость энтеропатогенови стафилококков (62,5%). Из энтеропатогенов идентифицирован один возбудитель дизентерии *Shigella spp.*

Микробиологические исследования микробиоты кишечника хохлатой чернети показали явное доминирование аэробных бацилл: 100% присутствие у всех исследованных, что на порядка 1-3 выше, чем у основных представителей нормальной флоры: лакто отмечены у 29% с, бифидо – 43%, энтерококки – 71,4%, лактозоположительных эшерихий – 29%, дрожжи – 29%.

Потенциальные энтеропатогены (лактозоотрицательные эшерихии) отмечены у 43%, хотя конкретные возбудители инфекционных болезней не идентифицированы, отмечено также большое количество стафилококков – у 74% исследованных проб.

Как показывают результаты исследований, микробный состав кишечника шилохвоста, связы, турпана существенно мало отличается по процентному соотношению видов и количественному содержанию микроорганизмов, от данных предыдущих микробиологических исследований птиц. Это позволило нам приобщить полученные результаты по кишечной микробиоте вышеназванных птиц.

Таким образом исследования микробиома кишечника диких водоплавающих птиц семейства Утиных во время весенней миграции на территории РС (Я) показало доминирование аэробных бацилл рода *Bacillus* 90% всех обследованных птиц, так количественном содержании.

Полученные результаты дают возможность заключить, что аэробные бациллы рода *Bacillus* является преобладающим представителем нормальной микробиоты диких водоплавающих птиц семейства Утиных. Основные представители нормофлоры кишечника как лактобактерии выявляются у 25,1, бифидо – 60%, лактозоположительные эшерихии у 35%, энтерококки у 51%, дрожжи у 37%. Из условно-патогенных микроорганизмов поиск был направлен на наличие стафилококков, которые установлены у 53,8%, Особое внимание привлекает наличие в микро-

биоте диких птиц присутствие потенциальных энтеропатогенов – лактозоотрицательных эшерихий у 38,8%, среди которых диагностированы возбудители сальмонеллезов – 2,3% и дизентерии – 6% (из числа выделенных лактозоотрицательных эшерихий). Кроме того, установлено носительство иерсиний у 9,4% все выделенные культуры отнесены к виду *Yersinia pseudotuberculosis*.

Таким образом, исследования микробиома диких водоплавающих птиц семейства утиных, позволяют заключить, что перелетные птицы могут быть фактором передачи зооантропонозных, пищевых инфекций.

### Литература

1. Андреенков, О.Н. Современное состояние изученности природно-очаговых зоонозов центральных регионов России / О.Н. Андреенков, Л.М. Бундина, А.В. Хрусталева и др. // Российский журнал мелкие домашние и дикие животные – 2014. – №5. – С. 18-20.
2. Тарабукина Н.П., Федорова М.П., Парникова С.И. Некоторые сведения и микрофлоре диких животных Якутии / Тарабукина Н.П., Федорова М.П., Парникова С.И. // Аграрная наука сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, Казахстана и Болгарии. Мат. XIV Междунар. науч.-практ. конф. (г. Красноярск, 25-28 июля 2011 г.). 2011. – С. 35-40.
3. Савицкий Б.П., Кучмень С.В., Бурко Л.Д. и др. Роль млекопитающих в циркуляции и сохранении возбудителей человека. Заболевания вирусной природы / Б.П. Савицкий, С.В. Кучмень, Л.Д. Бурко и др. // Вестник Белорусского гос. ун-та – Серия 2. – 2004. – №1 – С. 41-45
4. Гильмутдинов, Р.Я. Дикие животные природный резервуар сальмонеллезной инфекции / Р.Я. Гильмутдинов, А.В. Иванов // Современные проблемы природопользования охотоведения и звероводства – 2012. №1. – С. 349-350

\* \* \*

## ВЕКТОРНЫЕ ВАКЦИНЫ НА ОСНОВЕ ВИРУСА ГЕРПЕСА: ДИЗАЙН ГЕНЕТИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

*Тенитилов Н.А.<sup>1</sup>, Карагяур М.Н.<sup>2</sup>, Абед Алхуссен М.<sup>1</sup>,  
Бьядовская О.П.<sup>1</sup>, Чвала И.А.<sup>1</sup>, Спрыгин А.В.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Федеральный центр охраны здоровья животных», Владимир

<sup>2</sup>Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва  
tenitilov@arriah.ru

**Аннотация.** На сегодняшний день, благодаря открытиям и достижениям в области биотехнологии и молекулярной биологии появилась возможность работать с вирусными геномами, редактировать и изменять их. Это дало начало разработкам в области векторных вакцин. Одним из таких векторов является вирус герпеса индеек (ВГИ). В данной статье рассматриваются вопросы дизайна генетических конструкций для создания векторных вакцин, в частности, на основе вируса герпеса индеек.

**Введение.** Современный уровень развития молекулярной биологии и геномной инженерии позволяют разрабатывать и производить векторные вакцины. Основным принцип их работы заключается в том, что вирусный вектор, вводимый в организм восприимчивого животного, обеспечивает экспрессию трансгена, что стимулирует формирование иммунитета [1].

Первая концепция использования вирусного агента в качестве вектора принадлежит Джексону с соав. В 1972 году была создана рекомбинантная ДНК вируса SV40, при этом использовались классические методы геномной инженерии. Идея получила развитие, и в 1982 году Мосс с соав. использовали вирус коровьей оспы в качестве экспрессионного вектора. Позднее были разработаны и другие вирусные векторы. Так, концепция использования рекомбинантных вакцин на основе вируса герпеса индеек была разработана в начале 90-х годов прошлого века, впоследствии был получен ряд препаратов для профилактики болезней птиц, однако наибольшее распространение герпесвирусный вектор в производстве вакцин получил в последние несколько лет [5]. Это связа-

но с тем, что вирус герпеса индеек у кур не способен вызывать серьезную инфекцию, реплицируясь на минимальном уровне не причиняет ущерба организму-хозяина и стимулирует иммунный ответ.

Следует отметить, что векторные вакцины обладают рядом преимуществ: отсутствует риск восстановления вирулентности вакцинного штамма, не требуется повторное введение препарата, ограничено количество возможных побочных эффектов, есть возможность диверсифицировать вакцинированных животных от естественно инфицированных – реализация DIVA стратегии.

Существует несколько подходов к редактированию генома герпесвирусов: использование искусственной бактериальной хромосомы (BAC), гомологичная рекомбинация (HR), применение системы CRISPR/Cas9. [1].

Метод искусственных бактериальных хромосом заключается в клонировании, поддержании и редактировании генома вирусных агентов внутри бактериальных клеток. Это позволяет исключить влияние компенсаторных мутаций на интересующий ген, поскольку бактериальные полимеразы позволяют поддерживать вирусные последовательности в неизменном состоянии, а вирусные промоторы не работают в бактериальных клетках. Таким образом исключается селективное давление на вирусный геном [4].

Редактирование вирусов с применением гомологической рекомбинации подразумевает использование рекомбинантного фрагмента ДНК, гомологичного редактируемому участку генома. Метод основан на встраивании рекомбинантной ДНК в геном за счет плеч гомологии – участков фрагмента ДНК, ограничивающих область редактирования [3].

Изменение генетической последовательности герпесвирусов с помощью искусственных бактериальных хромосом и гомологической рекомбинации с целью создания рекомбинантных получили более широкое распространение, в то время как технология CRISPR/Cas9 только набирает обороты. Хронологически первые манипуляции с геномом герпесвируса индеек проводились с помощью технологии BAC и HR, однако эти методы достаточно трудоемкие и требуют значительного количества времени. В связи с этим на первый план выходят методы, позволяющие быстро и с высокой точностью встраивать чужеродный ген в требуемый локус генома [1].

Применение технологии CRISPR/Cas9 отвечает вышеперечисленным требованиям, однако и она не лишена недостатков. При использовании данной системы исследователи также могут столкнуться с некоторыми проблемами, одной из которых является сборка генетической конструкции для редактирования генома. Для корректной работы системы необходима сборка рекомбинантной ДНК, которая будет содержать редактируемые и сервисные последовательности [2].

На сегодняшний день, наиболее перспективным методом редактирования вирусного генома с целью разработки векторных является CRISPR/Cas9. При этом задачу сборки генетической конструкции можно решить посредством ее синтеза *de novo*. В этом случае у исследователя отпадает необходимость в манипуляциях с последовательностями нуклеиновых кислот на этапе подготовки системы. Необходима лишь правильно сконструированная последовательность.

### Материалы и методы

Геномные последовательности для дальнейшего редактирования были взяты из базы данных GenBank. Поиск, обработка и сортировка последовательностей производилась с помощью веб-инструментов портала [www.ncbi.nlm.nih.gov](http://www.ncbi.nlm.nih.gov), сборка конструкции проводилась в программе SnapGene.

### Результаты

После проведенных исследований в качестве области для встройки рекомбинантного гена была выбрана область межгенного спейсера между генами HV053(UL45) и HV054(UL46) (рис 1). В качестве донорной ДНК был выбран ген, кодирующий белок слияния птичьего парамиксовируса.



Рисунок 1 – Фрагмент генома герпесвируса индеек

Сотрудниками ФГБУ «ВНИИЗЖ» совместно с Институтом регенеративной медицины МНОЦ МГУ был подготовлен дизайн донорной генетической конструкции. В состав кольцевой плазмидной ДНК была включена экспрессионная кассета белка слияния птичьего парамиксовируса, которая должна обеспечить синтез целевого белка после модификации вируса герпеса индеек посредством плеч гомологии, также включенных в синтезируемую последовательность. Кроме того, в качестве селективного маркера, был добавлен ген антибиотикорезистентности, что упростит работу с конструкцией на этапе размножения и наработки плазмиды. Для корректной работы системы CRISPR/Cas9 конструкция содержит сайты gRNA и loxP (рис. 2).

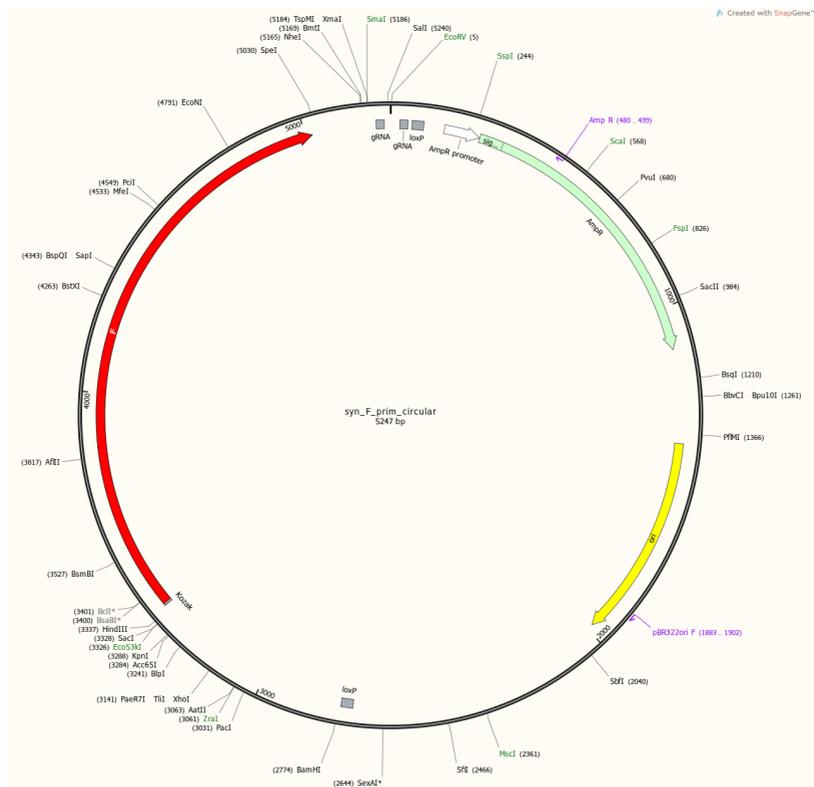


Рисунок 2 – Карта конструкции

Таким образом, конструкция, спроектированная подобным образом и синтезированная *de novo*, в перспективе может упростит задачу по редактированию вируса герпеса индеек с помощью метода CRISPR/Cas9 за счет исключения этапа сборки плазмиды посредством рутинных методов генной инженерии, а это, в свою очередь, позволит значительно сократить время на разработку векторных вакцин.

### **Литература**

1. Atasoy M.O., Herpesvirus of Turkeys as a Vaccine Vector in Viral Diseases: Pros and Cons // *Hosts and Viruses*. 2021. №3 (8).
2. Jiang F., Doudna JA CRISPR-Cas9 structures and mechanisms. // *Annual Review of Biophysics*. 2017. №1 (46). P. 505-529.
3. Lappe M., Realities of «Genetic Engineering». 1975. №2 (12). С. 25-29.
4. Tischer B.K., Kaufer B.B. Viral bacterial artificial chromosomes: Generation, mutagenesis, and removal of mini-F sequences // *Journal of Biomedicine and Biotechnology*. 2012. 2012.
5. Ura T., Okuda K., Shimada M. Developments in viral vector-based vaccines // *Vaccines*. 2014. №3 (2). P. 624-641.

\* \* \*

## **КАРТИРОВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ОПАСНОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПУТНИКОВОЙ ИНФОРМАЦИИ И ГИС НА ПРИМЕРЕ ВЕРХОЯНСКОГО УЛУСА**

*Тихонова С.А., Капитонова Т.А., Стручкова Г.П., Тарская Л.Е.*

*ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН»,*

*Институт физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова*

*– обособленное подразделение ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН», Якутск*

**Аннотация.** Проведена оценка и картирование зон образования опасности лесных пожаров (ЛП) с использованием комплексного анализа исторических данных по лесным пожарам, географической информации Ар-

ктического региона, данных космической съемки (ДЗЗ) и ГИС на основе имеющихся данных на территории Якутии и космических снимков со спутников Landsat за май, июнь, июль, август 2017-2021 гг. Выполнена обработка и анализ наборов геопространственных данных, созданы карты потенциальной пожароопасности для конкретного участка, объединяющие несколько тематических слоев; построены используя алгебру карт тематические изображения вегетационных индексов (NDVI, NDWI и PSRI), высот, уклонов и инсоляции с использованием программного комплекса ArcGIS.

Природные пожары в Арктической зоне приводят не только к уничтожению растительного покрова, в атмосферу выбрасывается большое количество продуктов горения, что приводит к загрязнению воздушной среды и оказывает влияние на климат. Это в свою очередь ведет к возрастанию интенсивности лесных пожаров, и, как следствие, усилению негативного воздействия на здоровье и комфортное состояние человека, экологию и деградацию многолетней мерзлоты.

В настоящее время наиболее эффективным и удобным инструментом выбора, анализа и визуализации значимых факторов, влияющих на лесные пожары, являются геоинформационные системы и мультиспектральные спутниковые снимки. Чтобы оценить риск возникновения лесных пожаров необходимо, создать карты потенциальной опасности, которые предоставляют своевременную информацию о районах, наиболее уязвимых для пожара, где сложились критические условия. Кроме того, отсутствие данных о возможных пожарах и трудности доступа к определенной местности еще больше подчеркивают значимость спутниковых данных как единственного средства создания карт пожарной опасности.

Особенность климата и природные условия Якутии предопределяют чрезвычайно высокую горимость лесов, которая почти в 2 раза выше средней горимости лесного фонда России. По данным Департамента лесного хозяйства Республики Саха (Якутия), площадь не восстановивших после пожаров гарей составляет 15 млн. га при площади лесной растительности около 131 млн га [1]. В регионах распространения многолетнемерзлых грунтов, в условиях слабого разложения растительного опада накопление горючего материала происходит в размерах, достаточных для возникновения лесных пожаров в засушливые периоды года.

Известно, что тип напочвенных горючих материалов характеризует пирологическую особенность напочвенного покрова лесных участков, обуславливающую относительную скорость его пожарного созревания, а увеличение или уменьшение горимости в большей степени зависит от суммы осадков, и от температуры воздуха. Поэтому в условиях Якутии, особенно в малонаселенных и труднодоступных районах предотвратить возникновение и распространение лесных пожаров на значительные площади практически невозможно. На восстановление растительного покрова после пожара необходимо 50 лет, а уровень многолетней мерзлоты стабилизируется еще медленнее [1].

Из анализ исторических данных за более чем полувековой период следует, что наиболее распространенные причины возникновения пожаров являются «сухие грозы» в июле-августе (более 60%), и антропогенный фактор (около 40%) в основном от сельскохозяйственных палов.

Согласно статистическим данным Федеральной службы государственной статистики субъектов Дальневосточного федерального округа, крупные лесные массивы Республики Саха (Якутия) составляют 2,5% мировых и около 11% запасов лесных ресурсов России. Общая территория, занятая лесом в Якутии, равна 51%, при этом хвойные леса занимают 84,4%, [2].

В работе были использованы данные метеорологических спутников NOAA (США), полученные на приемной станции СКАНОР в Институте космофизических исследований и аэрономии им. Ю.Г. Шафера СО РАН [https://ikfia.ysn.ru/new/phoroom/files/lgi/files/hotspots\\_overview\\_map.html](https://ikfia.ysn.ru/new/phoroom/files/lgi/files/hotspots_overview_map.html). Нами произведена обработка и систематизация данных мониторинга, разработка и заполнение базы данных лесных пожаров на территории РС (Я) за 2017-2021 гг., выполнен анализ исторических данных по пожарам за указанный период и на основе анализа распределения очагов природных пожаров был выбран Верхоянский улус – как улус с максимальным количеством пожаров.

На основании данных космического мониторинга исследованы особенности крупных природных пожаров, произошедших на территории Якутии в период с 2017 по 2021 годы, также использовались спутниковые изображения Landsat8-OLI за летние месяцы июнь, июль, август 2017-2021 гг. и снимки ASTER GDEM 2013 г. для создания рельефа.

Предварительная обработка данных была выполнена вручную для исключения аномальных точек и индексации точек возникновения пожаров. Для этого по архивным метеоданным определялось направление и сила ветра в районе на дату пожара. Новая точка пожара отделялась от уже продолжающихся, учитывая влияние ветра, предполагая, что каждый ЛП со времени последнего наблюдения может переместиться не далее заданной дистанции (2 км) от последнего наблюдения.

Дешифрирование космоснимков это процесс распознавания и изучения поверхности Земли, объектов и процессов на ней, основанный измерении и анализе зависимостей энергетических и поляризационных свойств дешифрируемых объектов в различных диапазонах электромагнитного спектра. Методы дешифрирования основываются на измерении отраженного или собственного электромагнитного излучения поверхности Земли с помощью различных датчиков и съемочных систем. Изображение формируется благодаря различной яркости элементов исследуемых объектов, вследствие чего между ними проявляются яркостные контрасты. Различия в спектральных характеристиках объектов является основой применения многозональной съемки для распознавания различных объектов.

Информация о растительном покрове широко признана в качестве показателя топлива, в данном случае речь идет о том, что спектральные индексы, характеризующие состояние зеленой биомассы и наличие отмершей древесины и не покрытой лесом площади, можно использовать для оценки потенциальной опасности возникновения лесного пожара. В этом исследовании спутниковые изображения Landsat8-OLI (Operational Land Imager), охватывающие исследуемый район, были получены с сайта «[earthexplorer.usgs.gov](http://earthexplorer.usgs.gov)». Расчёты производились на программном комплексе ArcMap 10.6.1.

Основными факторами, влияющими на пожароопасность леса, являются количество и влажность накопленного лесного топлива. Для исследования динамики состояния растительных сообществ за 2017-2021 гг. были выбраны 7 участков в Верхоянском улусе, которые в разные периоды 2017 и 2021 гг. пострадали от пожаров. В качестве контроля для сравнения состояния растительности были выбраны точки на не горевших в указанный период участках.

В Верхоянском улусе 2 участка нетронутые огнем (5 и 6 участки) и 5 участков, где происходили пожары (1, 2, 3, 4 и 7 участки). Для них были рассчитаны три индекса: NDVI – нормализованный разностный вегетационный индекс, NDWI – нормализованный разностный водный индекс и PSRI – индекс содержания углерода в виде лигнина и целлюлозы.

Количества «сухого» углерода отражает опосредовано «старение» и отмирание растений, поскольку его содержание в мертвых или сухих растительных тканях больше, чем в здоровых. Значения индекса меняются в интервале от  $-1$  до  $1$ , при этом для зеленой растительности значения изменяются от  $-0,1$  до  $0,2$ . рис. 1.

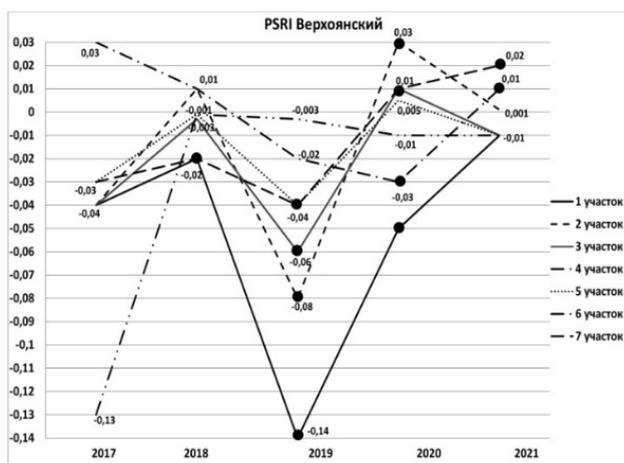


Рисунок 1 – Сравнение динамики изменения кривых PSRI горевших и не горевших участков

Карта значений NDVI показала участки со слабой и большой растительностью, NDWI с временными тенденциями водного стресса растительности значением кривых PSRI позволила определить зоны старения и отмирания растительности. Потенциальное применение подхода было проанализировано и протестировано в районах, с наложением точек пожаров [3]. Для классификации созданных растровых изображений спектральных индексов на 5 классов с использованием ГИС-технологий был использован инструмент кластерного анализа [socluster [4].

На опасность возникновения лесных пожаров, кроме климатических и погодных условий, влияет интенсивность поступающей солнечной радиации. Восточные, южные и западные склоны получают больше солнечного света и тепла, чем северные, и пожароопасные условия образуются на этих участках быстрее, кроме того, также может быть выше скорость распространения пожара [2].

При формировании карты учитывались следующие переменные: состояния растительного покрова, увлажненность и наличие старой отмирающей растительности, влияние рельефа через тематические слои высот, уклонов и инсоляции. Определение классов лесной пожарной опасности выполнялось на основе комбинации полученных значений спектральных вегетационных индексов, используя инструменты Spatial Analyst, алгебру карт, рис. 5.

Карта значений NDVI показала участки со слабой и большой растительностью, NDWI с временными тенденциями водного стресса растительности значением кривых PSRI позволила определить зоны старения и отмирания растительности. Потенциальное применение подхода было проанализировано и протестировано в районах, с наложением точек пожаров [3]. Для классификации созданных растровых изображений спектральных индексов на 5 классов с использованием ГИС-технологий был использован инструмент кластерного анализа Isocluster [4].

На опасность возникновения лесных пожаров, кроме климатических и погодных условий, влияет интенсивность поступающей солнечной радиации. Восточные, южные и западные склоны получают больше солнечного света и тепла, чем северные, и пожароопасные условия образуются на этих участках быстрее, кроме того, также может быть выше скорость распространения пожара [2].

При формировании карты учитывались следующие переменные: состояния растительного покрова, увлажненность и наличие старой отмирающей растительности, влияние рельефа через тематические слои высот, уклонов и инсоляции. Определение классов лесной пожарной опасности выполнялось на основе комбинации полученных значений спектральных вегетационных индексов, используя инструменты Spatial Analyst, алгебру карт.

На картах пожарной опасности за период май-август 2019 года для участков Верхоянского улуса сформированных путем объединения NDVI, NDWI и PSRI выделены три класса пожарной опасности: 3 класс – «очень высокий уровень опасности» ЛП; 2 класс – «опасный уровень» и 1 класс – «низкий уровень опасности» ЛП.

Сравнение полученных в результате расчета категорий пожарной опасности территорий с реальными данными о лесных пожарах показало, что в Верхоянском улусе 61% фактических случаев ЛП произошли на территориях, отнесенных к категории «высокой и очень высокой опасности» и 40% из фактических точек на территориях, отнесенных к категории «очень высокой опасности» рис. 2.

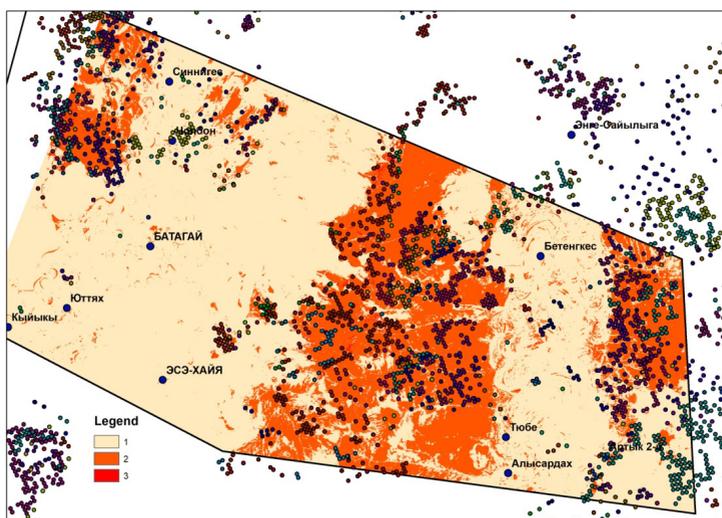


Рисунок 2 – Тематическое растровое изображение – карты опасности лесных пожаров на участках Верхоянского улуса за 2019 г.

Анализ изменения индекса NDVI показал, что за несколько лет до пожара состояние растительности на этих участках уже претерпевает ухудшение, возможно, это поражение какими-то болезнями, паразитами или насекомыми, т.е. уже образуется запас топлива.

Сравнение, полученных в результате ГИС анализа, категорий пожарной опасности территорий, с реальными данными о лесных пожарах показало приемлемую точность. В Верхоянском улусе 61% фактических случаев ЛП произошли на территориях, отнесенных к категории «высокой и очень высокой опасности» и 40% из фактических точек на территориях, отнесенных к категории «очень высокой опасности». Своевременная, адекватная оценка опасности лесного пожара и картирование зон потенциальной пожароопасности важны и необходимы для определения объема превентивных противопожарных мероприятий и эффективных действий по тушению пожаров.

*Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (Рег. №1023030900073-8-2.3.3, научная тема FWRS-2024-0032) и Российского научного фонда, проект: 24-27-20095.*

### **Литература**

1. Протопопова В.В., Габышева Л.П. Горимость лесов Верхоянского района (Северо-Восточная Якутия) // Успехи современного естествознания. 2017. №5. С. 66-71.
2. Латышева И.В., Вологжина С.Ж., Лощенко К.А. Циркуляционные факторы возникновения лесных пожаров на территории Сибири и Дальнего Востока летом 2019 и 2021 гг. // Известия Иркутского государственного университета. Серия «Науки о Земле». 2021. Т. 38. С. 54-70.
3. Heikinheimo M. Renewing the system for forest free risk assessment at the Finnish Meteorological Institute. Internet Forest Fire News. 1998. №18. P. 65-67.
4. Сидельник Н.Я., Пушкин А.А., Ковалевский С.В. Картирование поврежденных лесных насаждений и объектов лесохозяйственных мероприятий с использованием материалов космической съемки и ГИС-технологий // Труды БГТУ. 2018. №1-1. С. 5-12.

\* \* \*

## РАЙОНЫ ПРОЖИВАНИЯ КОРЕННЫХ МАЛОЧИСЛЕННЫХ НАРОДОВ СЕВЕРА ЯКУТИИ В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО ОСВОЕНИЯ: К ПРОБЛЕМЕ ТИПОЛОГИИ

---

*Филиппова В.В.*

Институт гуманитарных исследований и проблем малочисленных народов Севера СО РАН – обособленное подразделение ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН», Якутск  
Filippovav@mail.ru

**Аннотация.** В статье проведена типология районов проживания малочисленных народов Севера Якутии по интенсивности промышленного освоения и уровню потенциальных конфликтов. Проведенное автором исследование может быть применено для оценки потенциала устойчивого развития ареалов расселения коренных малочисленных народов Севера и при проведении этнологических экспертиз в Республике Саха (Якутия).

Коренные малочисленные народы Севера Якутии имеют уникальную культуру и традиции, которые могут подвергаться угрозе в условиях интенсивного промышленного освоения. Актуальность исследования связана с необходимостью обеспечения их прав, сохранения культуры, защиты экологии и разработки сбалансированных стратегий развития.

В данной работе территорией исследования являются 21 муниципальных района, включенные в Перечень мест традиционного проживания и традиционной хозяйственной деятельности коренных малочисленных народов Российской Федерации [1].

Материалами для исследования стали опубликованные источники, в т.ч. статистические данные, паспорта и стратегии социально-экономического развития муниципальных образований, архивные документы и полевые материалы, собранные автором в северных и арктических районах Якутии за последнее двадцатилетие. Ареалы текущих и перспективных геологических работ в районах проживания коренных малочисленных народов Севера выявлены из ГИС-Атласа «Недра России», находящегося в открытом доступе [2].

Для проведения типологии районов проживания малочисленных этносов по присутствию в них промышленных компаний и уровня потенциальных конфликтов между ними и местным населением были проанализированы следующие показатели:

- количество муниципальных образований района (в т.ч. муниципальные образования, входящие в Перечень 2009 г.);
- количество муниципальных образований района (населенных), имеющих статус национальных административно-территориальных образований (национальных населенных пунктов);
- количество территорий традиционного природопользования (статусы: Р – районный; Н – наследный; КРО – на территории кочевой родовой общины);
- наличие межселенной территории в местах традиционного проживания и традиционной хозяйственной деятельности;
- наличие ареалов текущих и перспективных геологических работ в местах традиционного проживания и традиционной хозяйственной деятельности.

Исследование было осуществлено с использованием ГИС-технологий, где каждый показатель был представлен в виде тематического векторного слоя: места традиционного проживания; места традиционной хозяйственной деятельности; границы муниципальных образований, имеющих статус национальных административно-территориальных образований; границы территорий традиционного проживания; территории традиционного природопользования; ареалы межселенных территорий; ареалы текущих и перспективных геологических работ. При исследовании учитывалась группировка районов в зависимости от того или иного подхода к выделению мест традиционного проживания и традиционной хозяйственной деятельности: 1) вся территория муниципальных районов (улусов), включая территории всех населенных пунктов и сельских поселений; 2) вся территория муниципальных районов (улусов), за исключением межселенных территорий и территории одного поселения; 3) территории двух и более муниципальных образований (населенных пунктов и сельских поселений) на территории одного муниципального района (улуса); 4) территория только одного муниципального образования (населенных пунктов и сельских поселений) на территории одного муниципального района (улуса).

В результате проведенного автором пространственного анализа предварительно выделены 5 групп районов проживания малочисленных народов Севера по интенсивности промышленного освоения и уровню потенциальных конфликтов между интересами промышленных компаний и местного населения (см. рис.).

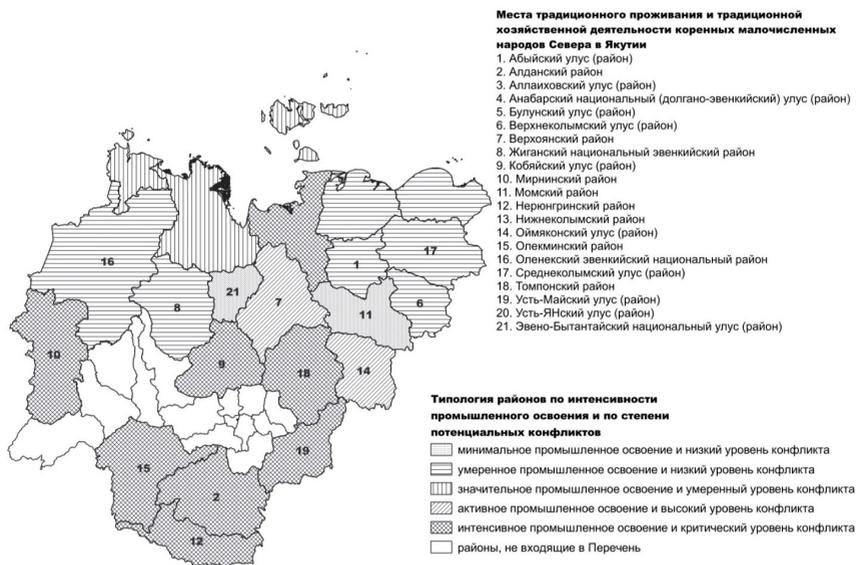


Рисунок – Типология районов проживания коренных малочисленных народов Севера по интенсивности промышленного освоения и уровню потенциальных конфликтов (составлено автором, 2024 г.)

Первая группа – районы минимального промышленного освоения и низкого уровня конфликта. В этих регионах промышленная активность отсутствует или минимальна. Основное население занимается традиционными отраслями хозяйственной деятельности: охотой, рыболовством, оленеводством, и ведет хозяйство с минимальным воздействием на окружающую среду. В эту группу вошли улусы (районы) с более высоким уровнем правовой защиты, на территории которых отсутствуют предприятия добывающей промышленности. К этой группе относятся

Момский улус (район) и Эвено-Бытантайский национальный улус, территории которых полностью входят в Перечень 2009 г. и имеют статус национального административно-территориального образования на районном и на наследном уровне.

Вторая группа – районы умеренного промышленного освоения и низкого уровня конфликта. Здесь начато или разворачивается ограниченное промышленное освоение. Наблюдается влияние на традиционный образ жизни, но оно еще не значительное. Во 2 группу вошли районы с аграрной специализацией, где в местах проживания малочисленных народов отсутствуют крупные очаги промышленности. В данную группу вошли Жиганский, Оленекский, Верхнеколымский, Среднеколымский, Нижнеколымский, Аллаиховский и Абыйский улусы (районы). Последние три улуса включены в данную группу за счет того, что на их территории организованы территории традиционного природопользования на районном уровне. Уязвимость территорий Жиганского и Оленекского районов обусловлена наличием межселенных территорий. Однако, в виду того, что созданные территории традиционного природопользования имеют районный статус, то при проведении этнологических экспертиз, компенсация и ущерб могут быть посчитаны на весь район.

Третья группа – районы значительного промышленного освоения и умеренного уровня конфликта. В этих районах активное промышленное освоение ведется на больших масштабах, что приводит к существенным изменениям в образе жизни коренных народов, возникают конфликты по вопросам эксплуатации ресурсов, защиты окружающей среды и прав на землю. В данную группу районов вошли Анабарский национальный (долгано-эвенкийский) и Булунский районы на территории которых имеются ареалы промышленной добычи. Однако, потенциальный конфликт интересов может быть отрегулирован наличием национального статуса района и наслегов и созданными в местах проживания малочисленных народов территориями традиционного природопользования.

Четвертая группа – районы активного промышленного освоения и высокого уровня конфликта. Эти районы характеризуются высоким уровнем промышленной активности и значительным воздействием на экосистему и традиционный образ жизни. Здесь возникают конфликты по вопросам эксплуатации ресурсов, защиты окружающей среды и прав

на землю. Верхоянский и Оймяконский районы, входящие в данную группу районов наименее защищены от промышленного освоения, в виду отсутствия у наслегов данных районов статуса национальных административно-территориальных образований. Администрациям данных муниципальных образований следует провести работы по получению статуса «национальный».

Пятая группа – районы интенсивного промышленного освоения и критического уровня конфликта. Эти районы характеризуются высоким уровнем промышленной активности и значительным воздействием на экосистему и традиционный образ жизни. Здесь активно ведется добыча ресурсов, строительство инфраструктуры, и часто возникают острые и многоплановые конфликты, включая протесты, судебные разбирательства и региональное/российское внимание. В данную группу вошли промышленные районы, меньшая часть территорий которых относятся к районам проживания малочисленных народов: Мирнинский, Нерюнгринский, Томпонский, Алданский, Кобяйский, Олекминский, Усть-Майский и Усть-Янский районы. Уязвимость данных районов обусловлена также наличием очагов промышленности на территории мест проживания и мест традиционной хозяйственной деятельности.

Таким образом, на основе проведенной типологии можно выявить уровень потенциальных конфликтов между коренными народами и промышленными компаниями в различных районах Якутии, а также выявить зоны напряженности и потенциальные риски для устойчивого развития и сохранения традиционного образа жизни.

### **Литература**

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 8 мая 2009 г. №631-р «Об утверждении перечня мест традиционного проживания и традиционной хозяйственной деятельности коренных малочисленных народов Российской Федерации и перечня видов традиционной хозяйственной деятельности коренных малочисленных народов Российской Федерации».
2. Недра России [Электронный ресурс]: ГИС-атлас / Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского (ФГУП «ВСЕГЕИ»), 2018. Режим доступа: <https://web.archive.org/web/20131012033535/http://www.vsegei.ru/ru/info/gisatlas/dvfo/yakutia/index.php>

## ЖИЗНЬ В АРКТИКЕ: ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СТУДЕНТОВ УНИВЕРСИТЕТОВ РС (Я) (ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ОПРОСА СТУДЕНТОВ СВФУ И АГИКИ)

*Филиппова Д.Н.*

Институт гуманитарных исследований и проблем малочисленных народов Севера  
– обособленное подразделение ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН», Якутск  
efimova\_dasha@inbox.ru

**Аннотация.** Качество жизни в Арктике – один из волнующих вопросов для молодежи, призванной учиться и работать на территории Арктической зоны РФ. В данной статье рассмотрены ответы студентов Северо-Восточного федерального университета и Арктического государственного института культуры и искусств на вопросы анкеты «Жить Арктикой». Сравнительный анкетный опрос проведен в 2023-2024 годы среди 300 студентов СВФУ и АГИКИ. Проанализированы ответы на вопросы о жизни в Арктике по сравнению с другими территориями, об удовлетворенности жизнью в арктическом регионе и другие вопросы.

Анкетный опрос «Жить Арктикой» [1] исследования «Арктика в ценностях студентов университетов Арктики», проведенного в 2023 и 2024 гг., охватил 300 студентов: 150 из Северо-Восточного федерального университета, 150 из Арктического государственного института культуры и искусств. В блоке «Я и Арктика» анкеты студенты ответили на вопросы о жизни в Арктике по сравнению с другими территориями, об удовлетворенности жизнью в арктическом регионе и другие. Вопрос анкеты составлены совместно с научным руководителем автора, доктором социологических наук, профессором У.А. Винокуровой в соответствии с положениями об арктической циркумполярной цивилизации [2].

Отметим, что ответы студентов двух вузов практически идентичны, однако в некоторых вопросах мы видим разницу мнений в выборе. В первую очередь, рассмотрим вопросы, раскрывающие восприятие Арктики студентами 2 вузов. Так, представление об Арктике у студентов разрозненное: чаще всего студенты 2 вузов подчеркивали вариант «Арктика – географическая часть северных территорий» (25-28%), а

утверждение «Арктика – это единая циркумполярная зона планеты» – 29% опрошенных в АГИКИ. В СВФУ данный вариант выбрали только 11%. Ответ можно объяснить тем, что в АГИКИ читается авторский курс «Арктическая циркумполярная цивилизация» для всех студентов, а также около 20 дисциплин с арктическим компонентом. Далее следуют ответы «Арктика – это периферия государств, прилегающих к Северному Ледовитому океану /Арктическому океану» (15-18%) и «Арктика – это Север» (11-18%).

Основное восприятие Арктики также связано с географическими понятиями. Чаще всего студенты выбирали ответы «Физико-географический район Земли» (33-37%), «это арктические районы Якутии, прилегающие к Северному Ледовитому океану» (22-33%). Патриотическое отношение к Арктике выразили 12% опрошенных в СВФУ и 9% в АГИКИ. Это вариант «Это мой дом, моя родина, место моего рождения». 8-11% выбрали ответы «далёкие, неизведанные территории, представляющие опасность для человека», «место, где человечество совершало выдающиеся подвиги, в том числе трудовые», «это территория северных стран мира, включая всю Россию».

На вопрос «Как Вы себе представляете жизнь в Арктике по сравнению с другими территориями?» студенты могли выбрать 3 варианта (рисунок 1). Чаще всего студенты выбирали ответы «высокая стоимость жизни» (56% опрошенных в АГИКИ и 64% в СВФУ), «холодно, жизнь на выживание» (45-46%) и «Ничего особенного, везде жить можно» (35-45%). Вариант «Скучно, замкнуто» выбрали 35% студентов в СВФУ и 28% студентов АГИКИ. Однако такое же количество опрошенных в АГИКИ выбрали вариант «увлекательно, интересно».

Удовлетворенность особенностями жизни в арктическом регионе мы рассмотрели в 8 пунктах (таблица 1). В целом, ответы студентов показывают среднюю удовлетворенность данными особенностями – среднее значение варьируется от 1,86 до 2,22. Наибольшее среднее значение определено в выборе «возможность заниматься творчеством, саморазвитием, самовыражением» и «возможность вести здоровый образ жизни». Студенты СВФУ не удовлетворены климатом, стабильностью, качеством жизни и способами проведения досуга, общения. А студенты АГИКИ отметили не удовлетворительные перспективы для карьерного роста, достижения благосостояния за короткий срок и суровый климат.



Рисунок 1 – Ответы на вопрос «Как Вы себе представляете жизнь в Арктике по сравнению с другими территориями?»

Таблица 1 – Среднее значение в ответах на вопрос «Оцените по степени удовлетворенности особенностью жизни в арктическом регионе по шкале от 1 до 3 баллов, где 1 – минимальный балл, 3 – максимальный»

	СВФУ	АГИКИ
Учеба, труд	2,16	2,10
Климат (долгая зима, холод, снег, лед, северное сияние, полярная ночь, ветер)	1,99	1,86
Стабильность, качество жизни	1,92	1,91
Способы проведения досуга, общения	1,96	2,02
Перспективы для карьерного роста, достижения благосостояния за короткий срок	2,01	1,88
Малонаселенность. Простор. Обширные незаселенные пространства	2,18	2,13
Возможность заниматься творчеством, саморазвитием, самовыражением	2,09	2,22
Возможность вести здоровый образ жизни	2,21	2,14

Также студенты выделили причины, почему люди выбирают жизнь в Арктике. Ответы студентов распределились следующим образом. Так, студенты СВФУ выбрали варианты «Здесь мой дом и мое будущее» (20%), «Привычный уклад, образ жизни» и «Сила характера, способность к преодолению трудностей» (по 18%). Студенты АГИКИ: «Привычный уклад, образ жизни» (24%), «Особый тип мышления, образ жизни, менталитет местных жителей» (21%) и «Сила характера, способность к преодолению трудностей» (19%).

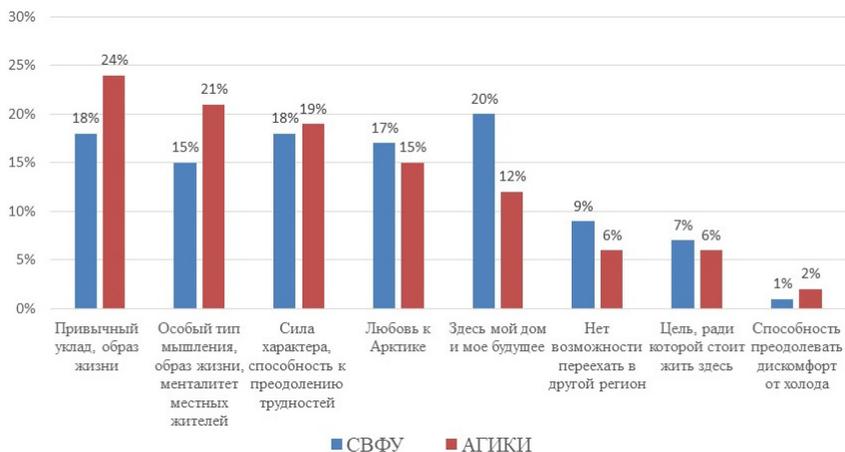


Рисунок 2 – Ответы на вопрос «На Ваш взгляд, почему люди выбирают жизнь в Арктике? Что является главным для жизни в арктическом регионе?»

Таким образом, мы видим, что основное представление, восприятие об Арктике связано с географическими понятиями, территориальным определением: «Арктика – географическая часть северных территорий» (25-28%), «Арктика – это единая циркумполярная зона планеты» (29% опрошенных в АГИКИ), «Арктика – это периферия государств, прилегающих к Северному Ледовитому океану /Арктическому океану» (15-18%) и «Арктика – это Север» (11-18%). Основное восприятие Арктики: «Физико-географический район Земли» (33-37%), «это арктические районы Якутии, прилегающие к Северному Ледовитому океану» (22-33%).

На основной вопрос «Как Вы себе представляете жизнь в Арктике по сравнению с другими территориями?» студенты выбирали ответы «высокая стоимость жизни» (56% опрошенных в АГИКИ и 64% в СВФУ), «холодно, жизнь на выживание» (45-46%) и «Ничего особенного, везде жить можно» (35-45%). Вариант «Скучно, замкнуто» выбрали 35% студентов в СВФУ и 28% студентов АГИКИ. Однако такое же количество опрошенных в институте выбрали вариант «увлекательно, интересно». Мы видим, что вопрос качества жизни волнует обучающуюся молодежь.

В целом, ответы студентов показывают среднюю удовлетворенность особенностями жизни в арктическом регионе – среднее значение варьируется от 1,86 до 2,22. Наибольшее среднее значение определено в выборе «возможность заниматься творчеством, саморазвитием, самовыражением» и «возможность вести здоровый образ жизни». Студенты СВФУ не удовлетворены климатом, стабильностью, качеством жизни и способами проведения досуга, общения. А студенты АГИКИ отметили не удовлетворительные перспективы для карьерного роста, достижения благосостояния за короткий срок и суровый климат.

Анализируя ответы студентов на вопросы анкеты «Жить Арктикой» можно сделать вывод, что жизнь в Арктике в представлении студентов вузов Республики Саха (Якутия) отмечается высокой стоимостью жизни и суровым климатом. Отмечается и «возможность заниматься творчеством, саморазвитием, самовыражением», «возможность вести здоровый образ жизни» в арктическом регионе. На вопрос, что является главным для жизни в арктическом регионе, студенты выбрали «Привычный уклад, образ жизни» (18-24%), «Сила характера, способность к преодолению трудностей» (18-19%) и «Особый тип мышления, образ жизни, менталитет местных жителей» (15-21%). Патриотичный настрой выявили ответы «Здесь мой дом и мое будущее» (12-20%) и «Любовь к Арктике».

Данные ответы выявили, что образовательные программы, направленность обучения, будущие профессиональные ориентиры влияют на жизненные установки, взгляды и представления обучающейся молодежи. Студентов волнует уровень качества жизни в Арктике, которое пока остается ниже среднего. Наличие образовательных дисциплин с арктическим вектором могло бы способствовать более глубокому знакомству

будущих выпускников с особенностями, перспективами и вызовами развития Арктической зоны Российской Федерации. А вовлеченность в научные, социальные, креативные проекты, связанные с Арктикой – укоренить в сознании молодежи чувство привязанности, ответственности за будущее арктического региона.

### **Литература**

1. Винокурова У.А., Филиппова Д.Н. «Жить Арктикой»: анкета; М-во образования и науки Рос. Федерации, Сев.-Вост. федер. ун-т имени М.К. Аммосова, Финансово-экон. ин-т, каф. социологии и управления персоналом. – Якутск, 2017. – С. 10.
2. Винокурова У.А., Яковец Ю.В. Арктическая циркумполярная цивилизация. – Новосибирск: Наука, 2016. – С. 320.
3. Vera Kuklina, Sargylana Ignatieva, and Uliana Vinokurova. Educational Institutions as a Resource for the Urbanization of Indigenous People The Case of Yakutsk. *Sibirica*. – 2019. – Vol. 18, №3 (dec). – P. 29-53.

\* \* \*

---

## **НАУЧНАЯ ПЛАТФОРМА ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ЗАВОЗА ГРУЗОВ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

---

*Филиппова Н.А.<sup>1</sup>, Иовлева Е.Л.<sup>2</sup>, Степанов С.Ф.<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет, Москва

<sup>2</sup>Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, Якутск

<sup>3</sup>Арктическая торгово-логистическая компания, Якутск  
stepanov\_af@list.ru

Аннотация. В статье изучены и отражены ключевые проблемы процесса завоза грузов в арктической зоне Российской Федерации на примере Республики Саха (Якутия). Представлены инновационные решения в части внедрения информационно-аналитической системы, которая позволит повысить эффективность процесса завоза грузов путем снижения

вероятности срыва сроков исполнения, снижение расходов за счет оптимизации процесса, а также повышения качества принимаемых управленческих решений за счет улучшения качества получаемой информации в режиме реального времени.

Условия проживания населения в Арктической зоне Российской Федерации (далее АЗРФ) напрямую зависят от уровня развития транспортной системы, отвечающей за завоз социально-значимых грузов. При этом, действующая транспортная система в АЗРФ ориентирована в основном на решение текущих задач по обеспечению региональных и районных центров, что приводит к транспортной дискриминации населения, проживающего в отдаленных и труднодоступных населенных пунктах. Данная проблема резко выражена на малонаселенных территориях восточной части АЗРФ, в частности в арктической зоне Республики Саха (Якутия).

Транспортно-логистическая система арктической зоны Республики Саха (Якутия) представлена сетью водных путей (речных и морских) с береговой инфраструктурой, сетью автодорог и автозимников, сетью аэропортов и посадочных площадок.

Основным участником транспортно-логистической системы по доставке грузов в арктической зоне региона является автомобильный вид транспорта, так как только он, в период автозимника, охватывает 100% отдаленных и труднодоступных населенных пунктов.

На территории арктической зоны Республики Саха (Якутия) практически отсутствуют круглогодичные дороги и более 90% дорог являются сезонными (далее автозимники). Сезонные дороги пролегают в большей части по замерзшим руслам рек, поэтому в транспортной системе арктические районы группируются по бассейну арктических рек (ленская, янская, индигирская и колымская группы районов). По данному принципу осуществляется управление и организация грузопотока в арктической зоне региона. В каждой группе есть узловые центры: для янской группы – это п. Нижнеянск, Усть-Куйга, Батагай, для индигирской – п. Белая Гора, для колымской – п. Черский (порт Зеленый Мыс), п. Зырянка.

Продолжительность действия сезонных автомобильных дорог зависит от природно-климатических условий и в среднем составляет поряд-

ка 90-100 дней. Перевозки грузов осуществляются в крайне неблагоприятных условиях, связанных с погодными явлениями, такими как пурга, обильные снежные осадки, перевозка по руслу рек в период выхода наледи и других факторов.

В начале и в конце срока работы автозимника возможна транспортировка только легких грузов (до 8 тонн). Доставка более тяжелых грузов (30-40 тонн) по зимникам транспортными компаниями выполняется с конца января. Сложность перевозки грузов по зимникам заключается в зависимости от погодных условий. Без отрицательной температуры проезд по дороге невозможен, так как маршрут проходит по болотистой и лесной местности с мягкой почвой. В целях безопасности, доставка грузов зимником выполняется несколькими транспортными средствами, образующими колонну. Средняя скорость движения автотранспорта по сезонным автомобильным дорогам составляет 30-40 км/ч, средняя дальность перевозок составляет 500 км., максимальные расстояния более 2 500 км.

В данных условиях наибольшие сложности возникают при доставке продовольственных товаров для обеспечения продовольственной безопасности населения проживающих в АЗРФ.

Для изучения процесса доставки грузов в период автозимника 2024 года было выбрано 5 направлений: Якутск – Белая Гора, Якутск – Среднеколымск, Якутск – Зырянка, Якутск – Усть-Куйга, Якутск – Батагай.



Рисунок 1 – Протяженность автозимника из Якутска до районных центров арктических районов Республики Саха (Якутия), в км

По взятым для изучения 5 направлениям, завоз грузов по автозимнику начался с 10 января и завершился 15 апреля.

Всего по данным направлениям было осуществлено 143 рейса и задействовано 75 единиц автотранспорта.

В период осуществления завоза по исследуемым направлениям было зафиксировано 25 случаев отставания от плановых сроков завоза грузов.

17 случаев (68%) отставания от графика произошли из-за поломки грузового автотранспорта на автозимнике.

8 случаев (32%) отставания от графика произошли из-за природных катаклизмов. В 2 случаях дорогу замело снегом во время сильной пурги, в 6 случаях дорога была перекрыта в следствии схода лавины на горных участках.

Из совершенных 143 рейсов подтверждающие документы о доставке груза, на момент закрытия автозимника, получены только по 82 рейсам. По 61 рейсу подтверждающие документы на момент закрытия автозимников не получены. Это связано с тем, что грузоперевозчики, выполнив рейс по доставке продовольственных товаров, сразу направляются на осуществление других контрактов по грузоперевозкам, не возвращаясь в Якутск.

Оперативная отчетность по факту доставки грузов осуществляется с задержкой в 2-3 дня в связи с отсутствием в отдаленных населенных пунктах арктических районов стабильных источников связи.

Как показало исследование процесс завоза грузов в арктические районы в период автозимников осуществляется без возможности отслеживания автотранспорта в пути, планирования и прогнозирования возможных рисков. Так же отсутствует цифровизация отчетных документов, подтверждающих факт доставки грузов.

Сложная транспортно-логистическая схема завоза грузов в арктические районы требует эффективного управления, что в свою очередь невозможно без внедрения информационно-аналитической системы на цифровой платформе. Основные цели, которые должна достичь система:

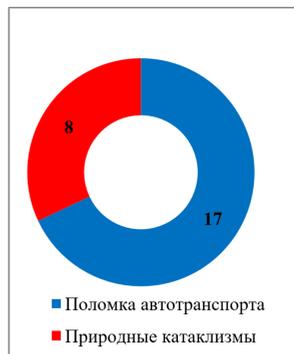


Рисунок 4 – Причины отставания от графика завоза грузов

1. Снижение вероятности срыва сроков исполнения завоза;
2. Снижение расходов за счет оптимизации процесса;
3. Повышение качества принимаемых управленческих решений за счет улучшения качества получаемой информации в режиме реального времени.

Предлагается внедрение цифрового логистического сервиса доставки грузов в арктические районы конечным потребителям, который включает следующие сервисы:

1. Цифровая инфраструктура маршрутной сети (цифровой атлас временных путей – зимников);
2. Прогнозные модели периодов эксплуатации;
3. Модели пропускной и провозной способности маршрутов;
4. Мониторинг фактического выполнения перевозок.



Главными задачами создания системы являются максимальное упрощение процессов и повышение прозрачности данных, работа с оперативными данными, прогнозирование инцидентов, принятие решений и анализ.

Следующим этапом совершенствования управления транспортными системами в арктической зоне Республики Саха (Якутия), в рамках обеспечения продовольственной безопасности населения, должно стать мероприятие по разработке и внедрению порядков и методик формирования объемов завозимых продовольственных товаров.

На сегодняшний день формирование объемов завозимых продовольственных товаров в арктические районы осуществляется в условиях отсутствия какой-либо методики расчета. Фактически данный процесс основывается в большей степени на данных, которые заявляют администрации муниципальных районов по неопределенным и необоснованным соображениям.

Системный подход в части совершенствования транспортно-логистической системы доставки грузов приведет к улучшению условий проживания населения арктической зоны Российской Федерации.

### **Литература**

1. Филиппова Н.А. Транспортные системы и дорожная инфраструктура севера / Н.А. Филиппова // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2022. – №3. – С. 1-2.
2. Филиппова Н.А. Интеграция различных видов транспорта в единую систему перевозки грузов в условиях Севера / Н.А. Филиппова // Автоматизация и управление в технических системах. – 2014. – №3. – С. 150-158.
3. Филиппова Н.А. Обеспечение эффективности транспортных процессов в районах Крайнего Севера / Н.А. Филиппова, Д.Б. Ефименко, А.А. Ледовский // Мир транспорта. – 2018. – № 4. – С. 150-159.
4. Филиппова Н.А. Перспективы развития транспортной доступности Арктических улусов республики Саха (Якутия) / Н.А. Филиппова, А.Е. Иванова, А.М. Ишков // Мир транспорта и технологических машин. – 2023. – №1-2 (80). – С. 50-56.
5. Филиппова Н.А. Обеспечение эффективной и надежной доставки грузов северного завоза для районов Крайнего Севера и Арктической зоны России / Н.А. Филиппова, В.М. Власов, В.Н. Богумил; под ред. В.М. Беляева, В.И. Сарбаева. – М., 2019. С. – 224.
6. Филиппова Н.А. Применение метода сетевого планирования и управления для планирования мультимодальной перевозки / Н.А. Филиппова, Л.Г. Мороз, Д.В. Доленко // International Journal of Advanced Studies (Международный журнал перспективных исследований). – 2018. – Т. 8, №3-2. – С. 49-68.

7. Features of Sustainable Development of the Arctic Region: Transport and Personnel Training / N. Filippova, V. Vlasov, T. Melnikova, I. Spirin, Y. Grishaeva // Transportation Research Procedia. Сер. «International Conference of Arctic Transport Accessibility: Networks and Systems». – 2021. – P. 179-183.
8. Influence of Climatic Factors on the Implementation of Intelligent Transport System Technologies in the Regions of the Far North and the Arctic / V. Prihodko, V. Vlasov, A. Tatashev, N. Filippova // Transportation Research Procedia. Сер. «International Conference of Arctic Transport Accessibility: Networks and Systems». – 2021. – P. 495-501.
9. Methodology of Freight Transport Management in the Arctic Zone of Russia With Account for Natural and Climatic Factors / A. Dorofeev, V. Kurganov, V. Vlasov, V. Bogumil, N. Filippova, Y. Trofimenko // Transportation Research Procedia. Сер. «International Conference of Arctic Transport Accessibility: Networks and Systems». – 2021. – P. 735-739.
10. Automated Dispatching Control System of Transportation Concrete Products / N. Filippova, A. Zhukov, V. Bogumil, T. Melnikova, A. Ostroukh // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2019. – Vol. 14, №24. – P. 4821-4826.
11. Постановление Правительства РФ от 7 марта 2000 г. №198 «О концепции государственной поддержки экономического и социального развития районов Севера».
12. Закон Республики Саха (Якутия) от 24 декабря 2020 г. 2304-3 №519-VI «Об особом режиме завоза товаров (продукции) в населенные пункты Республики Саха (Якутия) для обеспечения жизнедеятельности населения».
13. Указ Главы РС (Я) «О Стратегии социально-экономического развития Арктической зоны Республики Саха (Якутия) на период до 2035 года».
14. Результаты финансово-хозяйственной деятельности АО «Якутопторг» за 2020 г., 2021 г., 2022 г.

\* \* \*

## ГЕОГРАФО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ НА БУЛГУННЯХ В СУБАРКТИЧЕСКИХ ТУНДРАХ ЯКУТИИ

*Чевычелов А.П.*

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН  
– обособленное подразделение ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН», Якутск  
chev.soil@list.ru

**Аннотация.** Впервые изучены географо-генетические особенности почвообразования на булгуннях в Нижнеколымской Субарктической тундре Якутии. Показано, что криогенные почвы, развитые здесь на мерзлотных буграх пучения, значительно отличаются как по морфологическим характеристикам, так и физико-химическим свойствам от таковых зональных, сформированных в тундре. Данные почвы, ранее не включенные в систематический список почв Северной Якутии, определены как дерново-подбуры, изучены их состав и свойства.

В основу представленного доклада положены материалы, собранные при проведении полевых почвенно-географических исследований в окрестностях пос. Походск Нижнеколымского района Республики Саха (Якутия) в 2012 г. В географическом отношении исследуемая территория приурочена к Колымской низменности. Оротографический облик данного района определяется отчетливо выраженным преобладанием низменностей над горными участками (рис. 1). Абсолютные отметки местности колеблются на уровне 2,5-7,6 м над уровнем моря. На этом фоне выделяются высоты отдельных булгунняхов, составляющие 7,3-19,7 м. Исследуемая территория сложена главным образом осадочными породами четвертичного возраста, представленными двумя отделами ( $Q_3$  и  $Q_4$ ) четвертичной системы, то есть верхним и современным соответственно. При этом по площади абсолютно преобладают озерно-болотные отложения современного отдела [1]. Аллювиальные отложения приурочены к речным долинам, вдоль которых они обра-

зуют более или менее широкие полосы, соответствующие распространению низкой и высокой поймы. Климат исследуемого района Субарктический, переходный к арктическому, с продолжительной холодной зимой и коротким, но довольно теплым летом. Среднегодовые температуры воздуха колеблются в пределах  $-11-15^{\circ}\text{C}$ , а среднемесячные в январе достигают  $-36^{\circ}\text{C}$  и в июле  $+6-8^{\circ}\text{C}$ . Общее количество осадков в целом составляет 150-200 мм в год, причем в виде снега выпадает четвертая их часть. Исследуемая территория характеризуется сплошным распространением многолетней мерзлоты (ММ). ММ оказывает большое влияние на формирование гидротермического режима почв, на создание почвенного климата и почвообразование в целом, а также на развитие мезо-, микро- и нанорельефа. Из криогенных форм мезорельефа для данной территории необходимо особо отметить большое распространение гидролакколитов, то есть булгунняхов или пинго (рис. 2). Это подтверждает известное положение, согласно которому 82% всех булгунняхов Северной Азии формируются в зоне тундры [2]. Данная территория также относится к тундровой зоне, подзоне южных Субарктических тундр. В полосе южных Субарктических тундр наибольшее распространение имеют редко- и низкокустарниковые (*Betula exilis*, *Salix pulchra*) варианты влагилицнопушицевых и бугорковых тундр [3]. Согласно карте почвенно-географического районирования Северной Якутии [4], исследуемая территория входит в состав Индигиро-Колымской провинции мерзлотных болотных (50%), мерзлотных тундровых перегнойно-глеевых, мерзлотных тундровых перегнойно-торфянисто-глеевых (40%) и мерзлотных тундровых глееватых почв (10%).

Все изучаемые зональные почвы Субарктической тундры отличаются незначительной глубиной сезонного протаивания или мощностью сезонно-талого слоя (СТС). Так, по нашим данным средняя мощность СТС перегнойно-глеевых и перегнойно-торфянисто-глеевых почв в 2012 г. соответственно составляла  $23\pm 5$  см и  $42\pm 2$  см. Для данных почв также характерна, как правило, кислая реакция среды наличие органогенных грубоперегнойных горизонтов А0, А0А1 и высокое содержание обменного  $\text{H}^+$  в составе почвенно-поглощающего комплекса (ППК) (табл.).



Рисунок 1 – Полигонально-валиковая Субарктическая тундра на Колымской низменности



Рисунок 2 – Булгуннях в Субарктической тундре на Колымской низменности

Таблица – Физико-химические свойства мерзлотных тундровых почв  
Северной Якутии

Гори- зонт	Глуби- на, см	рНН <sub>2</sub> O	Гумус, %	Обменные катионы, ммоль (экв)/ 100 г почвы			Фракции, %	
				Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	N <sup>+</sup>	<0,001 мм	<0,01 мм
<b>Анабаро-Оленекская низменность</b>								
<b>Аллювиальная темногумусовая, разрез 1ЮХ-12</b>								
Av	0-2	5,6	44,3*	-	-	-	-	-
A	2-9	5,5	10,8	26,3	7,1	0,9	5,1	9,1
AB	12-22	5,3	6,9	11,9	5,0	0,9	6,7	12,6
BCg	26-34	5,5	5,5	10,2	3,6	0,9	7,5	15,1
C	40-50	5,8	2,6	10,7	3,0	0,3	7,9	17,5
<b>Подбур типичный, разрез 2ЮХ-12</b>								
O	0-6	3,9	94,6*	-	-	-	-	-
A0A1	6-13	4,5	29,3*	7,8	3,5	9,2	7,5	9,6
Bf	13-23	4,6	6,5	3,6	1,5	3,5	6,1	7,4
BC	25-35	5,1	5,2	3,5	0,8	2,8	5,9	7,1
C	38-48	5,0	3,5	2,9	0,8	0,9	5,0	6,6
<b>Перегнойно-глебоватая, разрез 3ЮХ-12</b>								
A0	0-5	5,1	76,5*	-	-	-	-	-
A0A1	5-11	6,6	25,9*	34,8	11,6	0,2	-	-
B	11-21	6,5	17,0	25,4	7,2	0,2	9,2	18,4
BCg	21-28	6,5	15,3	21,5	6,0	0,1	8,7	18,4
G	28-38	6,6	10,1	22,9	6,9	0,1	10,1	21,0
<b>Кольмская низменность</b>								
<b>Перегнойно-торфянисто- глеевая, разрез 1К-12</b>								
O	0-4	4,9	88,5*	46,2	3,9	-	-	-
A0	4-11	4,4	67,8*	25,3	6,3	30,4	-	-
B	20-30	5,6	2,1	5,3	1,8	0,4	4,4	8,5
G	40-50	6,9	6,5	5,1	2,1	Н.о.	4,3	8,1
<b>Перегнойно-глебоватая, разрез 5К-12</b>								
A0A1	0-5	4,4	32,9*	6,7	1,8	13,0	16,8	45,9
B	5-15	4,6	10,0	3,8	1,9	8,5	16,6	57,0
BCg	25-35	4,6	9,5	4,5	2,1	6,1	14,7	55,6
<b>Дерново-подбур, разрез 6К-12</b>								
Av	0-2	5,8	30,9*	9,2	2,1	-	-	-
A	4-14	5,1	14,2	7,6	1,8	3,0	5,3	8,3
AB	16-26	5,1	3,1	2,5	0,7	1,5	3,9	5,0
Bf	40-50	6,6	7,3	4,1	2,2	Н.о.	2,5	3,4
BCg	80-90	7,1	7,3	5,0	1,5	-//-	2,6	3,5

Подбур оподзоленный, разрез 7К-12								
О	0-2	4,0	87,2*	29,4	5,6	-	-	-
A0A2	2-9	4,2	8,7	2,9	0,9	5,4	5,5	9,0
Bf	12-22	5,3	4,2	2,7	1,0	3,0	4,4	6,5
BC	40-50	5,4	4,1	3,0	1,1	0,9	3,6	5,4
Аллювиальная темногумусовая, разрез 11К-12								
A	0-3	6,6	26,1	25,4	10,9	0,2	6,6	25,7
AB	4-14	6,2	21,6	13,5	3,6	0,2	4,9	20,7
BCg	40-50	7,3	6,8	13,6	4,2	Н.о.	5,7	20,4

Примечание. \*Приведено значение потери при прокаливании, прочерк – значение не определено, н.о. – не обнаружено.

Анализ свойств и состава почв, заложенных на вершинах булгунняхов разной высоты и вероятно разного возраста, которые описаны нами в данном районе впервые, позволяет отнести их к дерново-подбурам. Свойства данных почв существенно отличаются от таковых мерзлотных тундровых почв. В этом плане отдельно выделяется разрез 6К-12 дерново-подбура, который значительно отличается от остальных зональных почв, как по морфологическим характеристикам, так и по физико-химическим свойствам. Данная почва сформирована на вершине самого высокого в данном районе булгунняха высотой 19,7 м., характеризуется максимальной мощностью СТС (105 см), низкой актуальной и обменной кислотностью, относительно высоким содержанием гумуса в минеральных почвенных горизонтах А, Вf, ВСg, насыщенностью ППК обменными основаниями и низким содержанием поглощенного Н<sup>+</sup>. Исследуемая почва формируется на легких рыхло-песчаных аллювиально-озерных отложениях в условиях относительно сухой, так называемой Халарчинской тундры. Изучаемая почва характеризуется наиболее благоприятными гидротермическими условиями почвообразования, которые отмечаются в этом районе южной Субарктической тундры.

Таким образом, в ландшафтно-климатических условиях Нижнеколымской тундры нами был описан новый тип почв, то есть дерново-подбуров (рис. 3б), ранее не включенный в систематический список тундровых почв Северной Якутии. По своим морфологическим и физико-химическим свойствам данные почвы приближаются к тундровым подбурам (рис. 3а), от которых отличаются меньшей гидроморфностью.



Рисунок 3 – Морфологическое строение мерзлотных тундровых почв Колымской низменности Северной Якутии: а – подбур, разрез 7К-12; б – дерново-подбур, разрез 6К-12

### Литература

1. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1:1000000, лист R-56, 57 (Нижнеколымск). Объяснительная записка. М., 1962. С. 64.
2. Gross G., Jones V.M. Spatial distribution of pingos in northern Asia // *The Cryosphere*. 2011. №5. P. 13-33.
3. Еловская Л.Г., Тетерина Л.В. Почвы Приколымской тундры // *Растительность и почвы Субарктической тундры*. Новосибирск: Наука, 1980. С. 158-194.
4. Еловская Л.Г., Петрова Е.И., Тетерина Л.В. Почвы Северной Якутии. Новосибирск: Наука, 1979. С. 304.

\* \* \*

## ОЦЕНКА НУТРИЕНТНОГО СОСТАВА РАЦИОНА У РЕСПОНДЕНТОВ С ОЖИРЕНИЕМ ПРИ ПОМОЩИ НИАП

*Шажурдина С.В.<sup>1</sup>, Лебедева А.М.<sup>1,3</sup>, Максимова Н.Р.<sup>1,2</sup>, Лебедева У.М.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН», Якутск

<sup>2</sup>Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, Якутск

<sup>3</sup>ФИЦ питания и биотехнологии, Москва

shakhurdinasv@mail.ru

**Аннотация.** Статья посвящена оценке нутриентного состава рациона у пациентов с ожирением, с использованием облачного сервиса для автоматической оценки рисков развития заболеваний и создания рационов «Научный инструмент анализа питания» (далее – НИАП). В данной работе авторы показывают потенциал искусственного интеллекта в решении проблем оптимального питания и пищевого статуса в целях профилактики и лечения алиментарно-зависимых заболеваний в рамках диетологического консультирования.

**Введение.** Ожирение – это хроническое заболевание, характеризующееся избыточным накоплением жировой ткани в организме, представляющим угрозу здоровью, и являющееся основным фактором риска ряда других хронических заболеваний, включая сахарный диабет 2 типа и сердечно-сосудистые заболевания [1]. По данным исследования, опубликованного в журнале «Lancet», в 2022 г. ожирением страдало уже более 1 миллиарда человек в мире. С 1990 г. показатели ожирения среди взрослого населения увеличились более чем вдвое, а среди детей и подростков (возрастная группа от 5 до 19 лет) – в четыре раза. Согласно этим же данным, в 2022 г. избыточную массу тела имели 43% взрослых. По данным Росстата 2022 года, в России около 61,8% взрослых имеют избыточную массу тела, в т.ч. 22,9% страдают ожирением, с 2020 по 2022 гг. прирост новых случаев ожирения в нашей стране составил свыше 10%. В основе развития заболевания лежит дисбаланс между поступлением энергии с пищей и ее расходом, генетические факторы же могут быть как причиной ожирения, так и играть предрасполагающую роль [2].

Основной причиной развития избыточной массы тела и ожирения у взрослых является положительный баланс энергии. Однако, множество факторов окружающей среды могут способствовать или сдерживать развитие ожирения. К ним, безусловно, относятся состав рациона питания и структура его энергетической ценности. Поэтому, при профилактике и лечении ожирения на первый план выходят коррекция рациона и пищевого поведения [3].

Цель: оценка нутриентного состава рациона у респондентов с ожирением с использованием облачного сервиса для автоматической оценки рисков развития заболеваний и создания рационов «Научный инструмент анализа питания».

**Материалы и методы.** В настоящее время в разные отрасли медицины, внедряются множество автоматизированных программных комплексов, в том числе, учеными и инженерами «ФИЦ питания и биотехнологии» совместно с ООО «Нутриент Планнер» разработан информационный сервис для диетологов и нутрициологов по автоматической оценке рисков развития заболеваний и создания рационов «Научный инструмент анализа питания» (далее – НИАП), помогающий сэкономить врачам до 80% рабочего времени, то есть за 5-17 минут оценить питание и здоровье и на основании этих данных создать персонализированные рационы пациенту. Программа имеет научно-практический подход, создана ведущими специалистами на основе официальных медицинских данных. Проводится учет более 85 факторов, в автоматическом режиме, без ручной калькуляции. В результате чего выводится детальный PDF-отчет с меню и рекомендациями для пациента или респондента.

Инструмент подробно и точно анализирует рацион конкретного человека, выявляя его индивидуальные потребности и недостатки в питании (например, дефициты или профициты нутриентов), а также помогает в создании персонализированных рационов с учетом множества факторов и индивидуальных особенностей конкретного человека. Метод заключается в проведении анкетирования по оценке фактического питания и пищевых привычек, а также, данным анамнеза жизни и болезни, за последние 5 суток.

Всего было обследовано и анкетировано 48 респондентов из Оленекского эвенкийского национального района Республики Саха (Якутия), в

том числе, женщин – 35, мужчин – 13 человек. Средний возраст обследованных составлял 51,6 лет.

Исследование проведено с соблюдением правил биоэтики, после получения информированного согласия в соответствии с положительным заключением локального этического комитета ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН».

**Результаты.** При анкетировании участвовали 48 коренных жителей Оленекского эвенкийского национального района Республики Саха (Якутия) с использованием автоматизированной программы «Научный инструмент анализа питания», более половины обследованных указали на плохое качество питания и причиной этому служат низкие доходы у населения и недостаток разнообразия продуктов и блюд в рационе. Отметили, что стол местных жителей имеет сезонный характер. Одним из основных базовых продуктов питания указали на оленину, в которой содержится до 12 мг% витамина С, что в 13 раз больше, чем в мясе крупного рогатого скота (0,9 мг%), на 6% больше белка, чем в говядине, меньше жира. В питании используется не только мясо и молоко оленя, ценность имеют также кровь и внутренние органы. Оленину используют в качестве сырья для приготовления первых и вторых блюд, в основном, с макаронными изделиями и крупами.

Вторым базовым местным продуктом указали речную рыбу, как ряпушка и тугунок, богатых полиненасыщенными жирными кислотами омега-3, фосфором, кальцием, цинком, витамином РР и др. Отметили, что такие сорта белой рыбы как сиг, муксун, чир, нельма, щука, таймень, стерлядь, арктический омуль не водятся или их совсем мало в водоемах района.

Очень большое значение в здоровом питании на Севере уделяется дикорастущим ягодам, в которых имеется большое содержание пищевых волокон, органических кислот, эссенциальных витаминов и минералов. Например, уникальная северная ягода – морошка богата пищевыми волокнами (6,3 г), витаминами А (150 мкг), В<sub>2</sub> (0,07 мг), С (29 мг), Е (1,5 мг), магнием (29 мг), кальцием (15 мг), фосфором (29 мг), калием (180 мг). При анкетировании респонденты отметили, что дикорастущие ягоды население не имеет привычки собирать, поэтому в достаточном объеме их не бывает.

В основном, население питается из продуктовых магазинов, покупают консервированную продукцию (щи, борщи, салаты, каши с мясом, тушенка, сгущенку и т.п.) (от 70 до 86%), поскольку использование для приготовления блюд так называемой «тушенки» является, естественно, менее трудоемким процессом, чем разделка и переработка оленьих туш и добыча (вылов) рыбы. Второе место по потребительскому спросу занимают кондитерские изделия (вафли, джемы, конфеты и т.п.).

Такая характеристика арктического продуктового набора подводит к особенностям энергоценности и нутриентного состава рационов, лишь у 25% обследованных калорийность рационов соответствует референсным значениям, у 84% обнаружено недостаточное потребление жидкости.

Из общего количества обследованных только 22,9% респондентов имеют нормальное значение белков в рационе, у 8,4% отмечается избыток, а 68,7% имеют недостаток. Недостаточное поступление сложных углеводов отмечено у 75,1% обследованных, лишь у 18,7% выявлено нормальное содержание сложных углеводов в рационе. Поступление жиров в избытке обнаружено у 75% респондентов, и в то же время у 25% отмечается недостаток. Дефицит поступления с рационом омега-3 отмечается у 81,3% и лишь у 18,7% обследованных выявлены нормальное содержание этого вещества. Только у 14,5% респондентов в рационах имеется нормальное содержание клетчатки, у 85,5% ее вообще нет или мало такого пищевого вещества.

Нормальное поступление витаминов группы В отмечено: витамина В2 – у 96%, В6 – у 75%, В12 – у 81,5%, В1 – у 58,5%, биотина – у 12,6%, холина – 12,5% респондентов. Дефицит биотина и холина в рационе отмечено у 85,4 и 77,1% соответственно.

Дефицит витамина Е в рационе обнаружено у 89,5%, витамина К – у 77,1%, витамина С – у 47,9% обследованных.

С рационом нормальное содержание железа поступает у 89,6% респондентов, кремния – у 91,7%, фосфора – у 98%, кальция – у 12,5% обследуемых.

Из общего количества обследованных ожирение I степени обнаружено у 70,8%, II степени – у 22,9%, III степени – у 6,3% при повышенных значениях холестерина у 43,7% обследуемых.

**Выводы.** Таким образом, проведенное исследование по оценке фактического питания показало однообразие рационов с низкой энергетической ценностью и дефицитом нутриентной обеспеченности. На основании этих данных, специалистами разработаны рекомендации по коррекции массы тела для людей с избыточным весом и ожирением, что дало бы снижение хронических неинфекционных заболеваний.

Впервые проведенное исследование по оценке фактического питания у респондентов с ожирением при помощи НИАП показало результаты 5-дневного питания с определением нутритивного состава рационов в облачном сервисе для автоматической оценки рисков развития заболеваний и создания рационов «Научный инструмент анализа питания». Преимуществами данной методики является мобильность системы и всеобщий охват респондентов независимо от расстояний, а также, удобство анкетирования и проведения онлайн – консультаций по QR- коду.

*Работа выполнена в рамках государственного задания ЯНЦ СО РАН, тема FWRS-2021-0043 «Создание системы персонализированного питания детского населения Арктической зоны Российской Федерации». НИП FSRG-2024-001 «Геномика Арктики: эпидемиология, наследственность и патология» в рамках госзадания Минобрнауки России.*

### Литература

1. Lenz M., Richter T., Mühlhauser I. The Morbidity and Mortality Associated With Overweight and Obesity in Adulthood. Dtsch Aertzblatt Online. 2009;106:641-648. doi: <https://doi.org/10.3238/arztebl.2009.0641>.
2. Дедов И.И., Шестакова М.В., Мельниченко Г.А. и др. Междисциплинарные клинические рекомендации «Лечение ожирения и коморбидных заболеваний». Ожирение и метаболизм. 2021;18(1):5-99. <https://doi.org/10.14341/omet12714>.
3. Мартинчик А.Н., Батурин А.К., Камбаров А.О. Анализ ассоциации структуры энергии рациона по макронутриентам и распротранения избыточной массы тела и ожирения среди населения России // Вопросы питания. 2020. Т. 89. №3. С. 40-53. DOI: 10.24411/0042-8833-2020-10028

## ВИДОВАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ХЛАМИДИЙ ЖИВОТНЫХ И ПТИЦ МЕТОДОМ ПЦР

*Шишкина М.С., Скворцова А.Н., Михайлова В.В., Лобова Т.П.,  
Зиновьева О.Е., Зюзгина С.В., Шарыпова Д.В.*

Федеральный центр охраны здоровья животных («ВНИИЗЖ»), Москва  
M.belyaeva@rambler.ru

**Аннотация.** Хламидийная инфекция – широко распространенное зоонозное заболевание людей, птиц и животных. По современной классификации облигатные внутриклеточные бактерии семейства Chlamydiaceae включают один род Chlamydia. Возбудитель болезни вызывает артриты, аборт, пневмонии, конъюнктивиты, энцефалиты, гастроэнтериты и другие клинические проявления. Методы лабораторной диагностики хламидиозов включают: обнаружение телец включений возбудителя путём световой и люминесцентной микроскопии, выделение хламидий в развивающихся куриных эмбрионах, выявление в сыворотках крови больных и переболевших, а также вакцинированных животных антител методами РСК и ИФА. Видовая идентификация хламидий в современных условиях проходит с использованием молекулярно-генетических методов диагностики, в частности ПЦР. Такая дифференциация необходима для готовности ветеринарных диагностических лабораторий к соблюдению требований при международной торговле животными и птицей. В статье рассматривается вопрос о видовой дифференциации возбудителя хламидиоза сельскохозяйственных животных и птиц с применением отечественных наборов ПЦР.

**Введение.** Хламидийная инфекция – широко распространенное зоонозное заболевание людей, птиц, а также сельскохозяйственных и домашних животных. При осуществлении экспорта животных и птиц необходимо выполнять контроль за инфекционными заболеваниями, в том числе хламидиоза, с целью сохранения ветеринарного благополучия в мире [1, 3, 4, 5].

По современной классификации облигатные внутриклеточные бактерии семейства *Chlamydiaceae* включают один род *Chlamydia*. Хламидии вызывают обширный спектр проявления болезни: артриты, аборт, пневмонии, конъюнктивиты, энцефалиты, гастроэнтериты и другие клинические признаки.

Возбудитель хорошо изучен у большинства домашних и сельскохозяйственных животных: собак, кошек, крупного и мелкого рогатого скота, свиней, лошадей, птиц.

Методы лабораторной диагностики хламидий включают обнаружение возбудителя путем световой и люминесцентной микроскопии, выделение возбудителя на развивающихся куриных эмбрионах, выявление в сыворотках крови больных и переболевших, вакцинированных животных комплементсвязывающих антител [2, 6, 7, 8]. Каждая из указанных методик отдельно недостаточно информативна в диагностическом поле и имеет целый ряд недостатков – низкая чувствительность и специфичность, длительность получения ответа, субъективность оценки результатов исследования, не способность точной видовой дифференциации [9]. Видовая идентификация хламидий в современных условиях осуществляется молекулярно-генетическими методами диагностики, в частности ПЦР.

В отделе вирусологии ИЦНМВЛ ФГБУ «ВНИИЗЖ» на протяжении многих лет в лабораторной практике использовались все методы для выявления хламидий животных и птиц за исключением видовой дифференциации. Дифференциация необходима для готовности ветеринарной службы Российской Федерации (РФ) к соблюдению требований при международной торговле животными и птицами. Применение комплексного подхода при выполнении лабораторной диагностики хламидиоза позволит повысить достоверность полученных результатов.

**Целью** нашей работы является проведение видовой идентификации выделенных изолятов, имеющихся в коллекции вирусологического отдела ИЦНМВЛ ФГБУ «ВНИИЗЖ» с использованием ПЦР наборов отечественного производства.

**Материалы и методы.** Материалом для исследования служили образцы, полученные от клинически больных и здоровых животных (крупный рогатый скот, овцы, козы, свиньи, лошади, синантропная пти-

ца (голуби)). В работе использовались кусочки внутренних органов от вынужденно убитых животных, абортированные плоды, пробы фекалий и помёта, смывы из глаз и половых органов.

Всего методом ПЦР РВ с использованием тест-системы для выявления ДНК *Chlamydia spp.* (производство ФБУН ЦНИИ эпидемиологии Роспотребнадзора) было исследовано 573 образца биологического материала.

Проводили дальнейшую дифференциацию положительных образцов методом выделения хламидий с применением живых систем и с помощью ПЦР метода с использованием наборов отечественного производства.

Применяли следующие тест-системы: «ХЛА-ПСИТ» для выявления возбудителя хламидиоза *Chlamydophila psittaci* производства ФБУН ЦНИИ Эпидемиологии Роспотребнадзора; набор для выявления ДНК *Chlamydia pneumoniae*, ООО «ИзоГен»; три набора производства ООО «Галарт-Диагностикум» (тест-система для выявления ДНК *Chlamydia abortus*; тест-система для выявления ДНК *C. Pecorum*; тест-система для выявления ДНК *C. Trachomatis*); а также набор *PealBect- Bem ДНК C. felis*, производитель АО «Вектор-Бест».

При культивировании хламидий *C. felis*, *C. abortus*, *C. pneumoniae*, *C. pecorum*, *C. psittaci* руководствовались нормативным документом «Методические рекомендации по выделению хламидий в перевиваемых культурах клеток ПТ-80, Т-1» утверждённым директором ФГБУ «ВНИИЗЖ» 04.12 2023 года.

Культивирование хламидий на куриных эмбрионах и окраску препаратов осуществляли согласно «Методическим указаниям по лабораторной диагностике хламидийных инфекций у животных от 30 июня 1999 г. №13-7-2/643».

**Результаты исследований.** Исследовали методом ПЦР 573 образца биологического материала, отобранного от здоровых и подозреваемых в заболевании животных. В случае посмертной диагностики отбирали пробы от вынужденно убитой синантропной птицы. При проведении прижизненной диагностики в работе использовали образцы от животных (коров, овец, коз, лошадей, свиней), а также фекалии и помет, смывы из глаз (у кошки) и половых органов.

Биологический материал был исследован наборами для выявления ДНК *Chlamydia spp.* без дифференциации и наборы для идентификации хламидий по видам. Всего выявлено 45 (7,9%) положительных случаев (рис. 1.).

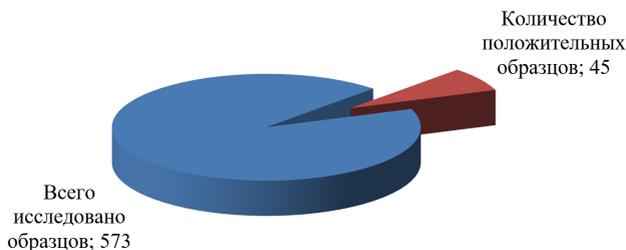


Рисунок 1 – Результаты исследований биологического материала животных и птиц методом ПЦР

На следующем этапе предметом изучения являлось сопоставление клинического проявления хламидийной инфекции у различных животных и птиц с видовой принадлежностью возбудителя. Результаты исследований представлены на рисунке 2.

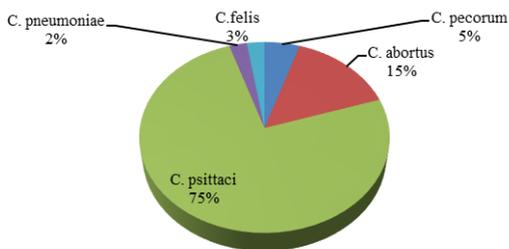


Рисунок 2 – Видовая структура хламидий, выявленных методом ПЦР

Из 45 исследованных образцов основная доля положительных результатов приходится на *C. Psittaci* – 75%. Другие виды хламидий распределились следующим образом: *C. Abortus* – 15%, *C. Pecorum* – 5%, *C. felis* – 3%, *C. pneumoniae* – 2%.

Доминирование вида *C. psittaci* свидетельствует о его широком распространении и этиологической роли в эпизоотических картинах хламидиоза.

Также нами изучены основные клинические проявления у животных и птиц, вызванные хламидиями различных видов. Сопоставляли клинические признаки болезни с результатами генотипирования возбудителя в образцах биоматериала. Результаты представлены в таблице.

Как видно из материалов, представленных в таблице, *C. pecorum* проявляется кератоконъюнктивитами и пневмонией у жвачных животных; *C. felis* и *C. psittaci* – поражают респираторный и желудочно-кишечный тракт домашних и жвачных животных, птиц; *C. abortus* – вызывает аборт у коров, овец и коз; *C. Pneumoniae* – признаки хронической пневмонии у свиней и лошадей.

Таблица – Клинические признаки хламидиоза животных и птиц

Вид хламидий	Клинические признаки	Жвачные (коровы, овцы, козы)	Птицы	Домашние животные (кошка)	Сви- ньи	Лоша- ди
<i>C. pecorum</i>	кератоконъюнктивит и пневмония	+				
<i>C. felis</i>	поражение респираторного и желудочно-кишечного тракта			+		
<i>C. abortus</i>	аборт у коров, овец, коз	+				
<i>C. psittaci</i>	поражение респираторного и желудочно-кишечного тракта	+	+	+		
<i>C. pneumonia</i>	признаки хронической пневмонии				+	+

Примечание: «+» – наличие клинических признаков.

Также были проведены работы по изучению культурально-морфологических характеристик некоторых выделенных изолятов хламидий при заражении перевиваемой культуры клеток ПТ-80, а именно *C. psittaci*, *C. abortus*, *C. pecorum*, *C. pneumoniae*. При исследовании препаратов наблюдали изменения в виде характерных цитоплазматических множе-

ственных включений округлых или шляпкообразных телец, окрашенных в соответствующий методам цвет. Некоторые вирулентные изоляты образовывали включения, распространяемые по цитоплазме (фото 1.).

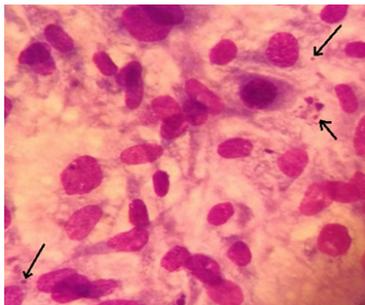


Фото 1 – Характерные цитоплазматические множественные включения округлых или шляпкообразных телец

По морфологии внутрицитоплазменные включения *C. psittaci* отличалась, как правило, четким образованием внутрицитоплазменных «вакуолей» с образованием в них множественных включений правильной округлой формы, которые быстро прорывались в межклеточное пространство (фото 2.). Культуральный метод позволяет дифференцировать наиболее этиологически важный возбудитель хламидиозов животных и птиц (*C. psittaci*) по культурально-морфологическим включениям.



Фото 2 – Множественные включения правильной округлой формы, характерные для *C. psittaci*

**Заключение.** Эпизоотическая ситуация по хламидиозу в РФ остается на современном этапе неблагополучной. В эпизоотический процесс вовлечены все сельскохозяйственные, домашние, промысловые, дикие животные и птицы.

Лабораторная диагностика хламидийной инфекции требует видовой идентификации возбудителя. На современном этапе видовая дифференциация хламидий возможна с применением метода ПЦР, что позволит повысить качество лабораторной диагностики хламидиоза животных и птиц ветеринарными учреждениями РФ. А также выполнять требования международной торговли.

### Литература

1. Безбородова Н.А. Полимеразная цепная реакция в диагностике латентных, бессимптомных и хронических форм инфекционных заболеваний крупного рогатого скота. Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии, 2019. №4. С. 30-33. DOI:10.17238/issn2072-6023.2019.4.30.
2. Кочетов В.В. Морфофункциональные изменения в тканях последа при хламидийной инфекции у крупного рогатого скота. Учетные записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана, 2015. Т. 221. №1. С. 121-124.
3. Read T.D. Comparative analysis of *Chlamydia psittaci* genomes reveals the recent emergence of a pathogenic lineage with a broad host range // MBio. 2013. Vol. 4. №2. URL: <https://doi.org/10.1128/mBio.00604-12>.
4. Sait M. Genome sequencing and comparative analysis of three *Chlamydia pecorum* strains associated with different pathogenic outcomes // BMC genomics. 2014. Vol. 15. №1. – P. 23.
5. Valdivia R.H. *Chlamydia* effector proteins and new insights into chlamydial cellular microbiology // Current opinion in microbiology. 2008. Vol. 11. №1. – P. 53-59.
6. Евстифеев В.В. Сравнительная оценка эффективности универсальной вакцины против хламидиоза сельскохозяйственных животных на основе масло-ланолинового адьюванта и коммерческого адьюванта ISA-71 в остром опыте на кроликах. Фундаментальные и прикладные исследования: естественные науки: Материалы Национальной научно-практиче-

ской конференции молодых ученых и студентов, Уфа, 30 апреля 2021 года. – Уфа: Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы, 2021. С. 140-144.

7. Федорова В.А. Хламидиозы животных и человека. Москва: Наука, 2019. С. 137.

8. Евстифеев В.В. Биологические свойства нового изолята хламидий, выделенного от абортировавшей козы. Йошкар-Ола: Материалы международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства», Мосоловские чтения, 2020. С. 432-435.

9. Vitaly V. Evstifeev Study of The Immunobiological Properties of a New Chlamydia Isolate Obtained from Goats During Chlamydia Abortion // International Journal of Pharmaceutical Research. Jan – Mar 2021. Vol. 13. Issue 1. – P. 3208-3215.

\* \* \*

---

## К ИЗУЧЕНИЮ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ

---

*Якимова А.Е.<sup>1</sup>, Янченко Т.И.<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup>Институт биологии Карельского научного центра РАН, Петрозаводск

<sup>2</sup>Институт биологии, экологии и агротехнологий

Петрозаводского государственного университета, Петрозаводск  
angelina73@mail.ru

**Аннотация.** Изучение населения мелких млекопитающих Арктической зоны Северо-Запада России, осуществлявшееся в виде отдельных экспедиционных выездов, к сожалению, кроме стационарных учетов в заповедниках, не носило мониторингового характера. Однако обобщение ранее опубликованных материалов, а также наших собственных экспедиционных исследований позволяет получить представление о видовом составе и численности как материковых, так и островных популяций этой группы животных, обитающих здесь на пределе своих ареалов.

Изучение населения мелких млекопитающих Севера Республики Карелия осуществлялось (кроме непродолжительного периода исследований в Костомукшском заповеднике) в виде отдельных экспедиционных выездов и, к сожалению, не носило мониторингового характера. Большинство результатов были получены методом ловушко-линий, а значит некоторые виды мелких млекопитающих, отлавливаемых преимущественно в ловчие канавки, могли остаться неучтенными. Также одноразовый отлов мог попасть на период низкой численности отдельных видов, что также могло исказить реальную картину. Однако данные этих отдельных экспедиций дают представление о видовом разнообразии, и численности данной группы животных.

В то же время наличие продолжительных мониторинговых исследований на Кольском полуострове, в Лапландском и Кандалакшском заповеднике, позволяет считать, что население мелких млекопитающих этого региона изучено достаточно полно.

Специальные учеты на Карельском побережье Белого моря и севере Карелии по данным различных авторов (табл. 1) показали наличие здесь следующих видов мелких млекопитающих: обыкновенной, средней, малой и равнозубой бурозубок, водяной куторы, домовый мышши, серой крысы, лесного лемминга, рыжей, красной, красно-серой, темной полевки, полевки-экономки, водяной полевки. Возможны встречи крошечной бурозубки и европейского крота.

На морском побережье в окрестностях сел Кереть и Поньгома (Лохский и Кемский р-ны РК, соответственно) в разные годы отмечены обыкновенная, средняя и малая бурозубки, а также рыжая и темная полевки, абсолютным доминантом являлась рыжая полевка [1, 2].

На территории планируемого ландшафтного заказника «Сыроватка» (побережье Белого моря, Кемский р-н РК) были отмечены представители двух видов мелких млекопитающих рыжая полевка и обыкновенная бурозубка [3].

На Карельском побережье Белого моря в районе с. Гридино (Кемский р-н РК) отмечены представители трех видов – рыжая полевка (абсолютный доминант), обыкновенная и средняя бурозубки [4].

В наших ранних [5] исследованиях на побережье Белого моря (окрестности с. Колежда и д. Кузема – Беломорский и Кемский р-ны

РК, соответственно) была отмечена только рыжая полевка. В этот год повсеместно по Карелии отмечалась низкая численность мелких млекопитающих, что отразилось на результатах учетов.

Таблица 1 – Встречаемость мелких млекопитающих на материковой части северо-запада России и побережье Белого моря

Вид	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Бурозубка обыкновенная	+	+	+	+	–	+	+	+	+	+	–
Бурозубка средняя	+	+	–	+	–	–	+	+	+	–	–
Бурозубка малая	+	–	–	–	–	–	+	+	+	–	–
Бурозубка равнозубая	–	–	–	–	–	+	+	+	–	–	–
Водяная кутора	–	–	–	–	–	+	+	+	+	–	–
Лемминг лесной	–	–	–	–	–	+	+				+
Норвежский лемминг	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	+
Рыжая полевка	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Красная полевка	–	–	–	–	–		+	+	+	+	+
Красно-серая полевка	–	–	–	–	–	+	+	+	+	+	+
Темная полевка	+	+	–	–	–	–	+	+	+	+	+
Полевка экономка	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	+
Водяная полевка	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	+

+ – вид встречен в уловах, – – вид в уловах не встречен

1 – морское побережье в р-не с. Кереть [1], 2 – морское побережье в р-не сел Кереть и Поньгома [2], 3 – морское побережье в р-не о. Сыроватка [3], 4 – морское побережье в р-не с. Гридино [4], 5 – морское побережье в р-не д. Коллежма / д. Кузема [5], 6 – территория НП «Калевальский» [6], 7 – территория заповедника «Костомукиский» [7], 8 – Северная Карелия [12], 9 – Лапландский заповедник [11], 10 – побережье Кандалякшского залива [9], 11 – Кольский полуостров [8]

Также население мелких млекопитающих севера Карелии изучалось в ходе исследований существующих или предлагаемых ООПТ. Одним из таких является НП «Калевальский» (Калевальский р-н РК). Здесь на-

селение *Micromammalia* имеет типичный северотаежный облик. Абсолютным доминантом является рыжая полевка. Всего было отмечено 6 видов зверьков – обыкновенная и равнозубая бурозубки, водяная кутора, лесной лемминг, рыжая и красно-серая полевки [6].

В многолетних отловах, проводимых в заповеднике «Костомукшский» (Костомукшский р-н РК) население мелких млекопитающих представлено 11 видами: рыжая полевка, обыкновенная бурозубка, темная полевка, средняя бурозубка, лесной лемминг, малая бурозубка, красно-серая полевка, равнозубая бурозубка, водяная кутора, крошечная бурозубка и полевка-экономка. Доминанты – рыжая полевка и обыкновенная бурозубка; содоминанты – средняя, малая и равнозубая бурозубки, лесной лемминг; редкие – красно-серая полевка и полевка-экономка, водяная кутора, крошечная бурозубка [7].

На Кольском полуострове исследования грызунов и землероек проводились в Кандалакшском и Лапландском заповедниках [8, 9, 10, 11], а также в ряде отдельных экспедиций. Население мелких млекопитающих этого региона представлено (в порядке убывания численности) доминирующими красно-серой полевкой и обыкновенной бурозубкой, содоминантами – рыжей полевкой, полевкой-экономкой, средней бурозубкой и норвежским леммингом, а также малочисленными видами – темной полевкой, малой бурозубкой, красной полевкой и водяной куторой, равнозубой и крошечной бурозубками, водяной полевкой [11].

В наших исследованиях 2024 года на побережье Белого моря (с. Лувеньга, Кандалакшский р-н) в отловах присутствовали красно-серая и рыжая полевки и полевка – экономка. При этом отмечалась высокая численность красно-серой полевки, при низкой численности двух других видов.

Население мелких млекопитающих островов Белого моря изучено слабее, чем на материке, в силу сложностей проведения подобных исследований. Особой сложностью в исследовании островного населения мелких млекопитающих является отсутствие серии повторных отловов, что зачастую не позволяет узнать полный состав населения того или иного острова. Однако даже такие краткие исследования позволяют получить данные о доминирующих видах. В исследованиях Т.В. Кошкиной [8], А.В. Истомина [9], Бойко Н.С. [10] было проведено изучение населения мелких млекопитающих островов Кандалакшского залива Белого моря (табл. 2). По результатам этих данных встречаемость мел-

ких млекопитающих на островах довольно сильно разнятся, что можно объяснить биотопическими различиями, размерами исследованных островов их удаленностью от материка, а также особенностями экологии самих мелких млекопитающих.

Таблица 2 – Встречаемость мелких млекопитающих на островах Белого моря

Вид	1	2	3	4	5	6
Бурозубка обыкновенная	–	+	+	–	–	+
Бурозубка средняя	–	–	+	–	–	–
Бурозубка малая	–	–	+	–	–	–
Водяная кутора	–	+	+	–	–	–
Норвежский лемминг	+	+	+	–	–	–
Рыжая полевка	+	+	+	+	–	+
Красная полевка	–	+	–	–	–	–
Красно-серая полевка	–	+	–	–	–	+
Темная полевка	–	+	+	–	–	–
Полевка экономка	–	+	+	–	–	–
Водяная полевка	+	+	+	–	+	–

+ – вид встречен в уловах, – – вид в уловах не встречен

1 – острова Кандалакшского залива [8], 2 – острова Кандалакшского залива [9], 3 – острова Кандалакшского залива [10], 4 – остров Мягостров Карельского берега Белого моря [5], 5 – острова Жужмуй, Кондостров и безымянный Белого моря (наши данные, 2020), 6 – о. Долгая Корга, Кандалакшский залив Белого моря (наши данные, 2024)

В ходе наших экспедиций 2016, 2020 и 2024 годов были обследованы некоторые острова Белого моря. Так на о. Мягостров в 2016 году в отловах присутствовала только рыжая полевка, ее численность составила 1.1 экз. на 100 л/с [5]. В наших отловах 2020 года на о. Кондостров, безымянном острове и о. Жужмуй в отловах была встречена только водяная полевка, ее численность составила 1.6, 4.0 и 1.8 экз. на 100 л/с, соответственно. А в 2024 году на островах Кандалакшского залива в районе с. Лувеньга в отловах присутствовали обыкновенная бурозубка, рыжая и красно-серая полевки, численность видов составила 2.0, 3.0 и 0.3 экз. на 100 л/с, соответственно.

Работа выполнена в рамках Государственного задания FMEN-2022-0003 «Закономерности формирования фауны наземных позвоночных животных Европейского Севера России в условиях глобальных климатических изменений и интенсивной антропогенной трансформации биоты».

### Литература

1. Ивантер Э.В. К изучению мышевидных грызунов и землероек Северной Карелии // Тезисы докладов конференции Института биологии, посвященной 50-летию Советской власти. Петрозаводск. 1967. С. 81-83.
2. Данилов П.И., Белкин В.В., Медведев Н.В., Каньшиев В.Я., Блюдник Л.В., Марковский В.А., Якимов А.В., Федоров Ф.В. Млекопитающие Прибеломорья // Инвентаризация и изучение биологического разнообразия на Карельском побережье Белого моря. Петрозаводск. 1999. С. 76-80.
3. Медведев Н.В. Характеристика и оценка наземной флоры и фауны: Мелкие и морские млекопитающие // Материалы инвентаризации природных комплексов и научное обоснование ландшафтного заказника «Сыроватка». Петрозаводск. 2003. С. 58-60.
4. Данилов П.И., Белкин В.В., Панченко Д.В., Тирронен К.Ф., Блюдник Л.В. Млекопитающие // Скальные ландшафты Карельского побережья Белого моря: природные особенности, хозяйственное освоение, меры по сохранению. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН. 2003. С. 114-121.
5. Якимова А.Е. Изучение мелких млекопитающих в районах крайнего севера Республики Карелия // Биоразнообразие экосистем Крайнего Севера: инвентаризация, мониторинг, охрана: Мат. III Всероссийской научной конференции. Сыктывкар. 2017. С. 205-207.
6. Данилов П.И., Белкин В.В., Блюдник Л.В., Медведев Н.В., Поздняков С.А., Каньшиев В.Я. Млекопитающие // Материалы инвентаризации природных комплексов и экологическое обоснование нац. парка «Калевальский». Петрозаводск. 1998. С. 19-22.
7. Сиккиля Н.С. Фаунистический анализ мелких млекопитающих заповедника «Костомукшский» // Ученые записки Петрозаводского госуд. университета. 2014. №2. С. 33-36.

8. Кошкина Т.В. Мышевидные грызуны Кольского полуострова и динамика их численности // Труды Кандалакшского заповедника. 1958. №1. С. 161-191.
9. Истомина А.В. Число видов и характер распространения мелких млекопитающих на островах Кандалакшского залива в Белом море // Зоологический журнал. 1984. Т.68. Вып. 7. С. 1061-1071.
10. Бойко Н.С. Видовой состав и динамика численности мышевидных грызунов в районе Кандалакшского залива // Проблемы охраны природы в бассейне Белого моря. Мурманск. 1984. С. 21-27.
11. Катаев Г.Д. Фауна и экология млекопитающих (Rodentia, Insectivora) Лапландия. – СПб: Изд-во ВВМ, 2021. С. 437.
12. Ивантер Э.В. Популяционная экология мелких млекопитающих таежного Северо-Запада СССР / Ивантер Э.В. – Л., 1975. С. 246.

\* \* \*

*Научное издание*

**АРКТИКА – ТЕРРИТОРИЯ СТРАТЕГИЧЕСКИХ  
НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

**Материалы II Арктического конгресса  
Якутск, 20-22 сентября 2024 г.**

Ответственный редактор  
**Лебедев** Михаил Петрович

Выпускается в авторской редакции  
Компьютерная верстка *М.А. Трифонов*  
Оформление обложки *П.И. Антипин*

Дата подписания к использованию 17.09.24. Электронное издание.

Объем 14,5 Мб. Тираж 10 дисков. Заказ № 128.

Минимальные системные требования:

процессор с тактовой частотой 1,3 Гц и выше, оперативная память 128 Мб,

операционные системы: Microsoft Windows XP/Vista/7/8/10,11

ОС MAC OS версии 10,8.

Издательский дом Северо-Восточного федерального университета,  
677891, г. Якутск, ул. Петровского, 5. E-mail: izdat-svfu@mail.ru

Изготовлено в Издательском доме СВФУ