



ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА-ЮГРЫ

БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА-ЮГРЫ
СУРГУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

БЕЗОПАСНЫЙ СЕВЕР – ЧИСТАЯ АРКТИКА

Материалы

VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием

*При поддержке русскоязычного отделения международного
Общества экотоксикологии и химии окружающей среды*

Сургут 2026

УДК 581.5+630*18

ББК 43+28.58

Б 40

Безопасный Север – чистая Арктика: сборник материалов VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Сургут, 09-11 декабря 2025 г. / отв. ред. А.А. Исаев; Сургут. гос. ун-т. – Сургут: СурГУ, 2026. – 294 с.

В сборнике представлены материалы VII Всероссийской научно-практической конференции «Безопасный Север – чистая Арктика»; цель конференции – рассмотрение спектра актуальных проблем: экологии, сохранения биоразнообразия и комплексной безопасности Северных территорий, «зеленых технологий» в условиях глобальных климатических изменений и ESG-трансформаций промышленного сектора экономики.

Издание предназначено для исследователей, преподавателей, аспирантов и студентов; для всех интересующихся проблемами природопользования, сбережения экосистем и устойчивого развития Севера и Арктики.

Редакционная коллегия:

Андреева Татьяна Сергеевна, канд. хим. наук, доцент

Гулакова Наталья Михайловна, мл. науч. сотр., инженер

Колосова Елизавета Маратовна, канд. биол. наук, доцент

Нехорошев Виктор Петрович, д-р техн. наук, профессор

Петрова Юлия Юрьевна, канд. хим. наук, доцент

Стариков Владимир Павлович, д-р биол. наук, профессор

Филатов Михаил Александрович, д-р биол. наук, профессор

УДК 581.5+630*18

ББК 43+28.58

© БУ ВО ХМАО – Югры
«Сургутский государственный университет», 2026

СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

<i>Козлов В. В., Иванова А. Р.</i> ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УВЕЛИЧЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СЕВЕРНЫХ РЕГИОНОВ И АРКТИКИ	9
<i>Коркин С. Е., Сафин А. Р.</i> АНАЛИЗ ПЛАНОВЫХ ДЕФОРМАЦИЙ В ПРЕДЕЛАХ г. МЕГИОНА И НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ СУРГУТСКОГО РАЙОНА	12
<i>Секция</i> СОХРАНЕНИЕ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ, АДАПТАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ ЭКОСИСТЕМ СЕВЕРА И АРКТИКИ	
<i>Авраменко М. А., Самойленко З. А.</i> ОЦЕНКА УСПЕШНОСТИ ИНТРОДУКЦИИ ШАЛФЕЯ ЛЕКАРСТВЕННОГО В КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ г. СУРГУТА	15
<i>Афанасьева Е. С., Ямпольская Т. Д.</i> КОСМЕТИЧЕСКИЕ КРЕМЫ ДЛЯ ЛИЦА: ОЦЕНКА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОРИГИНАЛОВ И ИХ АНАЛОГОВ	19
<i>Биктимирова А. М., Ямпольская Т. Д.</i> ХИМИКО-МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОЧВ г. СУРГУТА	23
<i>Богданова Д. В., Кукуричкин Г. М.</i> РОЛЬ БОТАНИЧЕСКОГО САДА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ И ПРОСВЕТИТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СУРГУТСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА	27
<i>Голубева А. Е., Ямпольская Т. Д.</i> СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА САНИТАРНО-ПОКАЗАТЕЛЬНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДОЕМОВ СУРГУТСКОГО РАЙОНА	32
<i>Гулакова Н. М., Моисеева Е. А., Бордей Р. Х.</i> ИТОГИ ПЕРВЫХ ЭТАПОВ ИНТРОДУКЦИИ СИЛЬФИИ ПРОЗЕННОЛИСТНОЙ В УСЛОВИЯХ г. СУРГУТА	35
<i>Деева А. А.</i> АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ КОМПОНЕНТОВ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА НА СТРУКТУРУ ФЕРМЕНТОВ БИОЛЮМИНЕСЦЕНТНОЙ СИСТЕМЫ БАКТЕРИЙ	40
<i>Ибрагимова Д. В.</i> СПЕКТР АНОМАЛИЙ ОСТРОМОРДОЙ ЛЯГУШКИ (RANA ARVALIS NILS., 1842) г. СУРГУТА	42
<i>Кузнецов М. А.</i> МИКРОКЛОНАЛЬНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ ЕЖЕВИКИ В УСЛОВИЯХ IN VITRO	46
<i>Кузьмин В. К., Макаров П. Н.</i> ИНТРОДУКЦИЯ МОРОШКИ ПРИЗЕМИСТОЙ СОРТА NYBY В УСЛОВИЯХ СУРГУТСКОГО РАЙОНА	51

Кутушева А. М., Ямпольская Т. Д. БИОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПСИХРОТОЛЕРАНТНЫХ НЕФТЕУТИЛИЗИРУЮЩИХ БАКТЕРИЙ	55
Кучкина К. Е., Ратегова Н. А., Берников К. А., Стариков В. П. НАСЕЛЕНИЕ НАСЕКОМОЯДНЫХ И ГРЫЗУНОВ РАЙОНА РЕКИ ПОЧЕКУЙКА (ОКРЕСТНОСТИ г. СУРГУТА)	61
Лашина В. В., Самойленко З. А. ОПЫТ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЗВЕРОБОЯ ПРОДЫРЯВЛЕННОГО (<i>HYPERICUM PERFORATUM</i> L.) В УСЛОВИЯХ г. СУРГУТА	67
Макарова Т. А., Живонос Н. В. ВЛИЯНИЕ СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА СВЕТА НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ И ПРОЦЕССЫ КАЛЛУСООБРАЗОВАНИЯ <i>DIGITALIS LANATA</i> ENRH. В УСЛОВИЯХ ГИДРОПОНИКИ И <i>IN VITRO</i>	71
Мандрик А. Д., Ямпольская Т. Д. ХАРАКТЕРИСТИКА ВЕРМИКОПОСТИРОВАННЫХ СУБСТРАТОВ И ФИТОТОКСИЧНОСТЬ ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ НИХ МИКРОМИЦЕТОВ	74
Пономарев М. П., Бабушкин Е. С., Винарский М. В., Дунаева Д. В. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРЕСНОВОДНЫХ МАЛАКОЦЕНОЗОВ ИМПАКТНОГО И ФОНОВОГО УЧАСТКОВ ПОЙМЫ ОБИ В ОКРЕСТНОСТЯХ г. СУРГУТА	80
Поспелова А. С. ВЕСЕННЕЕ НАСЕЛЕНИЕ ПТИЦ ПОСЕЛКА БЕРЕЗОВО И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ (ХМАО-ЮГРА)	84
Пряников М. А. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ БОТАНИЧЕСКИХ САДОВ НА СЕВЕРЕ И ЮГЕ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ	86
Речебакиева А. И., Ширепова Е. П., Стариков В. П. ДИНАМИКА ПОПУЛЯЦИИ КРАСНОЙ ПОЛЁВКИ (<i>MYODES RUTILUS</i> <i>PALLAS</i>, 1779) В ОКРЕСТНОСТЯХ г. СУРГУТА	88
Савин А. В., Сахаров А. О., Макаров С. С. ОСНОВНЫЕ БОЛЕЗНИ КНЯЖЕНИКИ АРКТИЧЕСКОЙ (<i>RUBUS ARCTICUS</i> L.) И ИХ ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ	92
Сахаров А. О., Савин А. В., Чудецкий А. И., Орлова Е. Е. ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОРТОВ КНЯЖЕНИКИ ФИНСКОЙ СЕЛЕКЦИИ В УСЛОВИЯХ ДЕНДРОЛОГИЧЕСКОГО САДА им. Р.И. ШРЕДЕРА	95
Середова К. А., Самойленко З. А. ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ СОЛЕЙ И ЦИТОКИНИНОВ В СРЕДЕ WPM НА МОРФОГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ КЛЮКВЫ БОЛОТНОЙ В КУЛЬТУРЕ <i>IN VITRO</i>	98
Страздаускене С. Р., Сунгурова Н. Р. БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ ДЕТСКОГО САДА	101
Стругова Г. Н., Сунгурова Н. Р., Макаров С. С. КАЛИНА ОБЫКНОВЕННАЯ (<i>VIBURNUM OPULUS</i> L.) КАК ЭЛЕМЕНТ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ДЕНДРОФЛОРЫ В г. АРХАНГЕЛЬСКЕ	104

<i>Ханбабаева О. Е., Кудусова В. Л., Кукуричкин Г. М., Мурашова Е. К., Тюшкевич Ф. В.</i>	
ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЕКОРАТИВНЫХ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ ДЛЯ ОЗЕЛЕНЕНИЯ КРЫШ В УСЛОВИЯХ УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЫ	107
<i>Шелудченко А. А.</i>	
ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ РЕДКИХ ВИДОВ ОРНИТОФАУНЫ ПРИРОДНОГО ПАРКА «НУМТО»	111
	<i>Секция</i>
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ АРКТИКИ	
<i>Вахрушев Д. А.</i>	
АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ПРИ ДОБЫЧЕ ПЕСКА ГИДРОМЕХАНИЗИРОВАННЫМ СПОСОБОМ	114
<i>Ведмидь Г. П.</i>	
КОМПОНЕНТЫ АНТРОПОГЕННОЙ ЛАНДШАФТООБРАЗУЮЩЕЙ УРБОГЕОСИСТЕМЫ (НА ПРИМЕРЕ ТАЁЖНОЙ ЗОНЫ СУРГУТСКОГО ПРИБЬЯ)	119
<i>Владимирова Н. А., Проворова О. В.</i>	
ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ НЕФТИ С ПОМОЩЬЮ РЯСКИ МАЛОЙ (<i>LEMNA MINOR</i>)	131
<i>Газя Г. В., Газя Н. Ф.</i>	
ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ЭКОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА	135
<i>Губайдуллина Р. Н.</i>	
ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КАРЬЕРА «ГОЛУБЫЕ ОЗЕРА» НА ОСНОВЕ ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ	138
<i>Дерябкина Н. А., Сабирзянова О. В.</i>	
ОЦЕНКА НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА Р. РЯЗАНСКИЙ ЁГАН	141
<i>Загидуллина А. Т., Динкелакер Н. Ф., Динкелакер Н. В., Ситников П. Т.</i>	
ДОЛГОСРОЧНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ПРЕСНОВОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ МАЛЫХ РЕК СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ (БАРЕНЦЕВ РЕГИОН)	146
<i>Клейменова Е. В.</i>	
ВЛИЯНИЕ СОЛЕЙ МЕДИ И ЗАСОЛЕНИЯ НА РОСТ ВОДОРΟΣЛИ <i>CHLORELLA VULGARIS</i>	148
<i>Кухарева А. Ю., Рахимова А. С., Чиркова Р. В., Чеберяк М. И.</i>	
СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ КАРДИОИНТЕРВАЛОВ ЖЕНЩИН, ПРОЖИВАЮЩИХ В РАЗНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ	153
<i>Леонтьева В. В., Шорникова Е. А.</i>	
КАЧЕСТВО ВОДЫ ВОДОХРАНИЛИЩА-ОХЛАДИТЕЛЯ СУРГУТСКОЙ ГРЭС	157
<i>Лоншакова-Мукина В. И., Громова А. А., Кратасюк В. А.</i>	
ФЕРМЕНТАТИВНЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ	163
<i>Малаксиано К. О.</i>	
АНАЛИЗ СЕЗОННОЙ ДИНАМИКИ ПАРАМЕТРОВ СЕРДЕЧНО- СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ МОЛОДЫХ ЖЕНЩИН НА ТЕРРИТОРИИ УРБАНИЗИРОВАННОГО СЕВЕРА	166

<i>Марусич М. В.</i> ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ЭКОСИСТЕМУ САЙМЫ И ЕЁ БАССЕЙНА	170
<i>Парфенова Е. И., Чебакова Н. М.</i> РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГЛУБИНЫ СЕЗОННОГО ПРОТАИВАНИЯ ПРИ ПОТЕПЛЕНИИ КЛИМАТА В СИБИРИ	173
<i>Сафаргалиева А. Н., Бикмухаметова Л. М.</i> КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ПРЕДЕЛАХ НЕФТЕГАЗОВЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	177
<i>Филатов М. А., Самойленко И. С., Валеева Р. Р., Матаева А. Ш., Истомина Л. С.</i> ВЛИЯНИЕ ГИПЕРТЕРМИИ НА ПАРАМЕТРЫ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ЧЕЛОВЕКА	181
<i>Хоцкова Л. В., Омаров Р. С.</i> КОМПЛЕКСНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНО-ПРОФОРИЕНТАЦИОННАЯ ПРОГРАММА ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ СРЕДНИХ КЛАССОВ	186
<i>Хромов И. С.</i> ВЛИЯНИЕ БАКТЕРИАЛЬНОГО ПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ AZOTOBACTER SPP. НА АККУМУЛИРУЮЩУЮ СПОСОБНОСТЬ ОВСА ПОСЕВНОГО	190
<i>Чиглинцев И. А., Лепихин С. А.</i> ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ КОНДЕНСАТА В ПРОМЫШЛЕННЫХ ДЫМОВЫХ ТРУБАХ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА	195
<i>Секция</i>	
<i>ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СЕВЕРА И УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СЕВЕРА РОССИИ И АРКТИКИ</i>	
<i>Давлетишина Л. Ф., Крисанова П. К., Крюков Д. А.</i> БИОРАЗЛАГАЕМЫЕ ДЕЭМУЛЬГАТОРЫ ВОДОНЕФТЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ НА ШЕЛЬФОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ	198
<i>Жаркова М. А., Закирова К. Р., Туров Ю. П., Гузняява М. Ю., Францина Е. В.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ СЕДИМЕНТАЦИОННОЙ УСТОЙЧИВОСТИ И СЛИВАЕМОСТИ ТОВАРНОГО КОНДЕНСАТА ГАЗОВОГО СТАБИЛИЗИРОВАННОГО	202
<i>Закирова К. Р., Францина Е. В., Жаркова М. А., Туров Ю. П., Гузняява М. Ю.</i> СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДИСПЕРГИРУЮЩЕЙ ПРИСАДКИ НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ	204
<i>Мулюкина С. М., Дзеранов А. А., Саранулова П. С., Батаков А. Д., Фаррахова Г. Р., Кыдралиева К. А.</i> СОРБЦИОННЫЕ И ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАНОЧАСТИЦ ГЕТИТА ПРИ МОДИФИКАЦИИ ГУМИНОВЫМИ КИСЛОТАМИ	207
<i>Поваляев П. В., Закирова К. Р., Францина Е. В., Петрова Ю. Ю., Ивлев П. Н.</i> ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНАЯ ГАЗИФИКАЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ НЕФТЯНЫХ ОСТАТКОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ДУГОВОГО РАЗРЯДА ПОСТОЯННОГО ТОКА	210
<i>Спирина А. В., Чайковская О. Н., Соломонов В. И., Бочарникова Е. Н., Таныкова Н. Г., Петрова Ю. Ю.</i> ИМПУЛЬСНАЯ КАТОДОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ НЕФТИ СЕВЕРА РОССИИ	214

<i>Теллер Е. В., Петрова Ю. Ю., Гавриленко М. А.</i> ПЕРЕРАБОТКА АСФАЛЬТОСМОЛОПАРАФИНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ МИКРОВОЛНОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ	219
<i>Туров Ю. П., Гузняева М. Ю., Лазарев Д. А., Лазарева Т. В.</i> ИСТОЧНИКИ ПОГРЕШНОСТЕЙ ПРИ АНАЛИЗЕ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ БОРЕАЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ	221
<i>Шишов А. А., Закирова К. Р., Жаркова М. А., Францина Е. В.</i> СИНТЕЗ И АНАЛИЗ ДИСПЕРГАТОРА НА ОСНОВЕ ЖИРНЫХ КИСЛОТ ТАЛЛОВОГО МАСЛА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА НИЗКОЗАСТЫВАЮЩИХ ДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ	224
<i>Секция</i>	
<i>КОМПЛЕКСНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СЕВЕРА РОССИИ И АРКТИКИ»</i>	
<i>Ермакова А. А.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ТРАВМАТИЗМ	226
<i>Каримов Т. М., Ончева Е. М.</i> АВТОМАТИЗАЦИЯ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ НА ПРОИЗВОДСТВЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВОЙ МОДЕЛИ	233
<i>Кузнецова Ю. В., Скрипкина З. Т.</i> РОЛЬ КУЛЬТУРЫ БЕЗОПАСНОСТИ В СНИЖЕНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	237
<i>Кулдашев М. А., Белощенко Д. В.</i> АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОЙ РАБОТЫ В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР	241
<i>Лисейко Е. В., Майстренко Е. В.</i> ОРГАНИЗАЦИЯ ОХРАНЫ ТРУДА МИГРАНТОВ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ: КЛЮЧЕВЫЕ АСПЕКТЫ	246
<i>Маленко Н. А.</i> ОХРАНА ТРУДА В КИБЕРСПОРТЕ: СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ РИСКОВ И ПЕРСПЕКТИВЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ	249
<i>Назин И. А., Майстренко Е. В.</i> ОСНОВНЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ РИСКИ ОПЕРАТОРОВ ПО ДОБЫЧЕ НЕФТИ И ГАЗА	252
<i>Нелин А. И.</i> ПРОФИЛАКТИКА ЭЛЕКТРОТРАВМАТИЗМА НА ОБЪЕКТАХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ КРАЙНЕГО СЕВЕРА	256
<i>Плужник А. А., Карама Е. А.</i> СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ОБЕСПЕЧЕНИЮ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА РОССИИ	260
<i>Радостев Н. В.</i> ТОПОЛОГИИ РАДИОСВЯЗИ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА	263
<i>Реймер В. В.</i> БЕСПЕРЕБОЙНОЕ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ СПАСАТЕЛЬНЫХ МОДУЛЕЙ	269

<i>Тюряков О. И., Андреева Т. С.</i> МЕРЫ СНИЖЕНИЯ АВАРИЙНОСТИ НА НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ПАО «СУРГУТНЕФТЕГАЗ»	273
<i>Тюрякова Е. Р., Андреева Т. С.</i> ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР КАК КЛЮЧЕВОЙ АСПЕКТ ОРГАНИЗАЦИИ ОХРАНЫ ТРУДА В ПАО «СУРГУТНЕФТЕГАЗ»	277
<i>Хазикиева А. С., Ончева Е. М.</i> ОБУЧЕНИЕ И ИНСТРУКТАЖИ ПО ОХРАНЕ ТРУДА КАК КЛЮЧЕВОЕ ЗВЕНО В БЕЗОПАСНОМ ПРОВЕДЕНИИ РАБОТ	281
<i>Хайруллина Е. В., Андреева Т. С.</i> ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ РИСКА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ	285
<i>Цечоева З. М., Ончева Е. М.</i> АНАЛИЗ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПО КОЛИЧЕСТВУ ПОЖАРОВ НА ОБЪЕКТАХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ В ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ	289

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

УДК 622.776, 544.344.9

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УВЕЛИЧЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ СЕВЕРНЫХ РЕГИОНОВ И АРКТИКИ**

Козлов В. В., Иванова А. Р.
Институт химии нефти СО РАН, НИ ТГУ, Томск;
e-mail: kozlov_vv2004@mail.ru

Аннотация. Представлены актуальные задачи разработки месторождений ТРИЗ и освоения Арктики. Рассмотрены перспективные физико-химические технологии увеличения нефтеотдачи месторождений ТРИЗ, разработанных в Институте химии нефти СО РАН.

Ключевые слова: увеличение нефтеотдачи, месторождения ТРИЗ, высоковязкая нефть, глубокие эвтектические растворители.

**ADVANCED OIL RECOVERY TECHNOLOGIES
FOR FIELDS THE NORTHERN REGIONS AND THE ARCTIC**

Kozlov V. V., Ivanova A. R.
Institute of Petroleum Chemistry, SB RAS, Tomsk;
e-mail: kozlov_vv2004@mail.ru

Abstract. This article presents current challenges in developing hard-to-recover reserves and Arctic exploration. It also examines promising physicochemical technologies for enhancing oil recovery from hard-to-recover reserves, developed at the Institute of Petroleum Chemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences.

Keywords: enhanced oil recovery, hard-to-recover reserves, high-viscosity oil, deep eutectic solvents.

В условиях неизбежного истощения традиционных запасов углеводородов стратегически важным становится освоение ресурсов трудноизвлекаемых запасов (ТРИЗ), составляющих значительную часть российской и мировой ресурсной базы. Освоение ресурсов северных регионов (в частности, Восточная Сибирь) и арктических шельфовых месторождений, богатых запасами, сопряжено с уникальными вызовами, включая сложные природно-климатические условия, удаленность инфраструктуры и повышенные экологические риски. Экстремальные природно-климатические условия, низкие пластовые температуры, высокая вязкость добываемых нефтей, значительная минерализация пластовых вод и наличие вечномёрзлых пород существенно осложняют разработку залежей и ограничивают применимость традиционных методов увеличения нефтеотдачи. Кроме того, для арктических залежей, часто характеризующихся низкопроницаемыми коллекторами, критически важен поиск новых технологий, обеспечивающих не только эффективную, но и максимально безопасную добычу. Применимость химических реагентов, как компонентов

комплексных методов увеличения нефтеотдачи, определяется не только их эффективной работой внутри пласта, но и стоимостью логистических затрат (доставки до промысла). Существующие методы увеличения нефтеотдачи (МУН) для традиционных месторождений зачастую оказываются технико-экономически неэффективными или экологически неприемлемыми для условий Арктики.

Особой актуальностью, связанной с энергетической безопасностью страны в условиях санкционного давления, обладают наукоёмкие прорывные исследования, направленные на разработку отечественных химических реагентов и технологий на их основе для увеличения нефтеотдачи месторождений ТРИЗ, в том числе, находящихся на территории северных регионов и Арктики.

В Институте химии нефти СО РАН (г. Томск) за последние несколько лет разработан ряд принципиально новых низкозастывающих химических композиций и технологий для увеличения нефтеотдачи месторождений с высоковязкой нефтью и высоконеоднородными коллекторами карбонатной и терригенной природы. В основе разработок лежит принцип использования глубоких эвтектических растворителей (ГЭР), представляющих собой многокомпонентные системы на основе доноров и акцепторов водородных связей с пониженной температурой плавления (температура плавления систем ГЭР ниже, чем температуры плавления отдельных компонентов) в качестве основного компонента химических композиций [1–5]. Применяемые глубокие эвтектические растворители характеризуются высокой полярностью, выраженной растворяющей способностью по отношению к асфальто-смолисто-парафиновым компонентам нефти и возможностью целенаправленного регулирования их физико-химических свойств за счёт варьирования состава. Эти особенности обуславливают перспективность их использования в технологиях увеличения нефтеотдачи, особенно в условиях низких температур и сложного состава пластовых флюидов.

Среди перспективных разработок – кислотные химические нефтевытесняющие композиции. Основой композиций являются кислотные ГЭР (многоатомный спирт, аддукт неорганической кислоты и диамид угольной кислоты), проявляющие высокую растворяющую способность по отношению к компонентам горных пород (карбонатной и/или терригенной). При совместном применении с тепловым воздействием система ГЭР эволюционирует с формированием буферной системы высокой ёмкости в области щелочных значений pH. Добавление комплексных поверхностно-активных веществ (ПАВ) в состав композиций и оптимальные условия их работы (область щелочных значений pH) определяют высокую эффективность нефтевытесняющих композиций. Варьирование соотношения компонентов композиций позволяет программировать реовязкостные и физико-химические свойства, расширяя возможности их применимости.

Коллективом разработчиков композиций проведен комплекс исследований физико-химических и реологических характеристик композиций, а также физическое и математическое моделирование процесса нефтевытеснения. В настоящее время разработаны жидкие и твердые товарные формы кислотных нефтевытесняющих композиций, что особенно важно для их использования в отдаленных районах.

Успешные опытно-промысловые испытания кислотных композиций (проведенные на ряде месторождений) открывают новые возможности для их применения и создания новых отечественных химических смарт-систем для освоения нетрадиционных запасов углеводородов.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИХН СО РАН, финансируемого Министерством науки и высшего образования Российской Федерации.

Литература:

1. Шолитодов М. Р. Получение глубоких эвтектических растворителей для создания нефтewытесняющей композиции на основе четырехатомного спирта, карбамида, соли четвертичного аммониевого основания и ПАВ / М. Р. Шолитодов, А. Р. Сайденцаль, Л. К. Алтунина [и др.] // Химия в интересах устойчивого развития. 2024. Т. 32, № 3. С. 343-350.
2. Sholidodov M. R. Study of Changes in Phase Equilibrium in Three-Component Deep Eutectic Solvents «Tetra Atomic Alcohol – Urea – Salt of a Quaternary Ammonium Base» Depending on the Preparation Method / M. R. Sholidodov, A. R. Saidentsal, L. K. Altunina [et al.] // Journal of Siberian Federal University. Chemistry. 2024. Vol. 17. № 2. P. 167-176.
3. Sholidodov M. Synthesis and Study of New Deep Eutectic Solvents on the Principles of Green Chemistry Based on Pentaerythritol, Choline Chloride and Urea / M. Sholidodov, L. Altunina, A. Saidentsal [et al.] // Journal of Siberian Federal University. Chemistry. 2025. Vol. 18. № 1. P. 135-146.
4. Сайденцаль А. Р. Нефтewытесняющая композиция для увеличения нефтеотдачи пластов / А. Р. Сайденцаль, М. Р. Шолитодов, Л. К. Алтунина, В. В. Козлов // Деловой журнал Neftegaz.RU. 2024. № 4(148). С. 30-34.
5. Сайденцаль А. Р. Исследование глубоких эвтектических растворителей на основе многоатомного спирта, четвертичной аммониевой соли и диамида угольной кислоты методом ИК-спектроскопии / А. Р. Сайденцаль, М. Р. Шолитодов // Химия в интересах устойчивого развития. 2025. Т. 33. № 5. С. 666-673.

УДК 911.9

АНАЛИЗ ПЛАНОВЫХ ДЕФОРМАЦИЙ В ПРЕДЕЛАХ г. МЕГИОНА И НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ СУРГУТСКОГО РАЙОНА

Коркин С. Е.^{1,2}, Сафин А. Р.¹

¹ Нижневартровский государственный университет, Нижневартовск;
e-mail: dodi_94@mail.ru

² Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург;
e-mail: egf_nv@mail.ru

Аннотация. В представленном материале произведен анализ измерений береговых зон города Мегион и некоторых населенных пунктов Сургутского района с применением полевых работ и дистанционных методов исследования (дешифрирования космических снимков и моделей местности, созданных на основе использования беспилотных летательных аппаратов (БПЛА)). Полученные результаты по эрозионным процессам в населенных пунктах говорят об активном проявлении данного явления.

Ключевые слова: анализ геоэкологический, боковая эрозия, геоморфологические методы, береговые деформации.

ANALYSIS OF PLANNED DEFORMATIONS WITHIN THE CITY MEGION AND SETTLEMENTS OF THE SURGUT DISTRICT

Korkin S. E.^{1,2}, Safin A. R.¹

¹ Nizhnevartovsk State University, Nizhnevartovsk;
e-mail: dodi_94@mail.ru

² Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Branch of the RAS, Yekaterinburg;
e-mail: egf_nv@mail.ru

Abstract. The presented material analyzes measurements of the coastal zones of the city of Megion and some settlements in the Surgut district, using fieldwork and remote research methods (decoding satellite images and terrain models created based on the use of unmanned aerial vehicles (UAVs)). The results obtained regarding erosion processes in the settlements indicate the active manifestation of this phenomenon.

Keywords: geoecological analysis, lateral erosion, geomorphological methods, coastal deformations.

В пределах города Мегион и некоторых населенных пунктов Сургутского района плановые деформации относятся к числу опасных природных процессов, связанных с работой водных потоков, гравитационных и эрозионных процессов. Наиболее активными являются размывы берегов, а именно проявление боковой эрозии.

Теоретико-методологической основой исследования послужили работы, таких авторов как Р. С. Чалов, А. С. Завадский, А. В. Панин [1–3], Б. И. Кочуров [4], а на региональном уровне исследования ведутся С. Е. Коркиным, В. А. Исыповым, Н. С. Мироновой, Е. К. Кайль [5–8], В. С. Хромых [9].

При анализе береговых зон применены полевые и дистанционные методы. Результаты изучения эрозионных процессов необходимы для разработки комплексных технологических мероприятий по укреплению береговой линии населенных пунктов.

Ниже приведены данные по городу Мегион и некоторым населенным пунктам Сургутского района. В геоморфологическом отношении территория города расположена на Среднеобской низменности на правом берегу протоки Мега, в пределах поймы, I и II аллювиальной надпойменной террасы. Активное изменение береговой зоны происходит в нижней части склона под действием боковой эрозии половодных вод протоки Мега. В городе Мегион имеется частичное берегоукрепительное сооружение, но оно не имеет целостной структуры. Стоит отметить, что целостность объекта в период высокой воды имеет большое значение для безопасности жителей. В зоне возможного затопления находятся 165 домов и проживает 432 человека. В 2024 и 2025 году проведена геодезическая съемка берега в районе «Мега.Парк» с помощью ГНСС оборудования. В дальнейшем планируется произвести сравнения двух периодов съемки и применить дистанционное зондирование для выявления количественных показателей.

Урочище Барсова Гора в Сургутском районе представляет собою феномен, уникальность которого заключается в концентрации на небольшой территории памятников археологии, этнографии и природы, документирующих ключевые вехи истории от мезолита до позднего Средневековья. С 2018 года в пределах территории Барсова гора нами проводится мониторинг за развитием овражной эрозии (табл. 1).

Таблица 1.

Результаты проявления овражной эрозии в урочище Барсова гора

№	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
1	25,00	22,20 (2,8)	21,30 (0,9)	21,05 (0,25)	15,7 (5,35)	нет	нет	нет
2	21,50	21,50	20,5 (1,0)	20,5	20,3	нет	нет	нет
3	6,80	6,7 (0,1)	6,7	6,7	6,6 (0,1)	6,6	6,6	6,6
4	6,0	6,0	6,0	6,0	5,8 (0,2)	5,8	5,8	5,8
5	8,50	8,50	8,50	8,50	8,4 (0,1)	8,4	8,4	8,4

По результатам мониторинга были получены данные, показывающие, что рост оврагов по нашим наблюдениям составил от 0,1 до 5,35 м в год. С 2023 года все техногенные участки с оврагами укреплены в связи со строительством туристической тропы «ЧелоВечность».

В пределах территории поселка Высокий Мыс Сургутского района высота берега измерена нами от 6 до 8 метров, длина участка обрушения равна 750 м (табл. 2). Водозащитные сооружения отсутствуют. Наблюдается активный процесс обрушения берега, на всем протяжении участка обследования зарегистрированы глубокие промоины и интенсивность обрушения береговой линии имеет скорости от 0,1 до 3,8 м/год, в зоне риска проживает 500 человек. Для данного населенного пункта необходимо строительство берегоукрепительного сооружения 655,00 м.п.

Таблица 2.

Результаты измерений с 2018 по 2025 гг. для поселка Высокий Мыс

№	01.07.2018	03.11.2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
1	27,0	27,0	26,6 (0,4) –24,2	20,4 (3,8)	20,2 (0,2)	19,8 (0,5)	19,8	18,5 (1,3)	18,4 (0,1)
2		22,7	22,2 (0,5)	22,2	22,1 (0,1)	21,9 (0,2)	21,8 (0,1)	21,8	21,34 (0,46)
2a		25,77	25,5 (0,27)	25,5	25,5	25,5	24,7 (0,8)	24,7	24,7
3	18,40	18,20 (0,2)	18,2	18,2	18,2	18,20	18,20	17,7 (0,5)	17,12 (0,58)

В данной работе представлены результаты наблюдений за береговыми деформациями в городе Мегион и некоторых населенных пунктов Сургутского района. Полученные результаты формируют базу данных об активных преобразованиях береговых участков населенных пунктов. Данные дополнены ГИС, с использованием космоснимков, моделей местности и результатов геодезической съемки.

Литература:

1. Чалов Р. С. Речные излуины / Р. С. Чалов, А. С. Завадский, А. В. Панин. Москва : Изд-во МГУ, 2004. 371 с.
2. Чалов Р. С. Русловедение: теория, география, практика. Т. 1. Русловые процессы: факторы, механизмы, формы проявления и условия формирования речных русел / Р. С. Чалов. Москва, 2008. 610 с.
3. Чалов Р. С. Русловедение: теория, география, практика. Т. 2. Морфодинамика речных русел / Р. С. Чалов. Москва : КРАСАНД, 2011. 960 с.
4. Кочуров Б. И. Экодиагностика и сбалансированное развитие : Учеб. пособие / Б. И. Кочуров. Москва ; Смоленск : Маджента, 2003. 384 с.
5. Коркин С. Е. Природные опасности в долинных ландшафтах среднего Приобья : монография / С. Е. Коркин. Нижневартовск : Изд-во НГГУ, 2008. 226 с.
6. Коркин С. Е. Противоэрозионная организация территории в восточной части широтного отрезка реки Обь на основе мониторинговых данных / С. Е. Коркин, Н. С. Миронова, Е. К. Кайль // Изв. Самарского науч. центра РАН. 2015. Т. 17. № 6. С. 104-109.
7. Коркин С. Е. Воздействие добычи песка на русловые процессы реки Обь в районе города Нижневартовска / С. Е. Коркин, В. А. Исыпов // Современные проблемы эрозионных, русловых и устьевых процессов : м-лы междунар. конф. (Архангельск, 26-30 сентября 2016 г.). Архангельск, 2016. С. 118-119.
8. Коркин С. Е. Геоэкологический анализ береговых зон населенных пунктов, расположенных на широтном участке средней Оби / С. Е. Коркин, В. А. Исыпов // Проблемы региональной экологии. – Москва : Камертон, 2019. № 2. С. 43-47.
9. Хромых В. С. Природное районирование поймы Средней Оби / В. С. Хромых // Вопросы географии Сибири. 1979. Вып. 12. С. 69-86.

Секция

**СОХРАНЕНИЕ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ,
АДАПТАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ ЭКОСИСТЕМ СЕВЕРА И АРКТИКИ**

УДК 58.006

**ОЦЕНКА УСПЕШНОСТИ ИНТРОДУКЦИИ ШАЛФЕЯ ЛЕКАРСТВЕННОГО
В КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ г. СУРГУТА**

Авраменко М. А., Самойленко З. А.
Сургутский государственный университет, Сургут;
e-mail: avramenko.mi@mail.ru

Аннотация. В работе изучены адаптационные возможности и продуктивность шалфея лекарственного двух сортов – Бриз и Нектар, в условиях культуры на территории г. Сургута. Рассада выращивалась в закрытом грунте, методом гидропоники. Хорошо сформированные растения пересаживались в открытый грунт, после чего проводились фенологические и морфологические наблюдения. Установлено, что сорт Бриз демонстрирует высокую зимостойкость, полноценное прохождение всех фаз развития и формирование жизнеспособных семян, тогда как Нектар оказался малоперспективным для интродукции в северных условиях. Полученные результаты позволяют оценить перспективы культивирования шалфея лекарственного в условиях г. Сургута.

Ключевые слова: шалфей лекарственный, *Salvia officinalis*, адаптация, зимостойкость, интродукция, продуктивность.

**ASSESSMENT OF THE SUCCESS OF SALVIA OFFICINALIS INTRODUCTION
UNDER THE CLIMATIC CONDITIONS OF SURGUT**

Avramenko M. A., Samoylenko Z. A.
Surgut State University, Surgut;
e-mail: avramenko.mi@mail.ru

Abstract. This study examines the adaptive potential and productivity of two *Salvia officinalis* cultivars – Briz and Nectar, under the climatic conditions of Surgut. Seedlings were initially cultivated in a controlled environment using hydroponic techniques. Well-established plants were subsequently transplanted to open-field conditions, where phenological and morphological observations were carried out. Results indicate that the Briz cultivar demonstrates high winter hardiness, successfully completes all developmental stages, and produces viable seeds. In contrast, the Nectar cultivar appeared less suitable for introduction in northern environments. These findings provide insights into the feasibility and prospects of cultivating medicinal sage in the climatic conditions of Surgut.

Keywords: *Salvia officinalis*, sage, adaptation, winter hardiness, introduction, productivity.

Шалфей лекарственный (*Salvia officinalis* L.), относящийся к семейству *Lamiaceae* [1], – многолетнее травянистое растение, широко используемое в медицине многих стран мира, в том числе и России. Популярность применения этого растения обусловлена содержанием в нем большого числа биологически активных веществ, в первую очередь эфирного масла, а

также флавоноидов и дубильных веществ, которые благотворно влияют на различные системы человеческого организма [2]. Родина шалфея – Малая Азия, откуда он распространился по Средиземноморью и Балканскому полуострову. Культивируется на Украине, Северном Кавказе, в Молдове, Греции, Крыму, на юге европейской части России, в Краснодарском крае [3]. Благодаря своим антисептическим, противовоспалительным и вяжущим свойствам шалфей лекарственный широко используется как в медицине, так и в фармацевтической промышленности. Листья растения содержат эфирные масла, флавоноиды и дубильные вещества, обеспечивающие его выраженное антибактериальное и противогрибковое действие. Настои и отвары шалфея применяются при воспалениях ротовой полости, дыхательных путей и кожи, а также в терапии заболеваний желудочно-кишечного тракта и опорно-двигательного аппарата. Благодаря тонизирующему и спазмолитическому эффекту шалфей укрепляет нервную систему и способствует нормализации пищеварения. Высушенные листья растения являются ценным лекарственным сырьём, входящим в состав многих травяных сборов и настоек [4]. Листья шалфея лекарственного содержат 0,5–2,5% эфирного масла, в состав которого входят цинеол (до 15%), l-a-туйон, d-b-туйон, d-a-пинен, сальвен, d-борнеол, d-камфора, цедрен. Кроме того, в растении обнаружены флавоноиды, дубильные вещества, алкалоиды, фитонциды, а также урсоловая, олеановая, хлорогеновая и аскорбиновая кислоты, витамин Р и никотиновая кислота. Семена содержат жирное масло, богатое глицеридами линолевой кислоты, что представляет интерес для фармацевтической промышленности [5].

Шалфей лекарственный является теплолюбивым и засухоустойчивым видом, не переносящим избытка влаги и низких температур. В диком виде на территории России не встречается. Культивируется в Греции, Италии, Франции, а также в Чехии, Словакии, Молдавии, Украине и России (в основном в Краснодарском крае). Vegetация шалфея наиболее успешна на лёгких, хорошо дренированных почвах с достаточным уровнем освещённости. В условиях суровых зим и слабого снежного покрова растения подвержены вымерзанию, что ограничивает их распространение в северных регионах [6].

В настоящее время для территории севера Западной Сибири шалфей лекарственный – малоизученный вид с точки зрения его культивирования и адаптации к климатическим условиям средней тайги. В связи с этим целью исследования послужила оценка адаптационных возможностей и продуктивности шалфея лекарственного в условиях культуры на территории г. Сургута.

Рассада шалфея лекарственного была выращена в закрытом грунте из семян. В ходе эксперимента использовались два сорта растения – Бриз и Нектар. Семена сорта Бриз приобретены у производителя ООО «Центр-Огородник», семена сорта Нектар – у компании АГ «Биотехника». Согласно ГОСТу 12038-84 срок определения энергии прорастания и всхожести – 8 и 14 суток соответственно. Энергия прорастания составила 65%, всхожесть – 85%. Рассадку шалфея выращивали на малообъемной гидропонной установке, оснащенной системой периодического затопления, с февраля по июнь 2023 г., затем растения были высажены в открытый грунт на опытный участок.

Шалфей лекарственный сортов Бриз и Нектар возделывался в коллекции Ботанического сада г. Сургута в период с 2023 по 2024 гг. Местоположение характеризуется резко континентальным климатом, по климатическим условиям район приравнен к Крайнему Северу. Количество атмосферных осадков 550–650 мм (максимальное количество в июле-августе), среднегодовая температура воздуха за период с 2023 по 2024 гг. составила 0°C, средние температуры января –17,7°C, июля +19,6°C, минимум составил –19°C, максимум +20,3°C. Для климатических условий региона характерна ограниченная продолжительность безморозного периода – в среднем около 98 суток в году. Период устойчивых отрицательных температур составляет приблизительно 150 дней, что определяет выраженную сезонность и длительное холодное время года.

Для оценки успешности интродукции лекарственных растений в г. Сургуте были использованы методические разработки, имеющимися в аналогичных работах [7]. Были выделены имеющие наибольшую важность для выращивания растений в условиях севера показатели: зимостойкость, сезонный ритм развития, степень генеративного развития.

Важным требованием для перезимовки шалфея является укрытие, без него растение не зимует и погибает. Доля выживших в зимний период с укрытием варьирует от 22% до 92%. Анализируя данные, можно сказать, что в условиях г. Сургута, зимостойкость культивируемых многолетних растений шалфея лекарственного зависит от сорта. Зимостойкость сорта Бриз равна 92,8%, когда как у Нектара составляет – 22,2%.

Фенологические наблюдения производили по методу В.А. Батманова [8], отмечая фенологическое состояние растения на момент наблюдения (рис. 1). На второй год культивирования отмечены фенофазы: начало отрастания (18.06.24–27.06.24), начало бутонизации (27.06.24–02.07.24), массовая бутонизация (02.07.24–15.07.24), начало цветения (15.07.24–21.07.24), массовое цветение (21.07.24–16.08.24), плодоношение (16.08.24–19.09.24). Результаты наблюдения соответствуют нормам развития шалфея лекарственного.

Растения второго года жизни успели пройти все фазы развития, цветение наблюдалось около 30 дней, в стадии плодоношения сформировались полноценные плоды и жизнеспособные семена. Семенной материал, полученный в результате культивации, был использован для оценки посевных качеств. Энергия прорастания составила 92%, всхожесть – 77%, что свидетельствуют о формировании жизнеспособных семян и подтверждают возможность успешного завершения репродуктивной фазы шалфея лекарственного в климатических условиях г. Сургута.



Рис. 1. Феноспектр шалфея лекарственного
на 2-й год развития в климатических условиях г. Сургута

В ходе анализа морфологических признаков шалфея лекарственного, выявлено, что сорт Бриз превосходит сорт Нектар по множеству ключевых характеристик (табл. 1; табл. 2). В частности, средняя высота растений сорта Бриз превышает таковую у Нектара на 37%. Среднее количество листьев у Бриза оказывается на 51% больше. Сравнение средней длины и ширины листьев показывает, что различия в этих параметрах между сортами являются менее значительными, составляя 14% и 11% соответственно. Однако, наиболее выраженное преимущество сорта Бриз наблюдается в отношении среднего количества побегов и цветов – они превосходят показатели сорта Нектар на 63% и 116% соответственно.

Таблица 1.

Биометрические показатели шалфея лекарственного								
Сорт	Выс ота, см	Кол-во листьев, шт.		Длина/ширина листьев, шт.		Кол-во побегов		Кол-во цветков
		на вег. поб.	на ген. поб.	на вег. поб.	на ген. поб.	вег.	ген.	

Бриз	61±4,4	44,6 ± 7,2	26,4 ± 2,2	7,8 ± 1,8/ 3 ± 0,1	6,9 ± 0,9/ 2,7 ± 0,1	4,2 ± 0,1	3 ± 0,04	34,6 ± 4,1
Нектар	44,6 ± 3,1	29,2 ± 3,1	17,8 ± 2,3	6,8 ± 2,1/ 2,5 ± 0,2	6,1 ± 0,7/ 2,2 ± 0,1	2,8 ± 0,1	2 ± 0,02	16 ± 2,8

Таблица 2.

Продуктивность шалфея лекарственного

Сорт	Ср. масса растения в 1-ый год вегетации, июль	Ср. масса растения в 1-ый год вегетации, сентябрь	Ср. масса растения во 2-ой год вегетации, июль	Средняя масса растения во 2-ой год вегетации, сентябрь
Бриз	5,9 ± 0,9	7,8 ± 0,4	15,4 ± 0,3	21,5 ± 0,4
Нектар	6,2 ± 1,1	8,8 ± 0,5	12,7 ± 0,6	24,9 ± 0,6

Для комплексной оценки интродукционного потенциала шалфея лекарственного целесообразно сопоставить полученные результаты с данными других северных регионов России. В среднетаёжной подзоне Республики Коми исследования показали низкую зимостойкость шалфея: часть растений первого года жизни не выдерживает зимних условий. В связи с этим культуру в данных условиях целесообразно возделывать преимущественно как однолетнюю рассадную, используя инорайонный посевной материал [7].

В условиях г. Сургута интродукция шалфея лекарственного проявила более высокую продуктивность. На основании двухлетнего цикла выращивания культуры, было установлено, что сорт Бриз способен пройти полный цикл развития за два вегетационных периода, формируя полноценные семена и демонстрируя высокую степень адаптации. Сорт Нектар был признан малоперспективным для интродукции в климатических условиях г. Сургута.

Таким образом, несмотря на географическую и климатическую близость регионов по широтному положению, условия Сургута оказались более благоприятными для многолетней культуры шалфея лекарственного, в отличие от Республики Коми, где культура проявила недостаточную зимостойкость.

Литература:

1. Победимова Е. Г. Род Шалфей. *Salvia* L. / Е. Г. Победимова // Атлас лекарственных растений СССР. Москва, 1962. 346 с.
2. Передерий Е. А. Экспериментальное изучение противовоспалительных свойств модельных смесей густого экстракта шалфея лекарственного / Е. А. Передерий, И. А. Юнусова // Вестник Смоленской Государственной Медицинской Академии. Смоленск, 2018. С. 26-30.
3. Флора СССР. Т. XXI. / Под ред. акад. В. Л. Комарова. – Москва ; Ленинград : Изд-во АН СССР, 1954. 704 с.
4. Галеева Р. Р. Лечебные свойства шалфея лекарственного и пчелиного воска, направленные на профилактику и лечение стоматологических заболеваний у детей с ДЦП / Р. Р. Галеева, Е. Г. Егорова, Р. В. Галеев // Современные проблемы науки и образования. 2015. 227 с.
5. Taheri J. B. Herbs in dentistry / J. B. Taheri, S. Azimi, N. Rafieian, H. Akhavan Zanjani // International Dental Journal. 2011. Vol. 61. P. 287-296.
6. Дудченко Л. Г. Пряно-ароматические и пряно-вкусовые растения : справочник / Л. Г. Дудченко, А. С. Козьяков, В. В. Кривенко. Киев : Наукова думка, 1989. 304 с.
7. Мишуrow В. П. Опыт интродукции лекарственных растений в среднетаёжной подзоне республики Коми / В. П. Мишуrow, Н. В. Портнягина, К. С. Зайнуллина [и др.]. Екатеринбург : УрО РАН, 2003. 243 с.
8. Батманов В. А. Фенологические наблюдения в походе / В. А. Батманов. Свердловск : Кн. изд-во, 1961. 48 с.

УДК 579.6 : 57.013

**КОСМЕТИЧЕСКИЕ КРЕМЫ ДЛЯ ЛИЦА:
ОЦЕНКА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
ОРИГИНАЛОВ И ИХ АНАЛОГОВ**

Афанасьева Е. С., Ямпольская Т. Д.
Сургутский государственный университет, Сургут;
e-mail: yes.tim@mail.ru

Аннотация. Настоящее исследование направлено на выявление различий между оригинальными и аналоговыми кремами для лица с акцентом на их микробиологическую безопасность и физико-химические характеристики. Исследование включает оценку соответствия образцов нормативным документам по органолептическим свойствам, определение физико-химических показателей и проведение микробиологического анализа.

Ключевые слова: косметический крем для лица, косметика, органолептическая оценка, физико-химические показатели, микробиологический анализ.

**COSMETIC FACE CREAMS:
ASSESSMENT OF THE MICROBIOLOGICAL AND PHYSICO-CHEMICAL
PROPERTIES OF ORIGINALS AND THEIR ANALOGS**

Afanasyeva E. S., Yampolskaya T. D.
Surgut State University, Surgut;
e-mail: yes.tim@mail.ru

Abstract. The present study aims to identify differences between original and analog face creams with an emphasis on their microbiological safety and physico-chemical characteristics. The study includes an assessment of the compliance of samples with regulatory documents on organoleptic properties, the determination of physico-chemical parameters and microbiological analysis.

Keywords: cosmetic face cream, cosmetics, organoleptic evaluation, physical and chemical indicators, microbiological analysis.

Косметические кремы для лица играют важную роль в повседневном уходе за кожей, улучшая ее внешний вид. С развитием индустрии красоты на рынке появляются как оригинальные продукты, так и их более доступные аналоги. Однако, несмотря на привлекательность ценовой категории важно учитывать, что качество и безопасность косметических средств могут значительно варьироваться.

Целью данного исследования является выявление различий между оригинальными и аналоговыми кремами для лица с точки зрения их микробиологической безопасности и физико-химических характеристик.

Задачи исследования: определить соответствие исследуемых образцов нормативному документу по органолептической оценке, оценить физико-химические показатели исследуемых образцов и провести микробиологическую оценку косметических средств.

Материалы и методы исследования: изучено 8 образцов косметических кремов для лица: четыре образца являлись оригинальными (О) косметическими средствами, четыре – репликами (Р).

Образец № 1.1 «Elizavecca Aqua O» – крем от бренда Elizavecca «Aqua Hyaluronic Acid Water Drop Cream».

Образец № 1.2 «Elizavecca Aqua P» – реплика образца №1 Elizavecca «Aqua Hyaluronic Acid Water Drop Cream»

Образец № 2.1 «Elizavecca Milky O» – «Milky piggy sea salt cream» от бренда Elizavecca.

Образец № 2.2 «Eflzavacce Milky P» – реплика образца №2 «Milky piggy sea salt cream» по заявлению производителя косметическое средство от бренда Eflzavacce.

Образец № 3.1 «Round Lab O» – «Birch Juice Moisturizing Cream» от бренда Round Lab.

Образец № 3.2 «Round Lab P» – реплика образца №3 от бренда Round Lab «Birch Juice Moisturizing Cream».

Образец № 4.1 «Enough O» – крем от бренда Enough «Collagen moisture essential cream».

Образец № 4.2 «Million Pauline P» – реплика образца №4 «Collagen moisture essential cream» от бренда Million Pauline.

Органолептические свойства и физико-химические характеристики оценивались согласно ГОСТ 31460-2012 «Кремы косметические. Общие технические условия». Микробиологический анализ проводился методом глубинного и поверхностного посева в чашки Петри.

Результаты исследования и их обсуждение: органолептическая оценка косметических кремов проводилась перед микробиологическим и физико-химическим анализом [2]. Полученные данные в результате оценки представлены в таблице.

Таблица 1.

Органолептическая оценка косметических кремов

№ образца	Консистенция	Цвет	Запах
Образец № 1.1 «Elizavecca Aqua O»	Крем легко наносится на кожу, быстро впитывается	Ярко выраженный белый	Ненавязчивый цветочный свежий аромат
Образец № 1.2 «Elizavecca Aqua P»	Легко наносится на кожу, впитывается дольше оригинального образца	Нежно-белый	Резко выраженный запах масла Ши
Образец № 2.1 «Elizavecca Milky O»	Крем легко наносится на кожу, быстро впитывается	Белый	Нежный, слабо выраженный
Образец № 2.2 «Eflzavacce Milky P»	Плотная, тяжело растирается по коже	Бежево-белый	Резкий цветочный аромат
Образец № 3.1 «Round Lab O»	Легкая, быстро впитывается.	Нежно голубой	Еле уловимый нежный аромат
Образец № 3.2 «Round Lab P»	Более плотная по сравнению с образцом-оригиналом	Белый	Резкий цветочный аромат
Образец № 4.1 «Enough O»	Жирноватая текстура, впитывается медленно	Белый	Резкий запах масла Ши
Образец № 4.2 «Million Pauline P»	Более плотная по сравнению с образцом-оригиналом	Белый	Слабо выраженный, нежный

При сравнении оригинальных образцов кремов и их реплик можно выделить несколько ключевых отличий:

1. Оригиналы (О) имеют легкую и однородную текстуру с хорошей впитываемостью, что делает их удобными в использовании. Реплики (Р) часто имеют более плотную текстуру и могут впитываться медленнее, что может быть менее комфортно для пользователей.

2. Оригиналы имеют более яркие и чистые цвета, в то время как реплики могут иметь менее привлекательные оттенки.

3. Оригинальные образцы чаще обладают нежными и слабо выраженными ароматами, что делает их более приятными в использовании. Реплики часто имеют резкие ароматы, которые могут быть неприятны для некоторых пользователей.

Таким образом, оригинальные образцы выглядят более предпочтительными благодаря своей текстуре, цвету и аромату, тогда как реплики могут уступать в этих аспектах, что потенциально снижает их привлекательность для потребителей.

В ходе испытаний на выявление свободной и связанной щелочи получены значения, которые позволили определить общую щелочь для всех исследуемых образцов (табл. 2).

Таблица 2.

Результаты определения свободной и связанной щелочи

Образец	Массовая доля общей щелочи, %
№ 1.1 «Elizavecca Aqua O»	0,28
№1.2 «Elizavecca Aqua P»	0,41
№ 2.1 «Elizavecca Milky O»	0,44
№ 2.2 «Eflzavacce Milky P»	1,18
№ 3.1 «Round Lab O»	0,32
№ 3.2 «Round Lab P»	0,45
№ 4.1 «Enough O»	0,39
№ 4.2 «Million Pauline P»	0,43

В результате определения свободной и связанной щелочи в исследуемых косметических кремах выявлено, что свободная щелочь отсутствует во всех образцах. Содержание общей щелочи в пересчете на КОН не должно превышать 1% [1]. В образце № 2.2 «Eflzavacce Milky P» наблюдается превышение допустимого значения содержания общей щелочи – 1,18%. Это указывает на агрессивность среды данного косметического крема.

При проведении испытания на термостабильность эмульсии оценивали выделение водной и масляной фаз (рис. 1).

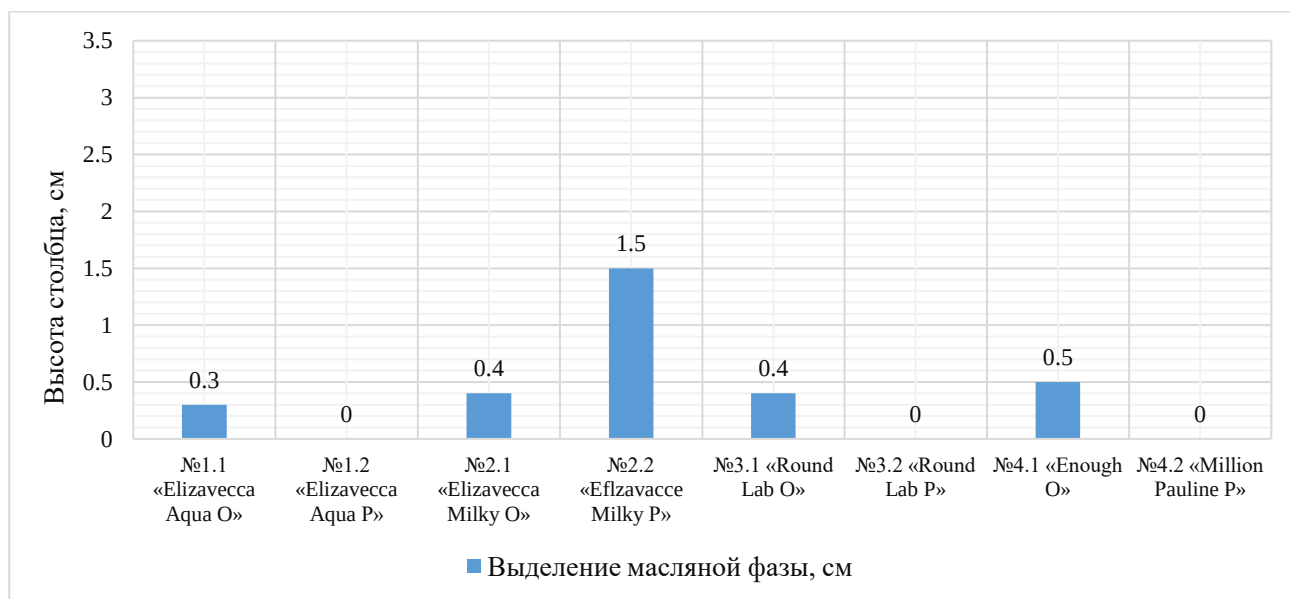


Рис. 1. Результаты определения термостабильности образцов косметических кремов для лица

Отсутствие выделения водной фазы отмечено у всех исследуемых образцов. В оригинальных (О) образцах выделение масляной фазы соответствует норме. Не соответствует анализу на термостабильность образец № 2.2 «Eflzavacce Milky P» (рис. 1).

Коллоидная стабильность крема обеспечивает равномерное распределение активных ингредиентов и сохранение консистенции за счет эмульгаторов и стабилизаторов, которые помогают поддерживать равновесие между водной и масляной фазами. Нарушение стабильности может привести к разделению фаз, смене текстуры и изменению внешнего вида крема [3].

При оценке коллоидной стабильности внимание обращали на присутствие или отсутствие расслоения эмульсии после центрифугирования. В результате эксперимента было выявлено расслоение эмульсии в образцах № 3.2 «Round Lab P» и № 4.2 «Million Pauline P». Данные образцы не коллоидностабильны. В остальных образцах расслоение эмульсии не наблюдалось что говорит о коллоидной стабильности образцов.

Согласно нормативному документу ТР ТС 009/2011 общее количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных бактерий (МАФАНМ) не должно превышать 1×10^3 КОЕ/г продукта [4].

По результатам исследования все образцы соответствуют норме. Самое большое количество ОМЧ зафиксировано у образца № 3.2 «Round Lab P» – $0,3 \times 10^3$ КОЕ/г, а наименьшее наблюдается у образцов № 1.1 «Elizavacca Aqua O» – $0,003 \times 10^3$ КОЕ/г и № 1.2 «Elizavacca Aqua P» – $0,002 \times 10^3$ КОЕ/г (табл. 3).

Таблица 3.

Результаты микробиологической оценки косметических кремов для лица после вскрытия

№ образца	1.1	1.2	2.1	2.2	3.1	3.2	4.1	4.2
Количество ОМЧ, $\times 10^3$ КОЕ/г	0,003	0,002	0,005	0,2	0,16	0,3	0,04	0,2

Таким образом, в результате выполненной работы можно заключить, что на основе органолептической оценки оригинальные образцы обладают хорошими органолептическими свойствами и соответствуют нормативной документации. Все реплики косметических кремов отличаются по органолептическим показателям от оригиналов. Данный факт говорит о возможном применении некачественных ингредиентов при их изготовлении. При этом, по результатам микробиологической оценки косметических кремов при их вскрытии, все образцы соответствуют установленной норме.

В результате физико-химической оценки выявлено, что образец № 2.2 «Eflzavacce Milky P» не термостабилен, также наблюдается превышение содержания общей щелочи. Оценке коллоидной стабильности не соответствуют образцы № 3.2 «Round Lab P» и № 4.2 «Million Pauline P».

Литература:

1. ГОСТ 29188.5-91. Изделия косметические. Методы определения свободной и связанной щелочи : дата введения 1993-01-01. Москва : Изд-во стандартов, 1992. 6 с.
2. ГОСТ 31460-2012. Кремы косметические. Общие технические условия : дата введения 2013-07-01. Москва : Стандартинформ, 2019. 6 с.
3. Грудина Т. Г. Товароведная оценка косметических кремов по уходу за кожей лица // Пищевые инновации и биотехнологии : м-лы V междунар. науч. конф. Кемерово : Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2017. С. 560-562.
4. ТР ТС 009/2011 О безопасности парфюмерно-косметической продукции : дата введения 2011-09-23. – Москва : Кодекс, 2011. 246 с.

УДК 579.2 : 57.044

ХИМИКО-МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОЧВ г. СУРГУТА

Биктимирова А. М., Ямпольская Т. Д.

Сургутский государственный университет, Сургут;

e-mail: biktimirova_am@edu.surgu.ru

Аннотация. Проведена комплексная оценка состояния почв города Сургута, включающая химический анализ (рН, содержание хлорид-, сульфат-, нитрат-, фторид-, фосфат-ионов) и определение количества микроорганизмов. Результаты показывают подщелачивание почв, связанное с пылью и выбросами транспорта и промышленности, при отсутствии значительного засоления. Отмечена вариативность нитрификационной активности на разных участках. Содержание подвижного фосфора выявлено в низких концентрациях, фторидов – в пределах нормы. Обнаружена высокая микробная обсемененность, особенно в зонах с высокой антропогенной нагрузкой, что свидетельствует о возможной адаптации или деградации микробных сообществ. Полученные результаты подчеркивают необходимость постоянного мониторинга для оценки состояния городских почв и планирования регулирующих мер.

Ключевые слова: городские почвы, микробиологический анализ, общее микробное число, нитрификационная активность, химический анализ.

CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL ANALYSIS OF SURGUT SOILS

Biktimirova A. M., Yampolskaya T. D.

Surgut State University, Surgut;

e-mail: biktimirova_am@edu.surgu.ru

Abstract. A comprehensive assessment of the soil condition of Surgut was carried out, including chemical analysis (pH, content of chloride, sulfate, nitrate, fluoride, and phosphate ions) and determination of the number of microorganisms. The results show soil alkalinization associated with dust and emissions from transport and industry, in the absence of significant salinization. The variability of nitrification activity at different sites was noted. The content of mobile phosphorus was detected in low concentrations, and fluorides were within the normal range. High microbial contamination was found, especially in areas with high anthropogenic load, which indicates the possible adaptation or degradation of microbial communities. The findings highlight the need for continuous monitoring to assess the state of urban soils and plan regulatory measures.

Keywords: urban soils, microbiological analysis, total microbial count, nitrification activity, chemical analysis.

В условиях современного урбанизированного и промышленного развития региона состояние почв подвергается комплексному воздействию множества антропогенных факторов, обусловленных интенсивной хозяйственной деятельностью и техногенными нагрузками. Экологический мониторинг почв представляет собой важный инструмент для комплексной оценки их качества, включая изучение как химических показателей, так и микробиологической активности [3]. Химический анализ позволяет оперативно получать количественные данные, необходимые для мониторинга изменений почвенного покрова. В то

же время реакция микроорганизмов на загрязнение проявляется быстро и при уровне загрязнения ниже ПДК, что позволяет проводить раннюю диагностику и оценивать необходимость ремедиации городских почв. Исходя из качественных характеристик почв, можно определить источник загрязнения, его мощность, последствия воздействия и прогноз загрязнения на будущее [9].

Для проведения анализа были отобраны почвенные образцы на территории города Сургута. Отбирали объединенные пробы с глубины 20 см в июне 2025 года с 9 равноудаленных точек города. Для каждого образца почвы определили значение pH по ПНД Ф 16.2.2:2.3:3.33-02 [5], содержание водорастворимых форм хлорид-, сульфат-, нитрат-, фторид-, фосфат-ионов по ПНД Ф 16.1:2:2:3:2.2.69-10 [4]. Учет общей микробной обсеменённости проводили традиционным методом посева из разведений почвенных суспензий на питательный агар.

Полученные данные представлены в таблице 1. Показатель pH является одной из наиболее важных характеристик при исследовании деградационных изменений почв урбанизированных территорий [8]. В большинстве исследованных точек значение pH находилось в диапазоне 7–7,5, что свидетельствует о слабощелочном типе почв, на трех других точках почвы были определены как щелочные и лишь на точке № 8 было отмечено нейтральное значение. Подщелачивание почв в городских условиях связано с большим количеством пыли и выбросов автотранспорта и промышленности [10].

Содержание хлоридов и сульфатов в образцах позволяет сделать вывод об отсутствии значительного засоления почв на территории города. Наблюдается существенная вариация по результатам нитратов. Концентрация нитрат-ионов в пересчете на нитратный азот показывает, что на некоторых точках зафиксирована низкая нитрификационная способность почвы, в то время как на местах с близким расположением парковых зон отмечено средние и высокие значения данного критерия. Нитрификационная способность отражает наличие в данной почве нитрифицирующих бактерий, которые, используя кислород аммиачного азота для дыхания, преобразовывают его в нитратный – основной элемент питания растений [1]. Также немаловажным показателем состояния почвы является наличие подвижного фосфора – основной его формы, доступной для поглощения растениями. В исследованных пробах отмечалось очень низкое содержание данного элемента [2]. Содержание фторидов во всех образцах не превышало предельно допустимую концентрацию водорастворимых соединений фтора – 10 мг/кг почвы [7]. Повышенное содержание фтора в почвах приводит к снижению активности почвенного дыхания и нарушению азотфиксирующей функции микроорганизмов.

Таблица 1.

Результаты измеряемых показателей для почвенных образцов

№	Место отбора	pH	Анионный состав, млн ⁻¹					ОМЧ, 10 ⁶ КОЕ/г
			Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	F ⁻	PO ₄ ³⁻	
1.	ул. Сибирская, 11а	7,3 ± 0,7	11,2 ± 1,7	21,2 ± 3,2	32,9 ± 4,9	0,63 ± 0,10	5,9 ± 0,9	63,3 ± 6,5
2.	Югорский тракт, 40	7,6 ± 0,8	7,0 ± 1,7	11,1 ± 1,7	6,5 ± 1,0	0,31 ± 0,05	1,2 ± 0,2	2,3 ± 0,2
3.	Пролетарский проспект, 35	7,3 ± 0,7	7,0 ± 1,7	15,5 ± 2,3	53,9 ± 8,1	0,50 ± 0,08	0,5 ± 0,1	10,3 ± 2,1
4.	ул. Рационализаторов, 1	7,5 ± 0,8	9,5 ± 2,3	20,0 ± 3,0	16,3 ± 2,4	0,68 ± 0,10	5,1 ± 0,9	52,7 ± 7,8

5.	ул. Индустриал ьная, 36	$7,6 \pm 0,8$	$12,5 \pm 1,9$	$19,4 \pm 2,9$	$61,2 \pm 9,2$	$0,68 \pm 0,10$	$3,3 \pm 0,5$	$8,6 \pm 0,4$
6.	ул. Грибоедова, 12	$7,2 \pm 0,7$	$17,7 \pm 2,7$	$32,0 \pm 4,8$	$219,3 \pm 32,9$	$0,43 \pm 0,07$	$1,4 \pm 0,2$	$36,3 \pm 2,9$
7.	Югорский тракт, 2	$7,5 \pm 0,8$	$6,1 \pm 1,5$	$11,4 \pm 1,7$	$36,5 \pm 5,5$	$0,25 \pm 0,04$	$0,4 \pm 0,1$	$27,9 \pm 2,6$
8.	ул. Энтузиастов , 36	$6,5 \pm 0,7$	$9,8 \pm 2,4$	$17,8 \pm 2,7$	$7,4 \pm 1,1$	$0,58 \pm 0,09$	$4,1 \pm 0,6$	$36,3 \pm 1,1$
9.	ул. Бажова, 19	$7,4 \pm 0,7$	$10,2 \pm 1,5$	$16,4 \pm 2,5$	$79,2 \pm 11,9$	$0,58 \pm 0,09$	$0,9 \pm 0,1$	$56,9 \pm 5,1$

Количество микроорганизмов, выраженное общим микробным числом (ОМЧ), находилось в диапазоне $2,3\text{--}63,3 \cdot 10^6$ КОЕ/г. В целом на всех участках обнаружены высокие значения ОМЧ, однако наибольшая микробная численность была отмечена в точках со значительной антропогенной нагрузкой. Несмотря на то, что даже сильно измененные почвы имеют микробные сообщества, вопрос состоит в том, являются ли эти изменения в микробном сообществе процессом деградации почвы или адаптивной перестройкой [6].

Таким образом, почвы исследуемой территории находятся под влиянием антропогенных факторов, что проявляется в подщелачивании и изменениях микробиологических показателей, при этом значительного засоления не выявлено.

Литература:

1. Макаров В. И. Нитрификационная способность дерново-подзолистых почв и её связь с агрохимическими свойствами пахотных угодий // Реализация принципов земледелия в условиях современного сельскохозяйственного производства : м-лы всеросс. науч.-практ. конф. (Ижевск, 23-24 марта 2017 г.). Ижевск : Ижевская ГСХА, 2017. С. 179-182.
2. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения / В. Г. Сычев, А. Н. Аристархов, И. В. Володарская [и др.]. Москва : Росинформагротех, 2003. 240 с.
3. Назаренко Н. Н. Микробиологические аспекты биоиндикации городских почв / Н. Н. Назаренко, И. Д. Свистова // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем. 2016. С. 195-198.
4. ПНД Ф 16.1:2.2.3:2.2.69-10 Методика измерений массовой доли водорастворимых форм хлорид-, сульфат-, оксалат-, нитрат-, фторид-, формиат-, фосфат-, ацетат- ионов в почвах, грунтах тепличных, глинах, торфе, осадках сточных вод, активном иле, донных отложениях методом капиллярного электрофореза с использованием системы капиллярного электрофореза «Капель». Санкт-Петербург : Люмэкс-маркетинг, 2010. 39 с.
5. ПНД Ф 16.2.2:2.3:3.33-02 Количественный химический анализ почв. Методика выполнения измерений значения водородного показателя (рН) твердых и жидких отходов производства и потребления, осадков, шламов, активного ила, донных отложений потенциометрическим методом. Москва : НТФ «Хромос», 2005. 10 с.
6. Прилепский А. С. Влияние антропогенной деятельности на почвенные микроорганизмы // Научный журнал молодых ученых. 2023. № 4 (34). С. 23-28.
7. СанПиН 42-128-4433-87. Санитарные нормы допустимых концентраций химических веществ в почве : Утв. Зам. Главного гос. санитарного врача СССР от 30 октября 1987 г. № 4433-87 // Меганорм : [сайт]. URL: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293852/4293852447.htm> (дата обращения: 09.10.2025).

8. Сравнительная оценка состояния городских почв по их биологической активности / Т. А. Трифонова, О. Н. Сахно, О. Н. Забелина, И. Д. Феоктистова // Вестник Московского университета. Сер. 17. Почвоведение. 2014. № 3. С. 23-27.

9. Фитотестирование в оценке токсичности городских почв / А. В. Прусаченко, А. А. Проценко, С. Ю. Миронов [и др.] // Экология урбанизированных территорий. 2010. № 2. С. 105-109.

10. Юлкина П. Н. Оценка физико-химических свойств почв г. Зеленоград // М-лы науч.-практ. конф. мол. уч. географов (Москва, 28-29 марта 2018 г.). Москва : Перо, 2018. С. 205-210.

УДК 378.147.88 : 37.033

РОЛЬ БОТАНИЧЕСКОГО САДА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ И ПРОСВЕТИТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СУРГУТСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Богданова Д. В., Кукуричкин Г. М.

*Сургутский государственный университет, Сургут;
e-mail: danhik-81093@yandex.ru*

Аннотация. Ботанический сад, расположенный в центральной части города Сургута и созданный под эгидой Сургутского государственного университета, является многофункциональной площадкой. Настоящая статья посвящена краткому обзору учебной, просветительской и общественной деятельности Ботанического сада.

Ключевые слова: биоресурсная коллекция, научно-исследовательская деятельность студентов, ботанические экскурсии, экологическое просвещение.

THE ROLE OF THE BOTANICAL GARDEN IN THE EDUCATIONAL AND ENLIGHTENMENT ACTIVITIES OF SURGUT STATE UNIVERSITY

Bogdanova D. V., Kukurichkin G. M.

*Surgut State University, Surgut;
e-mail: danhik-81093@yandex.ru*

Abstract. The Botanical Garden, located in the central part of Surgut city and created under the patronage of Surgut State University, is a multifunctional site. This article is devoted to a brief overview of the educational, enlightenment and social activities of the Botanical Garden.

Keywords: bioresource collection, scientific and research activities of students, botanical excursions, environmental education.

Сургутский ботанический сад (СБС), расположенный практически в центре г. Сургута, был запроектирован под эгидой Сургутского государственного университета в 2000–2001 гг., однако в связи с некоторыми обстоятельствами работы по его обустройству несколько затянулись [1]. В 2014 г. было принято решение организовать так называемую «зону интродукции», которая имеет по своему периметру защитный забор и регламентированное посещение; именно здесь сконцентрирована основная активность по формированию биоресурсной коллекции и популяризации ботанических знаний [2]. К настоящему времени на территории зоны интродукции создано несколько экспозиций: «Живая Красная книга», «Широколиственный лес», «Цветочная плантация» и др.

Деятельность СБС, как и любого современного ботанического сада, многогранна и включает в себя научную, природоохранную, рекреационную, образовательную, просветительскую и иные функции. В настоящем сообщении мы остановимся на итогах 10-летнего опыта использования биоресурсной коллекции и СБС в учебной работе и просветительской деятельности.

В настоящее время наиболее сильна интеграция площадки Ботанического сада в учебно-научную работу студентов биологического и экологического профилей подготовки. К Ботсаду частично привязаны такие курсы, как: «Ботаника», «Общая экология», «Почвоведение», «Экология города», «Мониторинг растительности» и др.

На территории «зоны интродукции» проходит летняя полевая практика студентов вузов Югры. Биологи и экологи Сургутского государственного университета (СурГУ) уже много лет трудятся в Саду, проводят исследования и защищают курсовые и дипломные работы на базе Ботсада. Несколько лет назад Сад стал экспериментальной площадкой и для будущих учителей биологии и географии Сургутского государственного педагогического университета [3]. Третий год из г. Ханты-Мансийска в СБС приезжают студенты-экологи Югорского госуниверситета; они успевают не только пройти познавательные экскурсии и поучительные мастер-классы, но и реально помочь Саду физически – на уходных работах. В 2025 г. к практике присоединились и студенты-экологи Нижневартовского государственного университета. Ботанический сад постепенно становится региональной площадкой для проведения учебных и производственных практик студентов различных вузов Югры.

Важнейшим и итоговым этапом обучения в вузе является выполнение и защита выпускной квалификационной работы (ВКР) – дипломные работы и проекты, бакалаврские работы, магистерские диссертации. В табл. 1 представлены сводные показатели по защитах ВКР, выполненных на базе СБС в 2015-25 гг.

Таблица 1.

Динамика защит ВКР, выполненных на базе СБС или с использованием ресурсов
данной образовательной площадки (бак. – бакалаврские, маг. – магистерские)

Тип ВКР	Год защиты											Итого
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	
Сургутский государственный университет												
Направление подготовки: «Биология»												
бак.						1	2	7	3		9	22
маг.									3	3	2	8
Направление подготовки: «Экология и природопользование»												
бак.			1	3	2	1	1	4	1	1	1	15
маг.	1				1		1			1	2	6
Направление подготовки: «Строительство»												
бак.												
маг.						1						1
Направление подготовки: «Информационные системы и технологии»												
бак.										2		2
маг.												
Томский государственный университет												
Направление подготовки: «Геология»												
бак.												
маг.								1				1
Московская сельскохозяйственная академия им. К. А. Тимирязева												
Направление подготовки: «Ландшафтная архитектура»												
бак.											1	1
маг.												
Итого по всем направлениям подготовки												
бак.			1	3	2	2	3	11	4	3	11	40
маг.	1				1	1	1	1	3	4	4	16
Итого по всем видам ВКР												
бак. + маг.	1		1	3	3	3	4	12	7	7	15	56

Всего за период 2015-25 гг. на базе СБС было выполнено 56 ВКР, в т. ч., 54 – студентами СурГУ и 2 – выпускниками других вузов. Около 60% ВКР касаются вопросов интродукции. Основные группы растений, участвующих в интродукционных экспериментах студентов:

- широколиственные породы в целом;
- древесные Rosaceae в целом;
- декоративные кустарники в целом;
- родовые комплексы – *Quercus*, *Tilia*, *Salix*, *Populus*, *Spiraea*, *Iris*;
- виды, гибриды, сорта – *Pentaphylloides fruticosa*, *Sanguisorba officinalis*, *Allium victorialis*, *Artemisia dracunculus*, *Thymus vulgaris*, *Melissa officinalis*, *Mentha × piperita*, *Origanum vulgare*, *Hypericum perforatum*, *Digitalis lanata*, *Scutellaria baicalensis*, *Rubus caesius*, *Rubus arcticus*, *Rubus chamaemorus* `Nyby`, *Oxycoccus macrocarpos*, *Rhodiola rosea*.

Также исследования студентов были посвящены изучению почвенно-растительного покрова и животного мира СБС, проблемам вермикомпостирования, биохимии и биогеохимии, геологии, ландшафтного проектирования, архитектуры, информатики.

Просветительская деятельность СБС реализуется в форме экскурсий, открытых лекций, мастер-классов и мероприятий, ориентированных на широкую общественность, а также в общественной работе по обсуждению и совершенствованию городского благоустройства.

Экскурсии на территории «зоны интродукции» проводятся с 2022 г. В первый год Ботсад посетили 250 человек; объявления об экскурсиях размещались только в группе в «ВКонтакте» (ВК), распространялись по «сарафанному радио» города, а также через заметки в некоторых СМИ. Экскурсии проходили по одному обзорному маршруту раз в неделю в течение лета и ранней осени. В следующие годы количество экскурсий было увеличено, также добавился еще один маршрут по зоне Флоры Сибири [4] для старшего дошкольного и младшего школьного возраста; маршрут посвящен знакомству с флорой таежных лесов, где городские дети учились различать самые распространенные виды растений тайги. Однако, большей популярностью среди гостей Сада пользуются экспозиции экзотических растений. К 2025 г. количество посетителей Ботанического сада увеличилось в 1,5 раза (рис. 1). За последние годы местные СМИ стали уделять гораздо больше внимания Ботаническому саду, снимают репортажи о коллекционных растениях, об образовательной и просветительской значимости СБС.

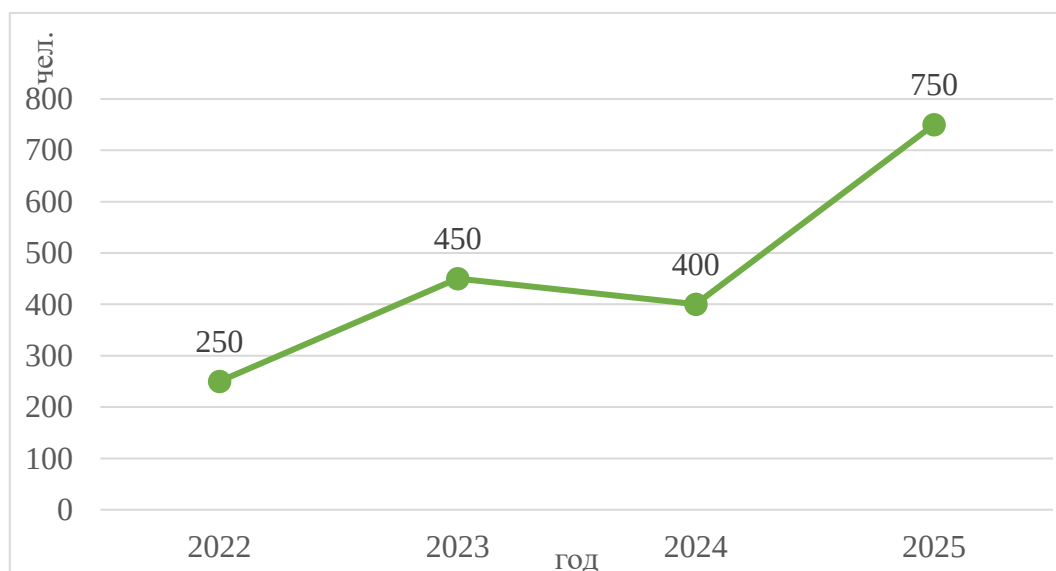


Рис. 1. Динамика численности посетителей Ботанического сада

Уже второй год на экскурсии приходят представители региональной общественной организации «Лига пациентов», созданной для поддержки и защиты прав пациентов с ОВЗ.

В 2025 г. впервые был организован творческий мастер-класс по изготовлению украшений с использованием растений и эпоксидной смолы для посетителей экскурсий. Это не первый опыт совместной деятельности с представителями творческих индустрий. Ранее, в 2019 г., Ботсад посещали воспитанники творческой мастерской «Счастливый художник», которые теперь периодически приходят на экскурсии, а после – остаются на пленэры.

В 2025 г. организована встреча с представителями креативной индустрии города, где обсуждались пути взаимодействия мастеров (мыловарение, косметика из натуральных ингредиентов, эпоксидная смола, полимерная глина и др.) и Ботанического сада как площадки для проведения мастер-классов и источника органических материалов и идей для творчества.

Традиционно в весенне-осенний период проводятся субботники, в рамках которых жители города помогают в организации территории СБС: санитарная уборка территории, подготовка посадочных мест для коллекционных растений, участие в посадках и уходах.

Интересным опытом было проведение мастер-класса по весенним грибам (2019 г.), в ходе которого жители города имели возможность получить профессиональные консультации по различению съедобных, ядовитых и «краснокнижных» грибов.

В 2018 г. Ботаническим садом, совместно с «Русским радио», были проведены конкурс «Лучший на доске почета сургутского ландшафтного дизайнера» между организациями города и молодежный конкурс рисунков, проектов и творческих письменных работ «Город-сад».

С 2023 г. СБС сотрудничает с Полигоном LTD и пунктами приема вторсырья «Птичка» на предмет переработки в щепу новогодних деревьев, собранных горожанами, и стихийного листового жердняка, удаленного с территории «зоны интродукции» при создании новых композиций. Щепа, полученная в ходе акции «Ёлки, щепки и добрые дела», используется в качестве мульчи в посадках и для отсыпки троп в Ботсаду, а также в качестве подстилочного материала для животных в минизоопарке (Эколого-биологический центр).

В 2018 г. представители активной общественности обратились к Губернатору Югры Н. В. Комаровой на предмет развития Ботанического сада в Сургуте. Эта инициатива была поддержана окружным руководством, была создана общественная проектная группа, которая занялась курированием реновации парка «За Саймой» и прилегающего к нему Ботанического сада, объединенных общей идеей Экопарка. Сотрудники СБС активно участвовали в работе проектной группы, экспертно оценивая предлагаемые проектные решения, совершенствуя проект, добиваясь минимизации негативного воздействия на экосистемы Экопарка. А также представители СБС принимали участие в общественном обсуждении Генплана города и Стратегии социально-экономического развития города.

В 2023 г. Ботанический сад Сургутского государственного университета был включен Постановлением Правительства во Всероссийский реестр объектов научно-популярного туризма (всего в Ханты-Мансийском автономном округе 12 объектов с таким статусом, в том числе 4 – в Сургуте, причем все они курируются СурГУ).

В 2025 г. по инициативе сотрудников СБС был проведен научно-методический семинар «Ботанические коллекции Югры» и организовано Югорское отделение Русского ботанического общества.

Общественно значимые события в области ботаники, северного растениеводства, экологии и формирования комфортной городской среды, а также памятные даты, связанные с именами крупных ученых и общественных деятелей, находят свое отражение в публикациях группы «Сургутский ботанический сад» в социальной сети «ВКонтакте» [5].

Работа выполнена в соответствии с государственным заданием по теме «Формирование и изучение живых биоресурсных коллекций для сохранения биоразнообразия и обеспечения комфортной среды обитания человека в условиях севера Западной Сибири» (приказ Депобрнауки ХМАО-Югры № 10-П-1534 от 20.06.2023).

Литература:

1. Кукуричкин Г. М. Многоликий ботсад: становление ботанического сада в Сургуте / Г. М. Кукуричкин // *Hortus botanicus*. 2018. Т. 1. № 2018-5704. С. 86-96. DOI 10.15393/j4.art.2018.5704. – URL: <http://hb.karelia.ru/journal/atricle.php?id=5704>.
2. Кукуричкин Г. М. Анализ реализованных проектных решений обустройства зоны интродукции Сургутского ботанического сада / Г. М. Кукуричкин, Д. В. Богданова // *Ботанические сады в современном мире: сб. науч. статей / отв. ред. И. А. Паутова*. Санкт-Петербург : Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2023. Вып. 2. С. 45-49.
3. Моисеева Е. А. Ресурсная база Сургутского ботанического сада для формирования научно-исследовательской компетентности будущих учителей биологии / Е. А. Моисеева, Г. М. Кукуричкин, Ю. Н. Смирнова // *Образование и наука как основа устойчивого развития региона : м-лы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (г. Сургут, 11-12 ноября 2022 г.)*. Сургут, 2022. С. 85-86.
4. Богданова Д. В. Функциональное зонирование Сургутского ботанического сада / Д. В. Богданова, Г. М. Кукуричкин, В. Н. Тюрин // *Экологические проблемы северных регионов и пути их решения : м-лы VII Всерос. науч. конф. с междунар. участием, посв. 300-летию РАН и 35-летию Ин-та проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН (г. Апатиты, 24-29 июня 2024 г.) / отв. ред. Д. В. Макаров*. Апатиты : Изд-во ФИЦ КНЦ РАН, 2024. С. 236-238.
5. Сургутский ботанический сад // В Контакте : социальная сеть : сайт. URL: <https://vk.com/surgutbotanicalgarden>.

УДК 579.26

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА САНИТАРНО-ПОКАЗАТЕЛЬНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДОЕМОВ СУРГУТСКОГО РАЙОНА

Голубева А. Е., Ямпольская Т. Д.

*Сургутский государственный университет, Сургут;
e-mail: steisi99@yandex.ru*

Аннотация. В работе анализируются изменения уровня загрязнённости воды в разные сезоны, выявляются особенности распространения микроорганизмов и их влияние на экологическую обстановку. Основные вопросы, рассматриваемые в исследовании, касаются оценки рисков для здоровья населения. Работа способствует развитию методов мониторинга и оценки качества водных ресурсов региона.

Ключевые слова: сезонная динамика, санитарно-показательные микроорганизмы, поверхностные водоёмы, качество воды, обобщенные колиформные бактерии, термотолерантные колиформные бактерии, энтерококки, колифаги.

SEASONAL DYNAMICS OF SANITARY-INDICATOR MICROORGANISMS IN SURGUT DISTRICT SURFACE WATER BODIES

Golubeva A. E., Yampolskaya T. D.

*Surgut State University, Surgut;
e-mail: steisi99@yandex.ru*

Abstract. This paper analyzes changes in water pollution levels across seasons, identifies patterns in the distribution of microorganisms, and their impact on the environment. The main issues addressed in the study relate to public health risk assessment. This work contributes to the development of methods for monitoring and assessing the quality of water resources in the region.

Keywords: seasonal dynamics, sanitary-indicator microorganisms, surface water bodies, water quality, generalized coliform bacteria, thermotolerant coliform bacteria, enterococci, coliphages.

Проблема сохранения адекватного санитарного состояния и обеззараживания воды, являющейся объектом биологических ресурсов, остается одной из актуальнейших в системе охраны окружающей среды от биологического и химического загрязнения. В качестве ресурса вода и водные объекты используются для многих целей, начиная от бытового и заканчивая промышленным использованием. Сегодня, по данным ООН, более 800 млн. человек не имеет доступа к чистой питьевой воде. Обеспечение эпидемической безопасности водопользования в отношении условно-патогенных и патогенных микроорганизмов, распространяющихся водным путем, является важнейшей задачей микробиологического контроля биологического потенциала воды и сохранения здоровья населения [1–4].

Этот вопрос приобретает особую актуальность ввиду недостаточного материально-технического обеспечения очистных сооружений и обеззараживающих установок. Констатируется высокий уровень заболеваемости по группе патогенных микроорганизмов с фекально-оральным механизмом заражения [5].

Вышесказанное актуально и для ХМАО-Югры, где самым крупным районом является Сургутский. Район стал широко известен в начале 60-х гг. XX в., когда было открыто одно из самых больших нефтегазовых месторождений на Средней Оби. За более чем полвека вокруг одного из крупных и развитых городов округа образовались многочисленные дачные кооперативы и товарищества. С момента постоянного проживания на территориях подобного типа наличие качественной питьевой стало одним из основных факторов благополучия и здоровья населения. Активное гидростроительство, развитие промышленности и сельского хозяйства, рост городов Западной Сибири привёл к росту антропогенного влияния на окружающую природную среду в целом и речные системы в частности.

В работе проведен анализ поверхностных водоёмов Сургутского района Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (ХМАО – Югра) на соответствие показателям качества воды. Выделено 20 контрольных точек для отбора проб поверхностных вод в различных водоёмах. Схема отбора проб представлена на рисунке 1. Мониторинг осуществлялся на протяжении всех сезонов с осени 2024 года по лето 2025 г.

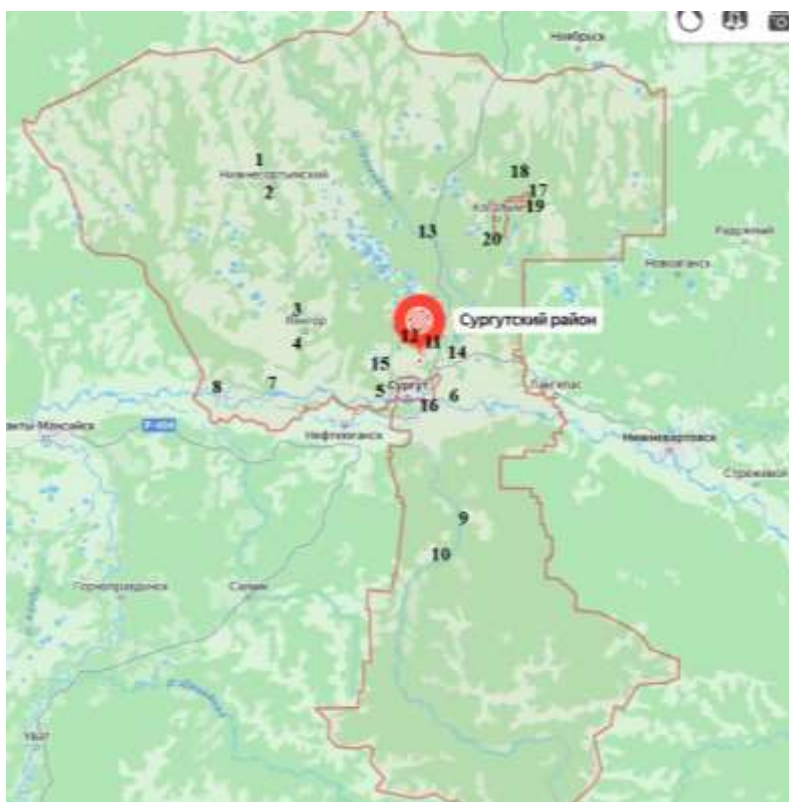


Рис. 1. Схема отбора проб поверхностных водоемов Сургутского района:

- 1) р. Большой Юган; 2) р. Малый Юган; 3) р. Обь; 4) р. Лямин; 5) р. Ватъёган; 6) р. Негус-Ях;
- 7) р. Ортыгун; 8) р. Ай-Пим; 9) р. Пим; 10) р. Энтль-Имиягун; 11) р. Тлоктыеган;
- 12) р. Моховая; 13) р. Тынкильях; 14) р. Хап-хльнутый; 15) р. Почекуйка; 16) р. Сугмутеньях;
- 17) р. Керпетьюль; 18) р. Кирилл-Высьягун; 19) р. Лямин 1-й; 20) р. Поръёган

Экспериментальные исследования проводились, согласно СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [6]. Санитарно-микробиологические показатели безопасности воды поверхностных водных объектов для питьевого и хозяйственно-бытового назначения включали в себя исследования следующих показателей: обобщенные колиформные бактерии (ОКБ), термотолерантные колиформные бактерии (ТКБ), *E. coli*, энтерококки, колифаги [6].

Отбор и хранение проб проводили в соответствии с ГОСТ 31942-2012 [7]. Определение санитарно-микробиологических показателей при оценке воды поверхностных водных объектов было произведено по ГОСТ Р 71327-2024 [8]. Для анализа поверхностной воды был выбран метод мембранной фильтрации [8].

Анализ данных показал, что уровень санитарно-показательных микроорганизмов наиболее высок в летние месяцы (июнь–август), что связано с повышенной температурой воды и активизацией биологических процессов. Самые высокие показатели зафиксированы на реке Обь и превышали нормы СанПиН по некоторым показателям: ОКБ обнаруживались в количестве 256 КОЕ/100 см³, ТКБ – 224 КОЕ/100 см³, *E. coli* – 104 КОЕ/100 см³; также обнаружены энтерококки и колифаги – 102 КОЕ/100 см³ и 34 БОЕ/100 см³, соответственно.

В зимний период (декабрь–февраль) наблюдается снижение численности микроорганизмов, обусловленное низкими температурами и замерзанием водоемов. Весной и осенью показатели умеренные, что соответствует переходным сезонам.

Полученные результаты свидетельствуют о выраженной сезонной зависимости санитарно-показательных микроорганизмов от климатических условий региона. Высокие показатели в летний период могут указывать на усиленное развитие микроорганизмов вследствие увеличения поступления загрязнений из сельскохозяйственных и бытовых источников. Низкие показатели зимой связаны с природными факторами, подавляющими микробиологическую активность.

Сезонная динамика санитарно-показательных микроорганизмов в поверхностных водоемах Сургутского района подчеркивает необходимость усиленного мониторинга в летний период. Рекомендуются внедрение систем своевременного контроля качества воды и профилактических мероприятий для снижения риска санитарных нарушений.

Литература:

1. Акимова А. С. Проблема загрязнения поверхностных и сточных вод нефтью и нефтепродуктами и пути ее решения / А. С. Акимова, Л. С. Филиппова // Международный научно-исследовательский журнал. 2023. № 3 (129). С. 63.
2. Арсланова М. М. Взаимосвязь гидрохимических показателей и структуры микробного сообщества водотоков территорий нефтедобычи в ХМАО-Югре / М. М. Арсланова, Е. А. Шорникова // Самарский научный вестник. 2021. Т. 10. № 1. С. 20-23.
3. Байдакова Е. В. Метод количественной оценки микробиологического риска для населения, ассоциированного с питьевой водой / Е. В. Байдакова, Т. Н. Унгурияну // Экология человека. 2024. Т. 31. № 5. С. 352-365.
4. Бурдиян Н. В. Численность и распределение гетеротрофных углеводородокисляющих бактерий в прибрежной акватории Чёрного и Азовского морей в летний период // Экосистемы. 2022. № 31. С. 102-110.
5. Ларцева Л. В. Биологические опасности, определяющие рост и распространение инфекционных и паразитарных заболеваний населения. обзор литературы / Л. Ларцева и др. // Астраханский вестник экологического образования. 2021. № 3. С. 55-65.
6. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания : изд. офиц.: утв. Главным гос. санитар. врачом РФ 28.01.2021 : введен 01.03.2021. – Москва : Деан, 2021. – 469 с.
7. ГОСТ 31942-2012 (ISO 19458:2006). Вода. Отбор проб для микробиологического анализа : введен 03-12-2012. Изд. офиц. Москва : Стандартинформ, 2012. 23 с.
8. ГОСТ Р 71327-2024. Качество воды. Методы определения санитарно-микробиологических и санитарно-паразитологических показателей при оценке воды поверхностных водных объектов и сточных вод : введен 04-04-2024 / ФГБУ Ин-т стандартизации. Изд. офиц. Москва : Стандартинформ, 2018. 50 с.

УДК 633.39

ИТОГИ ПЕРВЫХ ЭТАПОВ ИНТРОДУКЦИИ СИЛЬФИИ ПРОНЗЕННОЛИСТНОЙ В УСЛОВИЯХ ГОРОДА СУРГУТА

Гулакова Н. М.¹, Моисеева Е. А.^{1,2}, Бордей Р. Х.¹

¹ Сургутский государственный университет, Сургут;
e-mail: gulakova_nm@surgu.ru

² Сургутский государственный педагогический университет, Сургут

Аннотация. В данном исследовании приводятся первичные результаты интродукции в условиях города Сургута сильфии пронзеннолистной – малораспространенной продуктивной кормовой культуры с высокой адаптивностью. На третий год развития все варианты достигли массового цветения. Максимальные значения высоты, длины и ширины листьев продемонстрировал вариант с обработкой препаратом «Хлорелла», а наибольшее количество листьев – вариант с обработкой препаратом «Байкал-ЭМ1». На третьем году жизни достигнута урожайность 9,45 кг/м² в варианте с обработкой хлореллой. По результатам предварительной оценки первых этапов интродукции сильфия пронзеннолистная является перспективной кормовой культурой для природно-климатических условий города Сургута.

Ключевые слова: интродукция, сильфия пронзеннолистная, кормовые культуры.

THE RESULTS OF THE FIRST STAGES OF THE INTRODUCTION OF *SILPHIUM PERFOLIATUM* IN THE CONDITIONS OF SURGUT

Gulakova N. M.¹, Moiseeva E. A.^{1,2}, Bordey R. Kh.¹

¹ Surgut State University, Surgut;
e-mail: gulakova_nm@surgu.ru

² Surgut State Pedagogical University, Surgut

Abstract. This study presents the primary results of the introduction of the *Silphium perfoliatum*, a sparsely distributed productive forage crop with high adaptability, in the conditions of the city of Surgut. In the third year of development, all variants reached mass flowering. The maximum values of the height, length and width of the leaves were demonstrated by the variant with treatment with the preparation «Chlorella», and the largest number of leaves was demonstrated by the variant with treatment with the preparation «Baikal-EM1». In the third year of life, a yield of 9,45 kg/m² was achieved in the variant with chlorella treatment. According to the results of a preliminary assessment of the first stages of introduction, the *Silphium perfoliatum* is a promising fodder crop for the natural and climatic conditions of Surgut.

Keywords: introduction, *Silphium perfoliatum*, fodder crops.

В настоящее время на фоне развития отечественного сельского хозяйства и различных направлений животноводства возрастает важность расширения ассортимента кормовых культур, в том числе и для Ханты-Мансийского автономного округа. В связи с этим определенный интерес представляют высокопродуктивные растения с широким адаптивным потенциалом к неблагоприятным почвенно-климатическим условиям севера.

Сильфия пронзеннолистная (*Silphium perfoliatum* L.) – многолетнее травянистое корневищное растение семейства астровых (*Asteraceae*) североамериканского происхождения,

где обитает во влажных местах высокотравных прерий, в долинах рек, по берегам озер. В Европе интродуцирована в XVIII в., в России – в сер. XX в. Высота растения достигает 2,5–4 м. Стебли прямые, четырёхгранные, полые, ветвистые в верхней части. Соцветие сложное, состоит из многорусных ветвей с многочисленными ярко-желтыми корзинками диаметром 3–8 см. Цветёт с конца июля до октября, продолжительность цветения 60–70 дней [1].

Сильфия пронзеннолистная обладает высокой кормовой, медоносной и декоративной ценностью. В кормопроизводстве применяется как зелёный корм и для производства силоса и сенажа [2]. Сильфия отличается высокой продуктивностью, достигающей максимума на третий–четвертый год жизни. Средняя урожайность зеленой массы колеблется от 25 до 100 т/га. Сильфия обладает высокой пластичностью, она способна произрастать на различных типах почв, в том числе, на торфяных и песчаных почвах и давать высокий урожай.

Успешная интродукция сильфии пронзеннолистной проводилась в ряде регионов, например, в Омской области (в южной лесостепной зоне), Республике Беларусь [2; 3]. Но в настоящее время для территории севера Западной Сибири нет литературных сведений о культивировании этого вида в климатических условиях средней тайги. Поэтому целью исследования стало выявление особенностей развития и продуктивности сильфии пронзеннолистной на первых этапах интродукции в условиях города Сургута.

Интродукционные исследования проведены в течение 2022–2024 гг. на экспериментальном участке в Ботаническом саду Сургутского государственного университета, находящемся в пределах территории города Сургута в парке «За Саймой». Город Сургут (Ханты-Мансийский автономный округ – Югра) расположен в центральной части среднетаежной подзоны Западно-Сибирской равнины, на правом берегу реки Обь.

Местоположение характеризуется континентальным климатом, с коротким безморозным периодом (98 дней в году). Число дней с устойчивыми морозами в среднем около 156 дней в году. Абсолютный минимум температур составляет -55°C , абсолютный максимум $+34^{\circ}\text{C}$. Устойчивый снежный покров держится 180–200 дней. Количество атмосферных осадков 550–650 мм (максимальное количество в июле–августе). Гидротермический коэффициент за вегетационный период по среднегодовым данным составляет 0,9–1,2.

Закладку опыта проводили в соответствии с общепринятыми методиками опытного дела. Посев семян проводили 7.06.2022 г. на делянках размером $1,5 \text{ м}^2$ в трехкратной повторности. Почва исследуемого участка песчаная, подзолистая с низким содержанием гумуса и высокой кислотностью почвенного раствора. Через 2 месяца после посевов проведена внекорневая подкормка согласно вариантам опыта:

1. Контроль (без обработки);
2. Контроль + внекорневая подкормка препаратом «Хлорелла»;
3. Контроль + внекорневая подкормка микроудобрением «Байкал-ЭМ1».

В период проведения экспериментальных работ выполняли фенологические наблюдения и фиксировали морфометрические параметры растений каждые 10 дней в течение всего вегетационного сезона.

Метеорологические условия вегетационных сезонов за годы наблюдения были в целом типичными для района интродукции, но с небольшими колебаниями по месяцам от средних многолетних значений. В 2023 году температура в основном превышала средний многолетний показатель, за исключением апреля, а вегетационный сезон 2024 г. характеризовался умеренным температурным режимом.

В первый год развития сильфии пронзеннолистной начало всходов отмечено через 15 дней после посева семян, по литературным источникам – в среднем через 10 дней. Отмечено удлинение периода посев–всходы в среднем на 5 дней. Окончание вегетации пришлось на 98 день после посева. В ходе наблюдений установлено, что в северных условиях у сильфии наблюдался замедленный рост и развитие в первый год жизни в начале вегетационного

периода. До конца вегетации сильфия во всех вариантах опыта оставалась в фазе розетки без стеблевания (рис. 1).

На второй год жизни отрастание началось через 2 недели после схода снега, в середине мая, а фазы стеблевания растения достигли через 14 дней. Продолжительность вегетации составила 116 суток. Фазы цветения достигли только единичные экземпляры варианта с обработкой хлореллой, остальные оставались в виргинильном состоянии (рис. 1). В экстремальных северных почвенно-климатических условиях Сургута наступление генеративных фаз откладывается на более поздний период, что наблюдается и для других многолетних культур и подтверждается литературными данными. На первых этапах развития надземная масса формируется менее интенсивно по сравнению с подземными органами, это создает задел для успешной адаптации, и в дальнейшем ускоренного перехода к основным генеративным фазам.

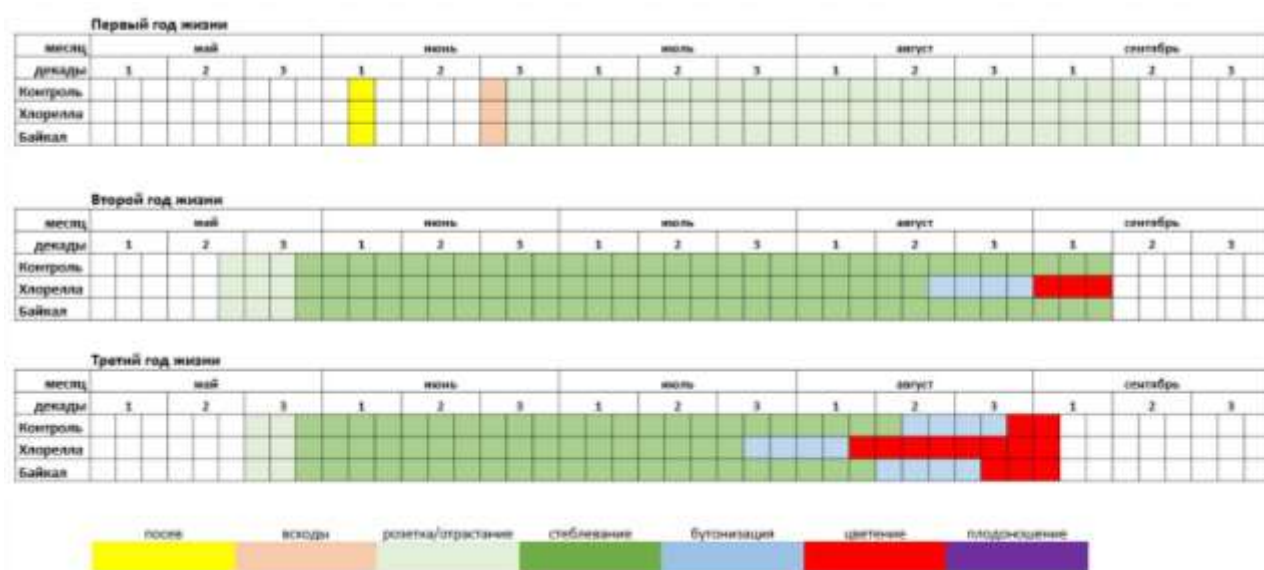


Рис. 1. Фенология развития сильфии пронзеннолистной

На третий год жизни отрастание началось в третьей декаде мая 23.05, через 2 недели после схода снега, а в фазу стеблевания растения вступили через 8 дней (к 30.05). В целом для данной культуры характерно раннее отрастание после схода снега – в среднем через 2 недели, что также отмечено и в других регионах. Вегетация продолжалась в течение 104 дней (рис. 1). Фаза бутонизации варианта с хлореллой началась в третьей декаде июля, варианта Байкал и контроль – во второй декаде августа. Фаза цветения достигнута 8.08 вариантом с обработкой хлореллой, остальные варианты – в третьей декаде августа. На третий год развития все три варианта достигли массового цветения, несмотря на более позднее отрастание в связи поздним наступлением тепла.

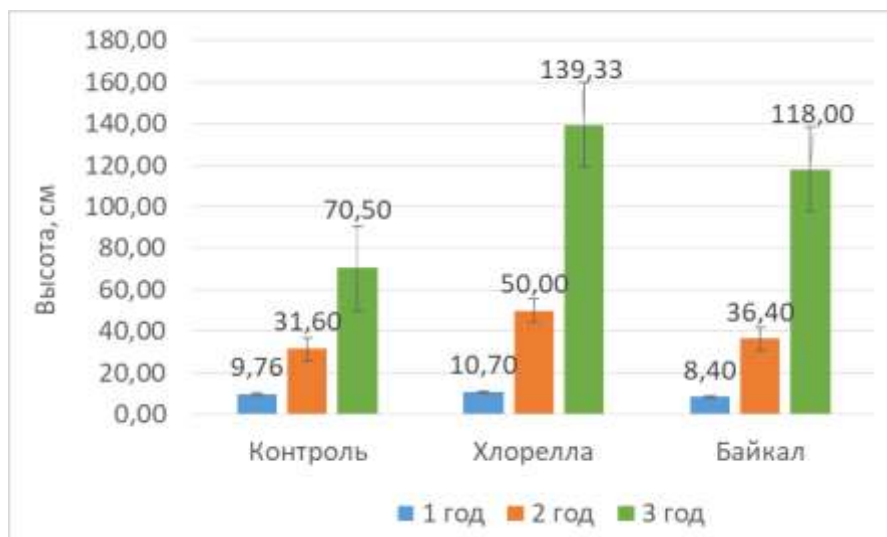


Рис. 2. Высота растений сальфии пронзеннолистной

В первый год развития растения сальфии пронзеннолистной достигали наибольшей высоты 10,7 см в варианте с обработкой хлореллой, но оставались в фазе розетки и не переходили к стеблеванию. На второй год высота растений варианта Хлорелла (50 см) достоверно превышала варианты Контроль и Байкал. К третьему году жизни высота побегов варианта с обработкой Байкалом (118 см) также достоверно превысила высоту контроля (рис. 2). Максимальные значения при интродукции в условиях города Сургута во все три года продемонстрировал вариант с обработкой хлореллой (до 139 см в третий год жизни).

Количество листьев на побеге сальфии в первый год развития существенно не различалось по вариантам опыта и колебалось от 3,3 до 3,7 шт./растение. На второй год развития количество листьев возрастало в 2–4 раза – до 12 шт. у варианта с обработкой хлореллой. На третьем году жизни вариант с обработкой Байкалом немного превзошел остальные по числу листьев (12,67 шт./растение).

По длине и ширине листьев в первый и второй год жизни вариант с обработкой хлореллой лишь немного превышал другие варианты. На третий год наблюдалось снижение морфометрических параметров листа в связи с интенсивным ростом и развитием побегов. Максимальные размеры продемонстрировал вариант с обработкой хлореллой (средняя длина листа 22,34 см и ширина 12,73 см).

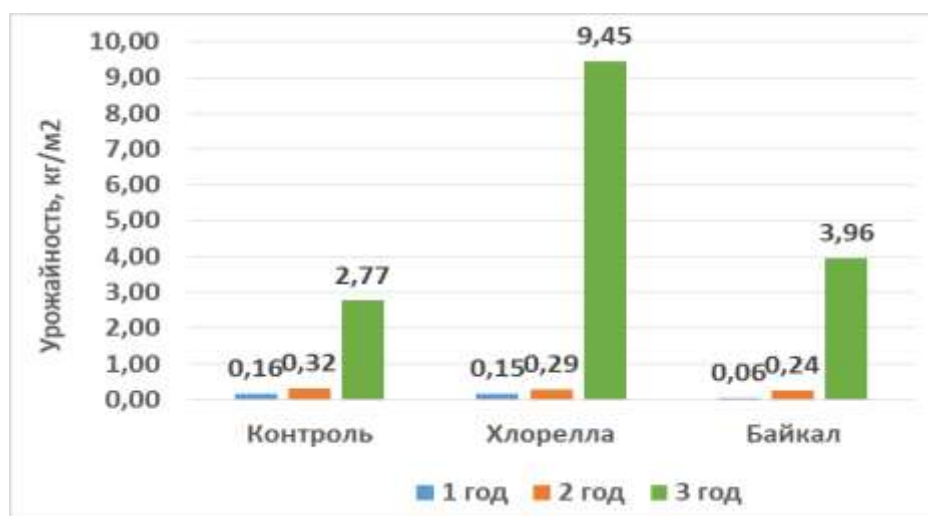


Рис. 3. Урожайность сальфии пронзеннолистной

Для оценки биомассы сальфии на части делянок проведена срезка надземной части в конце вегетационного периода, максимальную урожайность на первом году показали варианты хлорелла и контроль – до 0,16 кг/м² (рис. 3). На второй год урожайность возросла в 2 раза до 0,32 кг/м². На третий год наблюдался резкий рост урожайности по отношению к предыдущему году – в 8,7 раза для контрольного варианта, в 16,5 раз для варианта с обработкой Байкалом и в 32,6 раза – с обработкой хлореллой (2,77, 3,96 и 9,45 кг/м² соответственно). По урожайности Байкал превзошел контроль на 43%, а хлорелла – на 241%.

Кормовую ценность надземной массы сальфии пронзеннолистной (табл. 1) определяли в агрохимической службе Республики Марий Эл. В целом по основным показателям кормовая ценность соответствует нормам и существенно не отличается от аналогичных показателей сальфии, возделываемой в других регионах страны [1; 2].

Таблица 1.

Кормовая ценность сальфии пронзеннолистной

Вариант опыта	1 год			2 год			3 год		
	Контроль	Хлорелла	Байкал	Контроль	Хлорелла	Байкал	Контроль	Хлорелла	Байкал
Массовая доля сухого вещества, %	91,9	91,8	92,0	91,8	91,8	91,4	93,3	93,5	92,8
Массовая доля азота, %	2,9	2,9	2,8	2,8	2,5	2,1	1,3	1,8	1,8
Массовая доля сырого протеина, %	18,4	18,0	17,7	17,3	15,1	12,9	8,2	14,1	11,3
Массовая доля сырой клетчатки, %	14,1	14,3	13,7	17,7	18,7	19,3	18,5	17,4	18,3
Массовая доля сырой золы, %	8,6	8,5	8,5	13,5	12,8	12,1	6,3	7,6	7,8
Массовая доля сырого жира, %	2,9	2,9	2,9	3,6	3,4	3,1	2,3	2,7	2,8
Кормовые единицы, кор.ед.	1,07	1,05	1,07	0,96	0,93	0,91	0,94	0,96	0,94
Обменная энергия, МДж/кг	11,5	11,4	11,5	10,9	10,7	10,6	10,8	10,9	10,8
Перевариваемый протеин, г/кг	124	121	118	114	96	77	36	61	63
БЭВ, %	56,0	56,2	57,2	-	-	-	64,7	61,2	59,8

По итогам оценки первых этапов интродукции сальфия пронзеннолистная является перспективной кормовой культурой для природно-климатических условий города Сургута. Её преимуществами выступают: раннее отрастание после зимовки, высокая зимостойкость и высокая продуктивность и питательность биомассы. Также данная культура хорошо произрастает на торфяных и песчаных почвах, широко распространенных в Югре.

Литература:

1. Васько В. Т. Кормовые культуры России : Справочник. Санкт-Петербург : ПРОФИКС, 2006. С. 291-296.
2. Чупина М. П. Использование сальфии в системе зеленого и сырьевых конвейеров / М. П. Чупина, А. Ф. Степанов // Вест. Омского ГАУ. 2017. № 4 (28). С. 92-97.
3. Емелин В. А. Сальфия пронзеннолистная: хозяйственная ценность, биология и технология возделывания. Витебск : ВГАВМ, 2011. 36 с.

УДК 577.322

АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ КОМПОНЕНТОВ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА НА СТРУКТУРУ ФЕРМЕНТОВ БИОЛЮМИНЕСЦЕНТНОЙ СИСТЕМЫ БАКТЕРИЙ

Деева А. А.^{1,2}

¹ Сибирский федеральный университет, Красноярск;

² Сургутский государственный университет, Сургут;
e-mail: deeva_aa@surgu.ru

Аннотация. Исследование направлено на изучение влияния компонентов реакционной среды на ферменты биолюминесцентной системы бактерий, которая входит в состав разрабатываемой ферментативной тест системы для экологического мониторинга. Проведен анализ сред, содержащих диметилсульфоксид и дизельное топливо, на структуру и динамику люциферазы с использованием методов молекулярного моделирования. Проведённый анализ показал, что данные соединения не нарушают стабильность пространственной структуры фермента, однако изменяют степень гидратации, увеличивают число внутримолекулярных водородных связей и влияют на подвижность отдельных участков белковой цепи. Эти изменения могут отражаться на способности белка к связыванию субстрата и эффективности катализа, что важно учитывать при разработке и оптимизации биотестов для анализа загрязнений в экстремальных условиях. Результаты исследования дополняют существующие представления о структурной устойчивости люцифераз и открывают возможности для совершенствования биосенсорных систем экологического контроля.

Ключевые слова: бактериальная биолюминесценция, биотестирование, молекулярная динамика, дизельное топливо.

THE EFFECT OF DIESEL FUEL ON THE STRUCTURE OF ENZYMES OF THE BACTERIAL BIOLUMINESCENT SYSTEM

Deeva A. A.^{1,2}

¹ Siberian Federal University, Krasnoyarsk;

² Surgut State University, Surgut;
e-mail: deeva_aa@surgu.ru

Abstract. The study aims to investigate the influence of reaction medium components on the enzymes of the bacterial bioluminescent system, which is part of a developed enzymatic test system for environmental monitoring. The structure and dynamics of luciferase were analyzed using molecular modeling methods in media containing dimethyl sulfoxide and diesel fuel. The analysis showed that these compounds do not disrupt the stability of the enzyme's spatial structure; however, they alter the degree of hydration, increase the number of intramolecular hydrogen bonds, and affect the mobility of individual parts of the protein chain. These changes can affect the protein's ability to bind substrate and the efficiency of catalysis, which is important to consider when developing and optimizing bioassays for pollutant analysis under extreme conditions. The study results complement existing understanding of the structural stability of luciferases and open up opportunities for improving biosensor systems for environmental monitoring.

Keywords: bacterial bioluminescence, bioassays, molecular dynamics, diesel fuel.

Важным инструментом мониторинга экосистем и оценки воздействия загрязнителей на почвенный покров в условиях Арктики являются биотесты. В настоящее время разрабатываются ферментативные биотесты, основанные на применении бактериальной люциферазы (BLuc), позволяющие эффективно и быстро оценивать интегральную токсичность водных вытяжек почв. Важным преимуществом таких систем является простота и высокая скорость получения результатов, что делает возможным оперативное реагирование на потенциальные экологические угрозы и изменение состояния окружающей среды.

Фермент BLuc играет ключевую роль в процессе биолюминесценции, катализируя реакцию окисления органических субстратов с испусканием света. При сочетании с оксидоредуктазами возможно получение устойчивого свечения, так как эти ферменты обеспечивают непрерывную подачу восстановленного субстрата в люциферазную реакцию [1]. Понимание того, как различные среды влияют на структуру и динамику люциферазы, представляет большой интерес для оптимизации условий её использования в качестве чувствительного компонента биотестов, предназначенных для анализа почв, загрязнённых нефтепродуктами и другими токсикантами.

Целью было изучение влияния диметилсульфоксида (ДМСО), применяемого при биолюминесцентном анализе, а также компонентов дизельного топлива на структуру и подвижность люциферазы светящихся бактерий методами молекулярной динамики.

Структура BLuc из *Photobacterium leiognathi* реконструирована с помощью моделирования по гомологии [2], после чего проведено сравнение трёх систем, различающихся по составу среды. Для всех систем выполнялись энергетическая минимизация, релаксация и несколько независимых запусков молекулярной динамики в программной среде GROMACS.

Результаты моделирования показали, что присутствие ДМСО и дизельного топлива не вызывает существенных изменений в стабильности глобальной структуры фермента. Однако наблюдалось увеличение площади поверхности, доступной растворителю, а также уменьшение подвижности некоторых участков белка, включая петли, участвующие в димеризации и связывании субстрата в активном центре. При этом снижалось количество водородных связей белка с водой, но возрастало число внутримолекулярных взаимодействий между боковыми цепями аминокислот.

Таким образом, добавление ДМСО и дизельного топлива может вызывать незначительное разрыхление упаковки люциферазы, сопровождающееся стабилизацией её внутренних связей и уменьшением гибкости отдельных доменов. Эти изменения могут повлиять на каталитическую активность фермента и особенности его взаимодействия с субстратом, что следует учитывать при разработке оптимальных условий для ферментативного биотестирования в задачах экологического мониторинга. Полученные результаты вносят вклад в понимание структурных основ функционирования люцифераз и могут быть использованы для совершенствования методов анализа загрязнений в уязвимых арктических экосистемах.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-14-20030, <https://rscf.ru/project/24-14-20030/>.

Литература:

1. Sutormin O. S. Coupling of NAD (P) H: FMN-oxidoreductase and luciferase from luminous bacteria in a viscous medium: Finding the weakest link in the chain / O. S. Sutormin, E. V. Nemtseva, D. V. Gulnov, L. A. Sukovaty, Y. S. Tyrtysnaya, A. E. Lisitsa, V. A. Kratasyuk // Photochemistry and Photobiology. 2024. Vol. 100. P. 465-476.
2. Nemtseva E. V. Bacterial luciferases from *Vibrio harveyi* and *Photobacterium leiognathi* demonstrate different conformational stability as detected by time-resolved fluorescence spectroscopy / E. V. Nemtseva, D. V. Gulnov, M. A. Gerasimova, L. A. Sukovaty, L. P. Burakova, N. E. Karuzina, B. S. Melnik, V. A. Kratasyuk // International journal of molecular sciences. 2021. Vol. 22. № 19. P. 10449.

УДК 59.597.8:591.5

**СПЕКТР АНОМАЛИЙ ОСТРОМОРДОЙ ЛЯГУШКИ (*RANA ARVALIS* NILS., 1842)
г. СУРГУТА**

Ибрагимова Д. В.

*Сургутский государственный педагогический университет, Сургут;
e-mail: danaya_21@mail.ru*

Аннотация. В статье дается количественная и качественная оценка спектра аномалий остромордой лягушки г. Сургута (ХМАО-Югра). Выявлено 29 разновидностей аномалий. Соотношение аномальных лягушек в городе составило 23,09% (212 особей), из них 35 лягушек имело две аномалии и 7 обследованных особей были с тремя аномалиями.

Ключевые слова: морфологические аномалии, остромордая лягушка, урбанизация, изоляция.

**SPECTRUM OF ANOMALIES OF THE MOOR FROG (*RANA ARVALIS* NILS., 1842)
IN SURGUT CITY**

Ibragimova D. V.

*Surgut State Pedagogical University, Surgut;
e-mail: danaya_21@mail.ru*

Abstract. The article provides a quantitative and qualitative assessment of the spectrum of anomalies of the moor frog in Surgut (Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra). 29 types of anomalies were identified. The ratio of abnormal frogs in the city was 23,09%, of which 212 had 1 anomaly, 35 had 2 anomalies, and 7 had 3 anomalies.

Keywords: morphological anomalies, moor frog, urbanization, isolation.

Находки аномальных особей в популяциях амфибий – явление достаточно частое. И не всегда то или иное отклонение является признаком неблагополучия среды. Однако механизмы образования патологий в развитии все еще остаются малоизученными и требуют детальных исследований.

Город Сургут – один из крупнейших динамично развивающихся городов севера Западной Сибири. Внутри города есть крупные изолированные лесные массивы, находящиеся как в многоэтажной зоне, так и в промышленной, а также лесопарковая зона и пойма р. Оби, имеющие связь с естественными не городскими местообитаниями амфибий, что дает возможность проследить влияние изолирующих барьеров на формирование морфооблика амфибий города.

Исследования проводили в 2008–2010 гг., 2024–2025 гг. Описание аномалий осуществляли по методическим рекомендациям В. Л. Вершинина [2], оценку встречаемости – по рекомендациям Л. Я. Боркина с соавторами [1].

Выявлено 29 форм аномалий. Выборка составила 918 особей остромордой лягушки, из них 212 имели как минимум одну аномалию ($P_{as} = 23,09\%$). Еще 35 особей характеризовалось наличием нескольких девиаций (до трех), что составило 16,5% от числа аномальных особей в популяции.

Распределение аномалий представлено в табл. 1. Наибольшее количество отклонений выявлено в строении опорно-двигательного аппарата остромордой лягушки, начиная от искривления фаланг пальцев и заканчивая такими тяжелыми формами как таумелия и эктромелия. Аномалии внутренних органов встречены единично, за исключением аномалий в половой системе. Отклонения в развитии половой системы остромордой лягушки представлены в первую очередь асимметричным строением семенников (различия в размерах семенников у одной особи, а также нестандартной формы: каплевидные, в форме гантели, с отростками), отсутствием одного яичника, а также дополнительным семенником. Любопытный факт, в 2025 г. в изолированной популяции остромордой лягушки, обитающей на небольшом острове, образовавшемся при строительстве объездной автодороги по пойме р. Оби, было обнаружено 10% сеголетков с симметричной полидактилией задних конечностей. Подобное зарегистрировано впервые за все годы учетов.

Таблица 1.

Спектр аномалий *Rana arvalis* г. Сургута (2008–2010 гг., 2024–2025 гг.)

№ п/п	Аномалия	Количество	A _p , %	A _{гс} , %
1	Анофтальмия	1	0,11	0,41
2	Асимметрия гонад	18	1,96	7,44
3	Брахидактилия	32	3,49	13,22
4	Гемимелия	4	0,44	1,65
5	Гипертрофия сердца	1	0,11	0,41
6	Гипертрофия пальца	1	0,11	0,41
7	Двудольная печень	1	0,11	0,41
8	Деформация сердца	1	0,11	0,41
9	Деформация морды	2	0,22	0,83
10	Диссипация меланина	36	3,92	14,88
11	Искривление фаланг	25	2,72	10,33
12	Искривление печени	2	0,22	0,83
13	Клинодактилия	3	0,33	1,24
14	Кожная складка между отделами конечностей	1	0,11	0,41
15	Непарные гонады	2	0,22	0,83
16	Асимметрия почек	1	0,11	0,41
17	Олигодактилия	25	2,72	10,33
18	Опухоль	5	0,54	2,07
19	Полидактилия	8	0,87	3,31
20	Редукция яичника	5	0,54	2,07
21	Синдактилия	5	0,54	2,07
22	Синдром неподвижных задних конечностей (артрогрифоз)	1	0,11	0,41
23	Сколиоз	11	1,20	4,55
24	Таумелия	2	0,22	0,83
25	Усыхание фаланг	7	0,76	2,89
26	Фетализация	4	0,44	1,65
27	Частичный альбинизм	3	0,33	1,24
28	Эктродактилия	29	3,16	11,98
29	Эктромелия	6	0,65	2,48

Примечание: парциальная встречаемость аномалий A_p, относительная встречаемость аномалий A_{гс}.

Обнаружение большого числа особей остромордой лягушки с симметричной полидактилией в г. Сургуте вызывает вопрос в связи с тем, что подобное в массе регистрируется только у зеленых лягушек рода *Pelophylax*. Свинин А.О. с соавторами (2020), Г.А. Лада (2012) описывают это явление как аномалию Р [7; 8]. Она не проявляется у синтопичных видов амфибий, а затрагивает только представителей рода *Pelophylax*. Аномалия выражается массовой симметричной полидактилией. В более сложных случаях у особей регистрируются формы тяжелых девиаций. На сегодняшний день до конца не ясна природа данной аномалии, но основная версия ее появления – влияние определенного вида трематод.

До конца неясными остаются отклонения в развитии у амфибий. Так, доказано, что диссипация меланина зависит от нарушений реактивности меланофоров кожи при сильном уровне загрязнения [3]. Тогда как эктродактилия, например, на Урале, встречается только в урбанизированной среде [4]; в ХМАО – и в негородских популяциях [5]. Замалетдинов Р.И. (2024) в г. Казани у остромордой лягушки за 20 лет исследований выявил только три типа отклонений (полидактилию, олигодактилию и полимелию) и не обнаружил закономерности в частоте встречаемости аномалий с уровнем урбанизации [6]. А в Екатеринбурге [4] количество аномалий в шесть раз выше и коррелирует с градиентом урбанизации.

Поскольку в популяции остромордой лягушки г. Сургута встречены особи с более чем одной аномалией, мы попытались выяснить характер сочетанности этих аномалий. Исходя из табл. 2, можно предположить, что брахидактилия, искривление фаланг, эктродактилия и диссипация меланина, вероятно, имеют неслучайный характер сочетания. Следует отметить, что именно эти варианты аномалий составляют подавляющее большинство аномалий в популяции остромордой лягушки г. Сургута.

Таблица 2.

Сочетанность аномалий *Rana arvalis* в г. Сургуте

Первая аномалия	Вторая аномалия	N	Третья аномалия	N
брахидактилия	эктродактилия	2	диссипация меланина	1
	асимметрия гонад	3	синдактилия	1
	искривление фаланг	1		
диссипация меланина	асимметрия гонад	1		
	брахидактилия	1	двудольная печень	1
	синдактилия	1	эктродактилия	1
	усыхание фаланг	1		
	фетализация	1		
искривление фаланг	брахидактилия	1	диссипация меланина	1
	искривление морды	1		
	редукция одного яичника	1		
	эктродактилия	1		
эктродактилия	асимметрия гонад	1		
	брахидактилия	1		
	диссипация меланина	2	редукция яичника	1
	искривление фаланг	3		
	синдактилия	1		
олигодактилия	гемимелия	1		
	клинодактилия	1		
	искривление печени	1		
	эктродактилия	1		
полидактилия	таумелия	1		
	синдактилия	1		
синдактилия	эктромелия	1		

сколиоз	асимметрия гонад	1		
частичный альбинизм	искривление фаланг	1		
экстремелия	частичный альбинизм	1		
	брахидактилия	1		

Примечание: N – число особей с данной аномалией

В. Л. Вершинин (2017) считает, что специфика спектра и частоты девиантных форм являются сигнальной информацией о стабильности онтогенеза, сокращении генетического разнообразия, снижении жизнеспособности популяций и потенциальной угрозе их существования [4].

Очевидно, что наряду с неизбежными отклонениями в развитии отдельных особей, связанными с экспрессией генов, есть и внешние причины, обуславливающие такое разнообразие аномалий у остромордой лягушки г. Сургута. Однако каковы причины возникновения аномалий, только предстоит выяснить.

Литература:

1. Боркин Л. Я. Оценка встречаемости морфологических аномалий в природных популяциях (на примере амфибий) / Л. Я. Боркин, О. С. Безман-Мосейко, С. Н. Литвинчук // Труды зоологического института РАН. 2012. Т. 316. № 4. С. 324-343.
2. Вершинин В. Л. Мониторинг морфологических отклонений амфибий в природе : Учеб.-метод. пособие. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2016. 20 с.
3. Вершинин В. Л. Роль пространственной структуры и геохимии в морфогенезе амфибий (на примере девиантных форм *Rana arvalis* Nilsson, 1842) / В. Л. Вершинин, С. Д. Вершинина // Онтогенез и формирование биологического разнообразия. Серия «Геобиологические системы в прошлом». Москва : ПИН РАН, 2018. С. 192-200.
4. Вершинин В. Л. Аномалии амфибий как источник информации об адаптивном эволюционном потенциале / В. Л. Вершинин, С. Д. Вершинина, Н. С. Неустроева // Изв. РАН. Серия биологическая. 2018. № 1. С. 80-88.
5. Ибрагимова Д. В. Амфибии в экосистемах города Сургута : автореф. дис. на соискание учен. степени канд. биол. наук. Новосибирск, 2013. 20 с.
6. Замалетдинов Р. И. Мониторинг распространения морфологических аномалий в городских популяциях бесхвостых амфибий // Аномалии и патологии амфибий и рептилий: методология, причины возникновения, теоретическое и практическое значение : м-лы III междунар. шк.-конф. (Екатеринбург, 12-15 октября 2023 г.). Екатеринбург : Лисица, 2024. С. 65-69.
7. Лада Г. А. Бесхвостые земноводные Русской равнины: изменчивость, видообразование, ареалы, проблемы охраны : автореф. дисс. на соискание учен. степени докт. биол. наук. Казань, 2012. 48 с.
8. Синдром аномалии Р у зеленых лягушек: история открытия, морфологические особенности и возможные причины возникновения / А. О. Свинин, О. А. Ермаков, С. Н. Литвинчук, И. В. Башинский // Тр. Зоологического ин-та РАН. 2020. Т. 324. № 1. С. 108-123.

УДК 631.533.1

МИКРОКЛОНАЛЬНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ ЕЖЕВИКИ В УСЛОВИЯХ *IN VITRO*

Кузнецов М. А.

Сургутский государственный университет, Сургут;
e-mail: kuznetsov_ma@edu.surgu.ru

Аннотация. Изучено влияние состава питательной среды на микроклональное размножение четырех сортов ежевики. Подобраны эффективные стерилизующие агенты и оптимальные концентрации фитогормонов в питательной среде Мурасиге-Скуга, обеспечивающие активный рост побегов в течение 4 недель культивирования. Показана стимуляция роста побегов адаптогеном «Эпин-экстра» (0,6 мг/л), увеличивающая длину побегов на 79% по сравнению с контролем.

Ключевые слова: ежевика, микроклональное размножение, *in vitro*, 6-БАП.

MICROCLONAL PROPAGATION OF PROMISING BLACKBERRY VARIETIES *IN VITRO*

Kuznetsov M. A.

Surgut State University, Surgut;
e-mail: kuznetsov_ma@edu.surgu.ru

Abstract. The effect of nutrient medium composition on the micropropagation of four blackberry varieties was studied. Effective sterilizing agents and optimal phytohormone concentrations in the Murashige-Skoog nutrient medium were selected to ensure active shoot growth over four weeks of cultivation. Stimulation of shoot growth with the adaptogen «Epin-Extra» (0,6 mg/L) was demonstrated, increasing shoot length by 79% compared to the control.

Keywords: blackberry, microclonal propagation, *in vitro*, 6-BAP.

Актуальность исследования обусловлена ценными биохимическими свойствами ягод ежевики (*Rubus fruticosus* L.), которые содержат широкий спектр биологически активных веществ, а также потребностью в разработке эффективных биотехнологических методов микроклонального размножения перспективных зимостойких сортов этой культуры для интродукции в северных регионах. Цель работы – изучить влияние гормонального состава питательной среды и условий культивирования на рост и развитие эксплантов ежевики на этапах введения в культуру и собственно микроклонального размножения.

Материалы и методы: объектами исследования являются 4 сорта ежевики: Heaven can wait (или Небеса), Polar, Black Butte и Karaka black. Все растения были собраны из коллекции Ботанического сада г. Сургута. Для каждого из отобранных сортов эксплантами служили побеги с почкой.

Культивирование проводили на среде Мурасиге-Скуга (МС) с двойной концентрацией хелата железа (74,6 мг/л FeNa·EDTA, вместо 37,3) [4]. На этапе введения в культуру в качестве фитогормона использовали 0,5 мг/л 6-бензиламинопурина (6-БАП). Для стерилизации эксплантов применяли растворы сулемы (HgCl₂ 0,1%, 5 и 7 мин), нитрата серебра (AgNO₃ 0,1%, 5 и 7 мин), 50% раствор бесхлорного экостерилизатора (15 и 20 мин) и 25% раствор

Domestos (8 и 11 мин). После обработки стерилизующими агентами каждую группу эксплантов промывали 4–8 раз в стерильной воде. На этапе собственно микроразмножения было изучено действие 6-БАП (0,5 мг/л) [2], «Эпин-экстра» и гиббереллиновой кислоты (ГК₃) [3]. Учет биометрических показателей вели по методу Б. А. Доспехова [1].

Результаты и обсуждение:

1. Этап введения в культуру *in vitro*: введение эксплантов ежевики в асептическую культуру сопровождалось высоким уровнем контаминации (до 80%). Изучение четырех стерилизующих агентов при различной экспозиции выявило существенные различия в эффективности стерилизации и жизнеспособности эксплантов. Наилучшие результаты получены при использовании раствора сулемы с временем экспозиции 7 минут (эффективность стерилизации – 90%, жизнеспособных эксплантов – 60%). Увеличение времени обработки сулемой с 5 до 7 минут повысило стерильность на 25%, однако жизнеспособность снижалась с 75% до 60% из-за высокой токсичности раствора на меристематические ткани (рис. 1). Нитрат серебра (0,1% AgNO₃) при экспозиции 7 минут показал более низкую эффективность стерилизации (63%). Раствор бесхлорного экостерилизатора (50%) с временем экспозиции 20 минут оказался малоэффективным (17% стерилизации и 28% жизнеспособных эксплантов), что может быть связано с недостаточной концентрацией активного вещества или его слабым проникновением в ткани побегов ежевики. Несмотря на высокое содержание хлора (гипохлорит натрия) препарат Domestos также не показал достаточного стерилизующего воздействия (эффективность 16%).

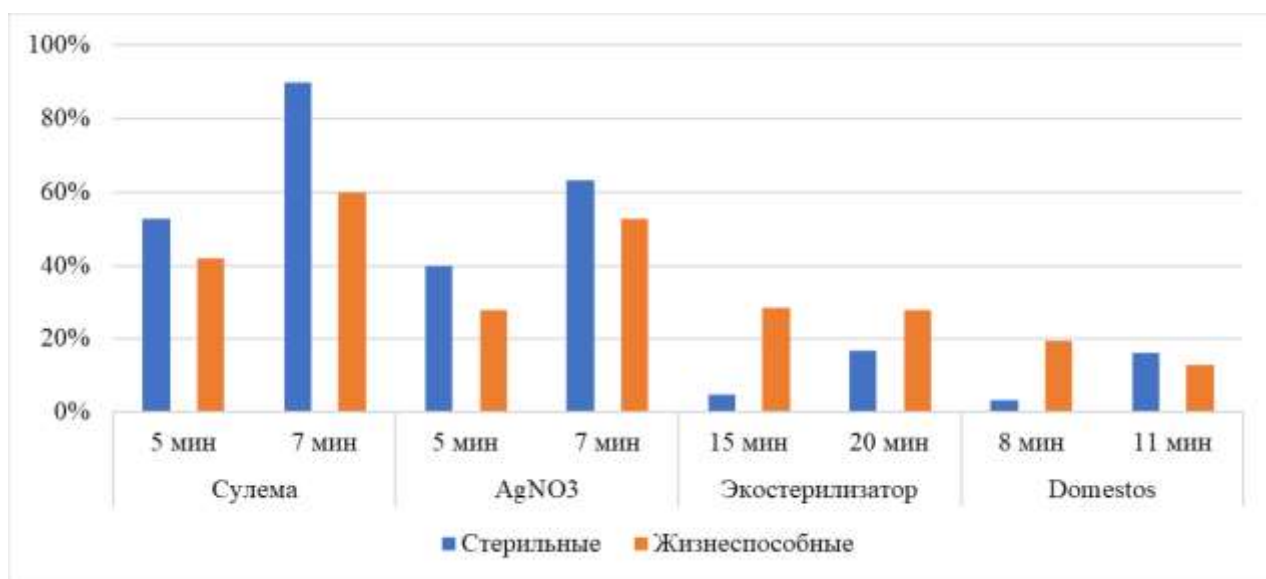


Рис. 1. Эффективность стерилизующих агентов в зависимости от времени экспозиции

2. Этап собственно микроразмножения: на питательной среде МС с добавлением 0,5 мг/л 6-БАП была выявлена характерная динамика роста побегов ежевики (рис. 2). Наблюдалась выраженная лаг-фаза в первые 10 дней, когда средняя высота побегов увеличилась с 14,25 мм до 20,25 мм. Далее следовала фаза активного экспоненциального роста, достигшая пика скорости между 17-м и 24-м днем (прирост составил 6,875 мм за 7 дней). К 31-му дню рост резко замедлился (прирост всего 1,875 мм за неделю), а к 38-му дню практически прекратился (прирост 4,125 мм за последние 14 дней).

Полученные данные позволяют предположить, что к 4–5 неделе культивирования происходит истощение питательной среды и/или накопление ингибирующих метаболитов в условиях ограниченного объема пробирки, что делает необходимым пассаж на свежую среду в интервале 24–28 дней.

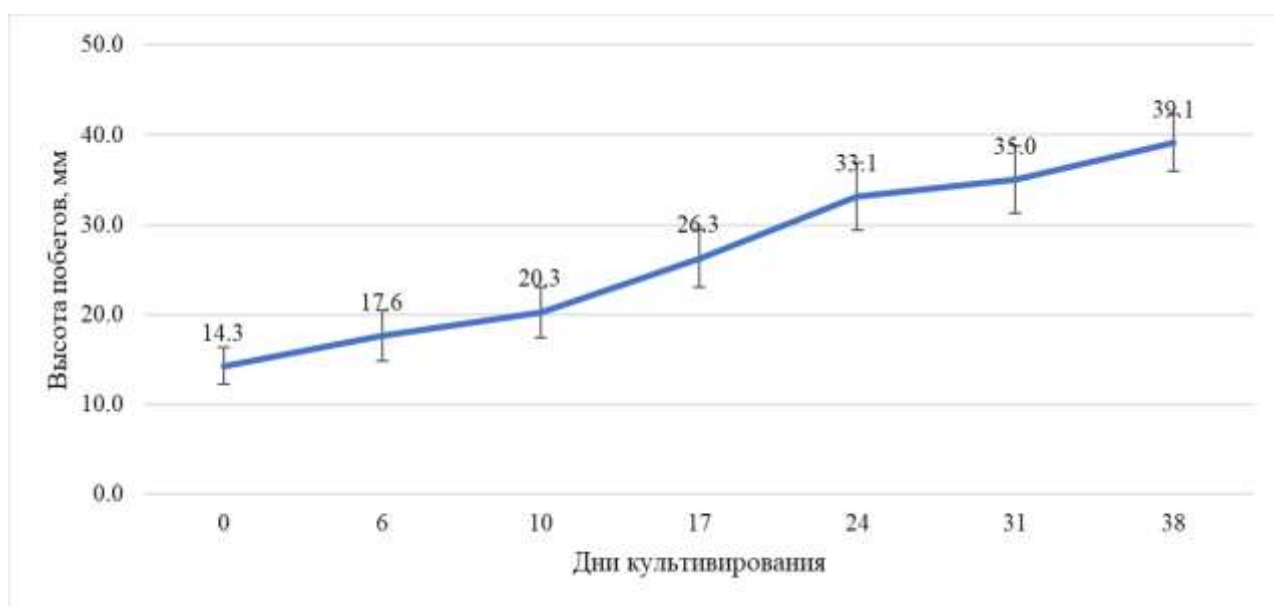


Рис. 2. Динамика высоты побегов ежевики при культивировании в пробирках

Был проведен опыт по оцениванию состояния растений при длительном культивировании (до 5 месяцев). Результаты показали, что со временем у эксплантов уменьшалось количество листьев (примерно на 12% от исходного уровня) и резко падал коэффициент размножения (на 69%), хотя побеги при этом продолжали вытягиваться, прибавив в длине около 19% (рис. 3). Особенно заметно негативное влияние длительного пребывания *in vitro* проявилось у сорта Karaka Black – этот сорт явно хуже переносил опыт по сравнению с более устойчивыми Polar, Heaven Can Wait и Black Butte.

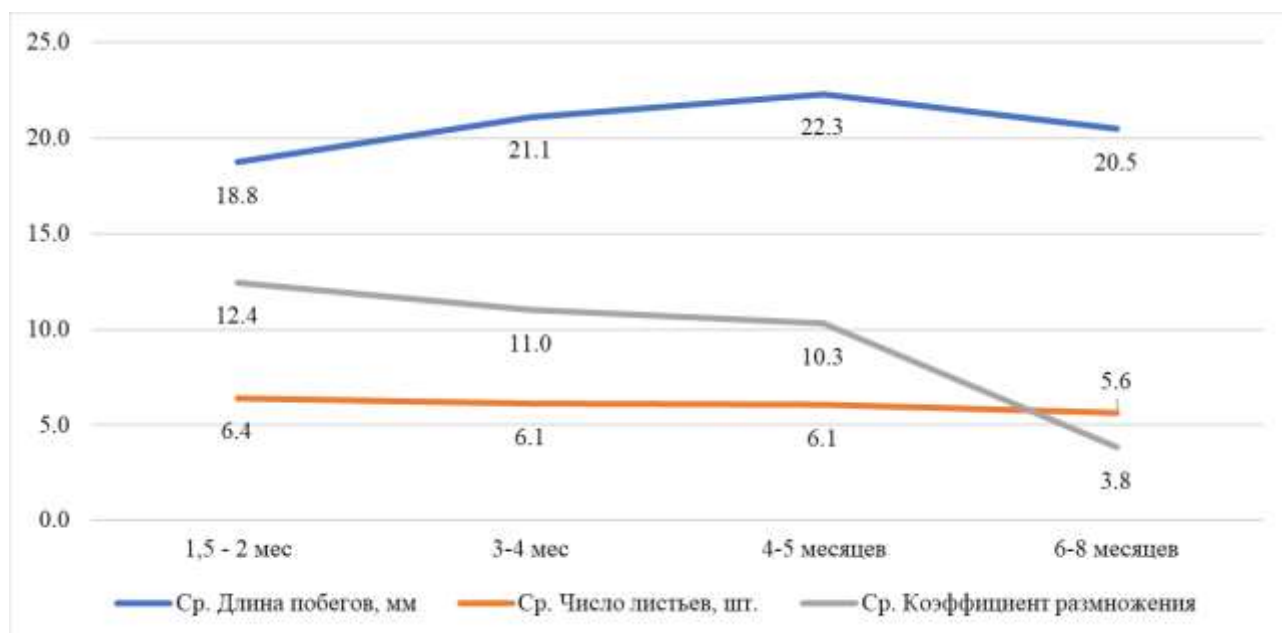


Рис. 3. Динамика морфологических показателей ежевики при длительном культивировании

Для ускорения процесса микроразмножения было изучено действие адаптогена «Эпин-экстра» (24-эпибрассинолид) в сравнении с гиббереллиновой кислотой (ГКЗ) при различных концентрациях (рис. 4).

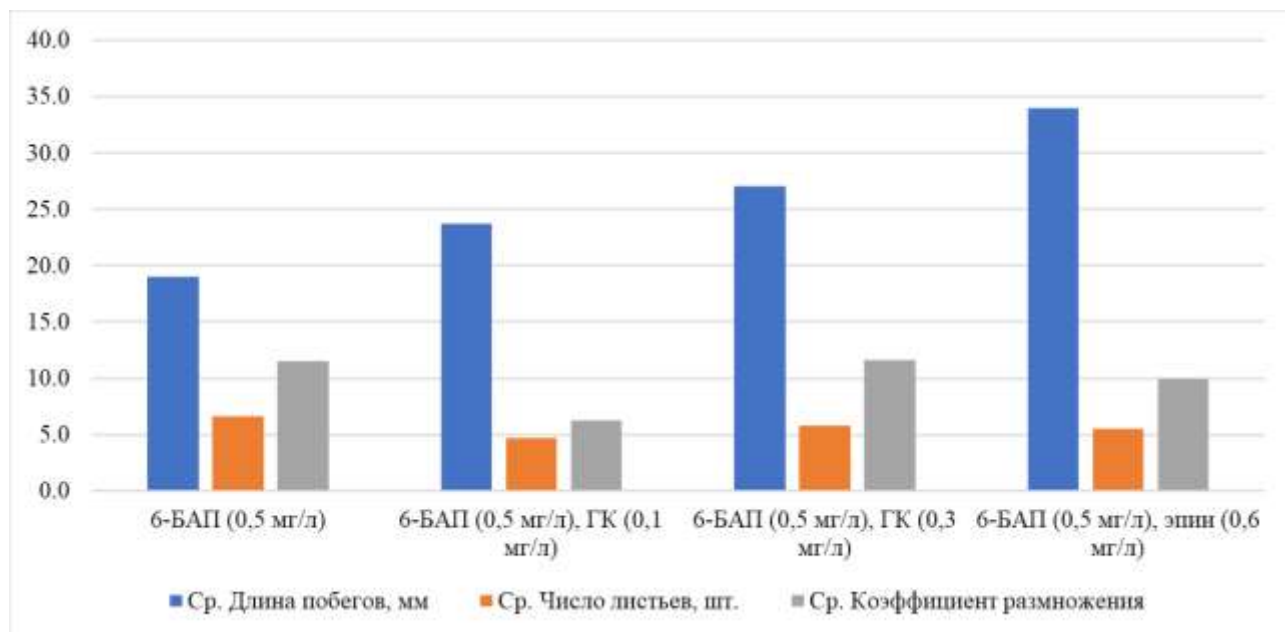


Рис. 4. Влияние адаптогенов на морфологические показатели ежевики

Наибольшая стимуляция ростовых процессов отмечена при использовании «Эпин-экстра» в концентрации 0,6 мг/л, что привело к увеличению длины побегов на 79% по сравнению с контрольной группой. В то же время, применение гиббереллиновой кислоты в диапазоне концентраций 0,1–0,5 мг/л показало менее значительный эффект, обеспечив прирост длины побегов на 15–30%. Следует отметить, что обработка «Эпин-экстра» способствовала не только удлинению побегов, но и увеличению площади листовой пластины, что объясняет наблюдаемое уменьшение количества листьев на побеге на 10% без снижения общей фотосинтетической активности эксплантов.

Таким образом, по результатам проделанной работы можно сделать выводы, что при введении ежевики в культуру *in vitro* наиболее эффективным стерилизующим агентом оказался 0,1% раствор сулемы со временем экспозиции 7 минут, при этом жизнеспособность и стерильность эксплантов в среднем составила 60% и 90% соответственно. На этапе «собственно микроразмножение» наилучшая регенерация микропобегов ежевики наблюдалась на 3–4 неделе культивирования на среде МС с добавлением двойного хелата железа, цитокинина 6-БАП с концентрацией 0,5 мг/л и адаптогена «Эпин-экстра» 0,6 мг/л, что способствовало увеличению высоты побегов на 79%. Длительное культивирование (более 5 месяцев) без пересадки приводит к деградации культуры: снижению числа листьев на 12%, падению коэффициента размножения на 69%; наименее устойчивым к длительному культивированию оказался сорт Karaka Black, наиболее устойчивыми – Polar, Heaven Can Wait и Black Butte.

Литература:

1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва : Альянс, 2011. 350 с.
2. Иванова-Ханина Л. В. Влияние гормонального состава питательной среды на интенсивность роста ежевики *in vitro* // Уч. Зап. Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского. Биология. Химия. 2018. Т. 4 (70). № 4. С. 51-59.
3. Макаров С. С. Изучение влияния росторегулирующих веществ различной природы при клональном микроразмножении осины / С. С. Макаров, А. А. Панкратова // Лесохозяйственная информация. 2016. № 3. С. 138-143.

4. Оптимизация методов клонального микроразмножения садовых культур / С. А. Муратова, М. Б. Янковская, Н. В. Соловых [и др.] // Плодоводство и ягодоводство России. 2011. Т. 26. С. 375-382.

5. Субботина Н. С. Влияние ауксинов на ризогенез ежевики сортов Дирксен Торнлесс и Блэк Сэтин в культуре *in vitro* / Н. С. Субботина, Ю. В. Хорошкова, С. А. Муратова // Научные инновации – аграрному производству : м-лы Междунар. науч.-прак. конф., посв. 100-летнему юбилею Омского ГАУ (Омск, 21 февраля 2018 г.). Омск: Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина, 2018. С. 933-938.

УДК 634.7

ИНТРОДУКЦИЯ МОРОШКИ ПРИЗЕМИСТОЙ СОРТА NYBY В УСЛОВИЯХ СУРГУТСКОГО РАЙОНА

Кузьмин В. К., Макаров П. Н.

*Сургутский государственный университет, Сургут;
e-mail: kuzmin_vk@edu.surgu.ru*

Аннотация. Представлены результаты исследования по интродукции сорта морошки приземистой (*Rubus chamaemorus* L.) Nyby в условиях Сургутского района (ХМАО – Югра). Проведена сравнительная оценка сезонного развития, биометрических показателей и биохимического состава плодов интродуцированного сорта и местной дикорастущей популяции. Установлено, что вегетационный период сорта Nyby составил 111 дней. Сорт значительно превзошел дикорастущую форму по репродуктивным показателям: количество цветков и завязей было выше в 1,9 и 3,5 раза соответственно. Масса плодов была на 30% больше, а содержание витамина С и органических кислот превышало контроль на 86 и 54%. Результаты свидетельствуют об успешной адаптации и высоком агрономическом потенциале сорта Nyby для региона.

Ключевые слова: интродукция, морошка приземистая, *Rubus chamaemorus* L., фенология, биохимия, сорт Nyby.

INTRODUCTION OF THE SQUAT CLOUDBERRY NYBY VARIETY IN THE SURGUT REGION

Kuzmin V. K., Makarov P. N.

*Surgut State University, Surgut;
e-mail: kuzmin_vk@edu.surgu.ru*

Abstract. The results of a study on the introduction of the cloudberry (*Rubus chamaemorus* L.) variety Nyby in the conditions of the Surgutsky District (Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra) are presented. A comparative assessment of the seasonal development, biometric parameters, and biochemical composition of the fruits of the introduced cultivar and the local wild population was carried out. It was established that the growing season of the Nyby variety lasted 111 days. The cultivar significantly outperformed the wild form in reproductive indicators: the number of flowers and ovaries was higher by 1,9 and 3,5 times, respectively. The fruit weight was 30% greater, and the content of vitamin C and organic acids exceeded the control by 86% and 54%. The results indicate the successful adaptation and high agronomic potential of the Nyby variety for the region.

Keywords: introduction, cloudberry, *Rubus chamaemorus* L., phenology, biochemistry, Nyby variety.

Морошка приземистая (*Rubus chamaemorus* L.) – уникальное северное и арктическое растение, обладающее высокой пищевой и лекарственной ценностью. Её ягоды и листья содержат множество биологически активных веществ, включая антиоксиданты и противомикробные компоненты [4]. В связи с растущим спросом на натуральные и экологически чистые продукты, морошка становится перспективным объектом для исследований в ботанике и сельском хозяйстве.

Ключевой проблемой является слабое плодоношение морошки в ХМАО-Югре, что затрудняет её массовый сбор и переработку. Несмотря на высокий потенциал, для широкого использования этого растения в агропромышленности необходимы дальнейшие исследования по повышению урожайности и стандартизации качества сырья.

Целью работы является выявление биологических и адаптационных особенностей морошки приземистой сорта Nyby в условиях Сургутского района.

Исследования проводились на базе Ботанического сада и лаборатории кафедры биологии и биотехнологии Сургутского государственного университета.

Объектами исследования являются сорт морошки Nyby из таежно-болотных угодий ООО «Ягоды Югры» (г. Ханты-Мансийск) и дикорастущая морошка, собранная на территории озера Рица в Сургутском районе.

После сбора урожая, ягоды морошки приземистой замораживали при температуре –18–24°C и в дальнейшем (для химического анализа) использовали замороженное сырье.

Сезонное развитие растений является важнейшим биологическим показателем их взаимоотношений со средой и с успехом используется для оценки адаптационных возможностей интродуцентов [1].

Результаты исследования: фенологические особенности морошки сорта Nyby, выращиваемой в Ботаническом саду Сургутского государственного университета, сравнивали с таковыми у растений этого же сорта с Центрально-европейской лесной опытной станции (г. Кострома) [3] (табл. 1).

Таблица 1.

Динамика фенологических фаз морошки приземистой в зависимости от региона интродукции

Фаза	Дикорастущая морошка (Сургутский район)	Сорт Nyby (Ботанический сад СурГУ)	Сорт Nyby (г. Кострома)
Вегетативное состояние			
Начало весеннего отрастания (В ₁)	26.05	1.06	8.05
Развертывание листьев (В ₂)	1.06	5.06	10.05
Окончание роста побегов (В ₃)	22.06	24.06	21.05
Начало отмирания листьев (О ₁)	17.09	13.09	24.09
Полное отмирание листьев (О ₂)	23.09	20.09	2.10
Вегетационный период (В ₁ –О ₂)	120 дней	111 дней	147 дней
Генеративное состояние			
Бутонизация (Б)	13.06	15.06	11.05
Начало цветения (Ц ₁)	18.06	16.06	14.05
Полное цветение (Ц ₂)	24.06	21.06	20.05
Конец цветения (Ц ₃)	30.06	28.06	25.05
Созревание плодов (С ₁)	1.07	1.07	14.06
Зрелые плоды (С ₂)	26.07	1.08	5.07

Вегетационный период сорта Nyby составил 111 дней, что на 9 дней меньше, чем у дикорастущей формы (120 дней). Начало основных фаз развития у интродуцированного сорта происходило с разницей в 0–5 дней по сравнению с дикорастущей морошкой, что свидетельствует о его хорошей адаптации к местным условиям. При сравнении с данными по Костромской области, где вегетация морошки начинается в начале мая, а полное созревание плодов – в начале июля, становится очевидным влияние суровых климатических условий Сургута на смещение фенологического цикла на 3–4 недели.

Стоит отметить, что в годы исследования Г. В. Тяк (2014) [3], наблюдались аномально высокие температуры на территории Костромской области в период с середины апреля по конец мая, что могло спровоцировать раннее начало вегетационного периода морошки.

Биометрические показатели растений являются важным инструментом для оценки их роста, развития и адаптации к условиям среды. Для морошки приземистой, ценного ягодного вида, характерного для северных экосистем, определение таких параметров, как высота побегов, размер листовой пластины, количество цветков и плодов, а также масса ягод, позволяет оценить продуктивность сорта Nyby (табл. 2).

Таблица 2.

Влияние условий произрастания на биометрические показатели *R. chamaemorus*

Сорт	Высота побега, см	Число побегов, шт./саженец	Число листьев, шт.	Длина листовой пластины, см	Число рамет, шт.
Дикорастущая морошка (Сургутский район)	19,4±0,24	3	2,0	6,3±0,13	4
Сорт Nyby (Ботанический сад СурГУ)	17,7±0,16	5	2,0	4,6±0,7	7
Сорт Nyby (г. Кострома)	3,5±0,09	4	2,0	2,7±0,06	7

Дикорастущая и сортовая морошка в условиях Сургутского района и Ботанического сада СурГУ демонстрируют классические адаптации к недостатку света: высота побегов у них гораздо больше, чем на территории Центрально-европейской лесной опытной станции – $19,4 \pm 0,24$ см и $17,7 \pm 0,16$ см соответственно. Листовые пластины крупные $6,3 \pm 0,13$ см и $4,6 \pm 0,7$ см, что позволяет эффективнее улавливать свет. Однако сорт Nyby, культивируемый на открытой плантации в Костромской области, резко отличается размерами: его побеги достигают $3,5 \pm 0,09$ см в высоту, а листья $2,7 \pm 0,06$ см.

Для оценки хозяйственной ценности, урожайности и качества морошки ключевое значение имеют такие характеристики плодов, как их масса и количество костянок.

Масса плода отражает потенциал сорта в накоплении питательных веществ и воды, что влияет на товарные свойства. Число костянок же указывает на эффективность опыления, генетические особенности сорта и стабильность формирования плодовых структур [2]. Таблица 3 позволяет сравнить сорта морошки и выявить продуктивные формы и оптимальные направления их использования – от свежего потребления до переработки.

Таблица 3.

Влияние условий произрастания на количественные характеристики плодов морошки

Сорт	Масса плода, г			Число костянок в плоде, шт.		
	Средняя	Минимальная	Максимальная	Средняя	Минимальная	Максимальная
Дикорастущая морошка (Сургутский район)	0,83±0,06	0,3	1,1	4±0,27	2	9
Сорт Nyby (Ботанический сад СурГУ)	1,08±0,14	0,4	1,6	8±0,39	6	15
Сорт Nyby (г. Кострома)	1,1±0,09	0,7	1,7	9±0,43	6	16

Плоды сорта Nyby в Ботаническом саду Сургутского государственного университета имели достоверно большую массу (1,08 г против 0,83 г) и содержали в среднем в 2 раза больше

костянок (8 против 4). Это указывает на не только на сортовые преимущества, но и на успешную адаптацию, позволившую реализовать генетический потенциал в новых условиях.

Одним из ключевых аспектов оценки успешности интродукции является сохранение или улучшение биохимических качеств продукции (табл. 4).

Таблица 4.

Биохимический состав плодов морошки (*R. chamaemorus*) в зависимости от региона произрастания

Содержание БАВ	Сорт Nyby (Ботанический сад СурГУ)	Дикорастущая морошка (Сургутский район)	Дикорастущая морошка (г. Красноярск)	Сорт Nyby (Республика Беларусь)
Количество аскорбиновой кислоты, мг%	97,4±3,76	52,3±2,94	81,00–86,00	20–90
Количество дубильных веществ, мг/г	4,05±0,74	3,6±0,61	5,03–5,92	3,95
Количество свободных органических кислот, мг/г	7,1±0,23	4,6±0,47	6,12–6,45	-

Плоды сорта Nyby на территории Ботанического сада характеризовались более высоким содержанием аскорбиновой кислоты (97,4 мг%), что на 86% превышало показатель дикорастущей морошки (52,3 мг%). Это значение также выше, чем данные для дикорастущих популяций Красноярска (81–86 мг%) и Республики Беларусь (20–90 мг%) [4–6].

Содержание органических кислот в плодах сорта Nyby (7,1 мг/г) было на 54% выше, чем у дикорастущего образца (4,6 мг/г). При этом по содержанию дубильных веществ различия между образцами были статистически незначимыми (3,6 и 4,05 мг/г), что указывает на стабильность этого признака вне зависимости от условий выращивания.

Таким образом, сорт морошки приземистой Nyby является перспективным для культивирования в условиях Сургутского района. Его внедрение в практику сельского хозяйства региона может способствовать обеспечению местного населения ценным витаминным сырьем и развитию ягодоводства на Севере.

Литература:

1. Егорова А. С. Изучение морфолого-анатомических особенностей морошки приземистой (*Rubus chamaemorus* L.) произрастающей в Ямало-Ненецком регионе // Здоровье и образование. 2009. № 9. С. 388-389.
2. Косицын В. Н. Морошка: биология, ресурсный потенциал, введение в культуру : монография. Москва : ВНИИЛМ, 2001. 140 с.
3. Тяк Г. В. Интродукция сортов морошки приземистой // Состояние и перспективы использования недревесных ресурсов леса : сб. статей междунар. науч.-практ. конф. (Кострома, 10-11 сентября 2013 г.). Пушкино : ВНИИЛМ, 2014. С. 180-183.
4. Страх Я. Л. Перспективы использования морошки приземистой / Я. Л. Страх, О. С. Игнатовец // М-лы 6-го Белорусско-Балтийского форума по фармации и фармацевтическим технологиям. Минск : БГТУ, 2020. С. 105-106.
5. Цапалова И. Э. Экспертиза дикорастущих плодов, ягод и травянистых растений / И. Э. Цапалова, М. Д. Губина, В. М. Позняковский. Новосибирск : Изд-во НГУ, 2000. 180 с.
6. Шароглазова Л. П. Комплексная переработка ягод морошки приземистой (*Rubus chamaemorus*), произрастающей на территории Красноярского края : дисс. ... канд. техн. наук : 05.18.01. Красноярск, 2018. 144 с.

УДК 579.26 : 574.24

БИОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПСИХРОТОЛЕРАНТНЫХ НЕФТЕУТИЛИЗИРУЮЩИХ БАКТЕРИЙ

Кутушева А. М., Ямпольская Т. Д.

*Сургутский государственный университет, Сургут;
e-mail: kutusheva_am@edu.surgu.ru*

Аннотация. Установлено, что выделенные микроорганизмы, представители родов *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Arthrobacter*, *Rhodococcus*, обладают высокой адаптивной способностью к различным условиям среды, включая низкие температуры и широкий диапазон pH. Способность изолятов к утилизации нефти и их психротолерантность делает их перспективными для применения в биоремедиации нефтезагрязненных почв в условиях холодного климата.

Ключевые слова: биodeградация, нефтепродукты, нефтезагрязненные почвы, углеводородокисляющие микроорганизмы, психротолерантность.

BIOECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF PSYCHROTOLERANT NEFTEUTILIZING BACTERIA

Kutusheva A. M., Yampolskaya T. D.

*Surgut State University, Surgut;
e-mail: kutusheva_am@edu.surgu.ru*

Abstract. It has been established that the isolated microorganisms, representatives of the genera *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Arthrobacter*, and *Rhodococcus*, have a high adaptive ability to various environmental conditions, including low temperatures and a wide pH range. The ability of isolates to utilize oil and their psychrotolerance make them promising for use in bioremediation of oil-contaminated soils in cold climates.

Keywords: biodegradation, petroleum products, oil-contaminated soils, hydrocarbon-oxidizing microorganisms, near-tolerance.

Проблема загрязнения почвенных территорий нефтяными углеводородами и продуктами их переработки остается одной из наиболее актуальных экологических проблем, связанных с производственной деятельностью, и порывы нефтяных установок являются одной из ведущих причин загрязнения окружающей среды [1]. Вопросы ликвидации нефтезагрязнений успешно решаются методами биоремедиации, основанными на применении микроорганизмов-деструкторов углеводородов, входящих в состав биопрепаратов [3]. Ключевую роль в процессах преобразования загрязняющих веществ выполняют аборигенные микроорганизмы с высокой адаптивной способностью [6]. Достаточное количество ферментов и почвенной влаги обеспечивают развитие всех групп микроорганизмов и почвенной биосистемы в целом [2].

Целью работы явилось определение условий культивирования изолятов микроорганизмов, выделенных из загрязнённых почв, и их способности к утилизации нефти при низких температурах.

Экспериментальные исследования проводились в лабораториях кафедры биологии и биотехнологии на базе Сургутского государственного университета в период 2023-25 гг. Объектами исследования являлись образцы искусственно загрязненных дерново-подзолистых почв (5%, 10%, 20% нефти и дизельного топлива) и почвы естественного загрязнения (Сургутское месторождение, трубопровод Холмогоры–Клин).

Одними из фундаментальных характеристик почв являются физико-химические свойства. Они оказывают влияние на биологические и химические характеристики, такие как микробиологическая активность, газообмен и рост растений [4]. Нефтяные загрязнения создают новые условия обитания для микроорганизмов и стрессовые условия для высших растений (табл. 1) [8].

Таблица 1 показывает снижение содержания воды в искусственно загрязненных образцах, в сравнении с незагрязненной дерново-подзолистой почвой (КП). Нефтяные углеводороды обладают гидрофобными свойствами, что препятствует связыванию воды частицами почвы. В сравнении с контрольным образцом (КП), в образцах, содержащих нефтепродукты, происходит незначительное подщелачивание почвенной среды (табл. 1).

Таблица 1.

Влажность и активная кислотность почв

Образец почвы	Средние значения pH, ед.	Средние значения влажности, %
КП	$6,55 \pm 0,145$	$1,30 \pm 0,001$
A1	$6,76 \pm 0,034$	$11,57 \pm 0,0021$
B2	$6,67 \pm 0,097$	$6,92 \pm 0,0015$
H5	$6,83 \pm 0,056$	$0,71 \pm 0,001$
H10	$6,79 \pm 0,051$	$0,71 \pm 0,002$
H20	$6,84 \pm 0,075$	$0,78 \pm 0,001$
Дт5	$6,66 \pm 0,036$	$0,70 \pm 0,001$
Дт10	$6,61 \pm 0,030$	$0,63 \pm 0,0001$

Температура и кислотность являются одними из наиболее критических факторов окружающей среды, определяющих скорость и характер протекания процессов роста и метаболической активности микроорганизмов [5]. Для биоремедиации нефтезагрязненных почв крайне важно понимать оптимальные температурные диапазоны активности перспективных микроорганизмов, так как это напрямую влияет на эффективность процессов деградации углеводородов [7].

Таблица 2.

Оптическая плотность изолятов
при культивировании в разных температурных и кислотных условиях

Условия среды	Оптическая плотность, D		
	1 неделя	2 неделя	3 неделя
изолят <i>Rhodococcus</i> sp. (КП)			
3–4°C	$0,249 \pm 0,0036$	$1,401 \pm 0,0041$	$0,786 \pm 0,0008$
22–24°C	$0,445 \pm 0,0229$	$1,742 \pm 0,0306$	$0,738 \pm 0,004$
41–42°C	$0,966 \pm 0,0056$	$2,036 \pm 0,0131$	$0,862 \pm 0,0016$
pH 4,5	$1,205 \pm 0,075$	$1,722 \pm 0,023$	$1,951 \pm 0,004$
pH 7	$1,137 \pm 0,005$	$1,812 \pm 0,005$	$1,881 \pm 0,006$
pH 9	$0,464 \pm 0,003$	$0,367 \pm 0,009$	$1,231 \pm 0,021$
изолят <i>Arthrobacter</i> sp. (H5)			
3–4°C	$0,292 \pm 0,0005$	$0,568 \pm 0,0042$	$0,744 \pm 0,0037$
22–24°C	$0,888 \pm 0,0018$	$1,249 \pm 0,0018$	$1,838 \pm 0,0041$
41–42°C	$0,122 \pm 0,0018$	$0,129 \pm 0,0061$	$0,121 \pm 0,0088$

pH 4,5	0,929 ± 0,0006	1,421 ± 0,0029	1,708 ± 0,0097
pH 7	0,847 ± 0,009	1,405 ± 0,0041	1,592 ± 0,0067
pH 9	1,277 ± 0,03	1,585 ± 0,0024	1,675 ± 0,14
изолят <i>Bacillus subtilis</i> (H20)			
3–4°C	0,665 ± 0,0023	0,951 ± 0,0098	1,176 ± 0,0043
22–24°C	1,191 ± 0,0142	1,907 ± 0,0045	2,037 ± 0,0073
41–42°C	0,824 ± 0,0018	0,864 ± 0,0132	1,038 ± 0,0043
pH 4,5	1,506 ± 0,048	0,971 ± 0,003	2,081 ± 0,006
pH 7	0,971 ± 0,003	1,901 ± 0,013	2,068 ± 0,003
pH 9	0,866 ± 0,005	0,597 ± 0,008	0,982 ± 0,011
изолят <i>Pseudomonas</i> sp.2 (Дт10)			
3–4°C	0,203 ± 0,0026	0,422 ± 0,0044	0,709 ± 0,0093
22–24°C	1,751 ± 0,0011	1,843 ± 0,0052	2,054 ± 0,0025
41–42°C	0,897 ± 0,0043	1,473 ± 0,0072	0,601 ± 0,0041
pH 4,5	0,929 ± 0,0006	1,421 ± 0,0029	1,708 ± 0,0097
pH 7	0,847 ± 0,0009	1,405 ± 0,0041	1,592 ± 0,0067
pH 9	1,277 ± 0,003	1,585 ± 0,0024	1,675 ± 0,014

В лабораторном эксперименте по влиянию факторов среды на микроорганизмы участвовали 4 изолята бактерий, выделенных из почв: *Rhodococcus* sp. (КП), *Arthrobacter* sp. (H5), *Bacillus subtilis* (H20), *Pseudomonas* sp.2 (Дт10). На первом этапе исследований выяснялась способность роста изолятов при различных температурах и кислотности среды (табл. 2). На втором этапе изучалась деструктивная способность изолятов при пониженных температурах.

Рост изолята *Rhodococcus* sp. (КП) при нормальной и низкой температурах свидетельствует о наличии мезофильных и психрофильных свойств, что делает возможным его использование в естественных условиях. Изолят *Arthrobacter* sp. (H5) является мезофилом, имеет предрасположенность к психрофилии, обладает высокими адаптационными свойствами к pH среды обитания. Изолят *Bacillus subtilis* (H20) обладает ацидотолерантностью и нейтрофильностью. Это позволяет рассматривать штамм как перспективный объект для биоремедиации загрязнённых территорий с нестабильной кислотностью. Анализ развития изолята *Pseudomonas* sp.2 (Дт10) в разных условиях кислотности показал устойчивость к колебаниям pH, демонстрируя активный рост во всех исследованных условиях (pH 4,5; 7 и 9). Это указывает на его эврибионтный характер и высокую адаптивность к различным уровням кислотности (табл. 2).

Все изоляты проявили способность к росту в широком диапазоне температур и pH. Изоляты *Arthrobacter* sp. (H5), *Bacillus subtilis* (H20), *Pseudomonas* sp.2 (Дт10) и *Rhodococcus* sp. (КП) показали психротолерантность – активный рост при 3–4°C. Наибольшая толерантность к pH отмечена у *Pseudomonas* sp.2 (Дт10), растущего в диапазоне pH 4,5–9 ед.

В изучении биоэкологических характеристик бактерий нефтезагрязненных почв особое внимание привлекают микроорганизмы, способные функционировать в экстремальных условиях, например, при низких температурах. На втором этапе проводилась оценка роста выделенных изолятов в присутствии нефти в условиях низких положительных температур. Контролем служила среда без источника углерода для микроорганизмов.

Так, изолят *Pseudomonas* sp.2 (Дт10) лучше развивался при 2% концентрации нефти (рис. 1). Повышение концентрации до 5% вызвало незначительный ингибирующий эффект.

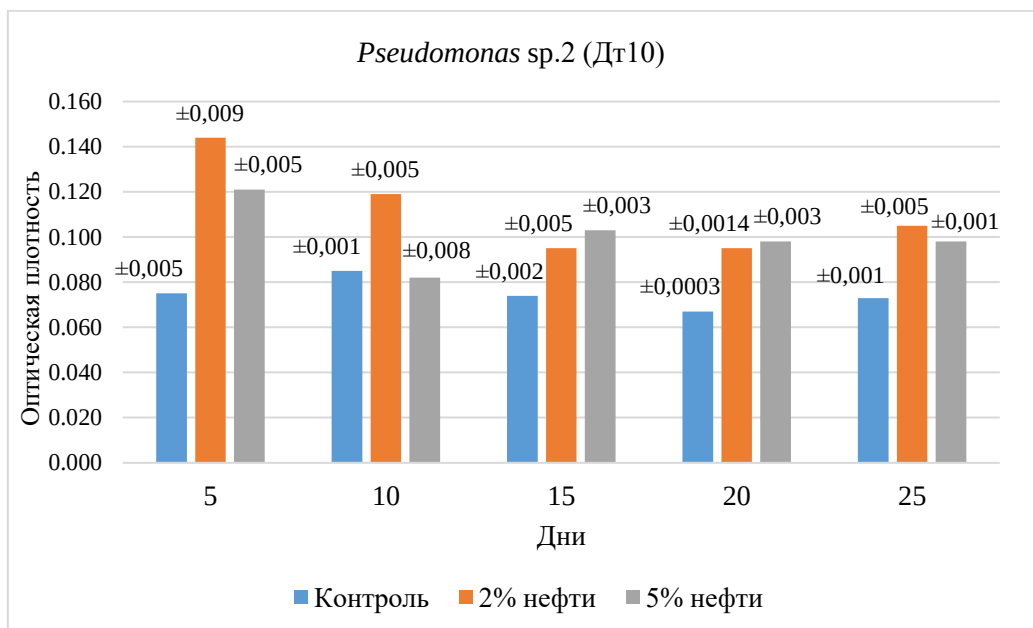


Рис. 1. Влияние концентрации нефти на развитие изолята *Pseudomonas sp.2* (Дт10) при низких температурах

Изолят *Arthrobacter sp.* (H5) продемонстрировал высокую нефтетолерантность. Эта особенность в сочетании со способностью активировать метаболизм при низких температурах после адаптационного периода делает штамм перспективным для биоремедиации в холодных климатических зонах (рис. 2).

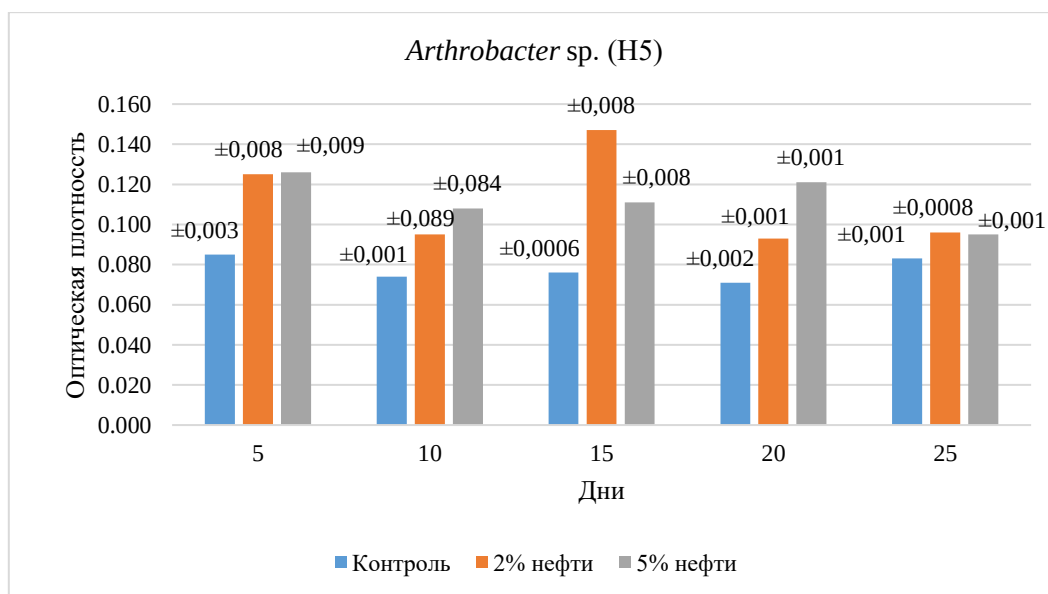


Рис. 2. Влияние концентрации нефти на развитие изолята *Arthrobacter sp.* (H5) при низких температурах

Изолят *Bacillus subtilis* (H20) проявил универсальную способность к использованию нефти в широком концентрационном диапазоне (2–5%), однако с более длительной задержкой роста при 5% концентрации (рис. 3).

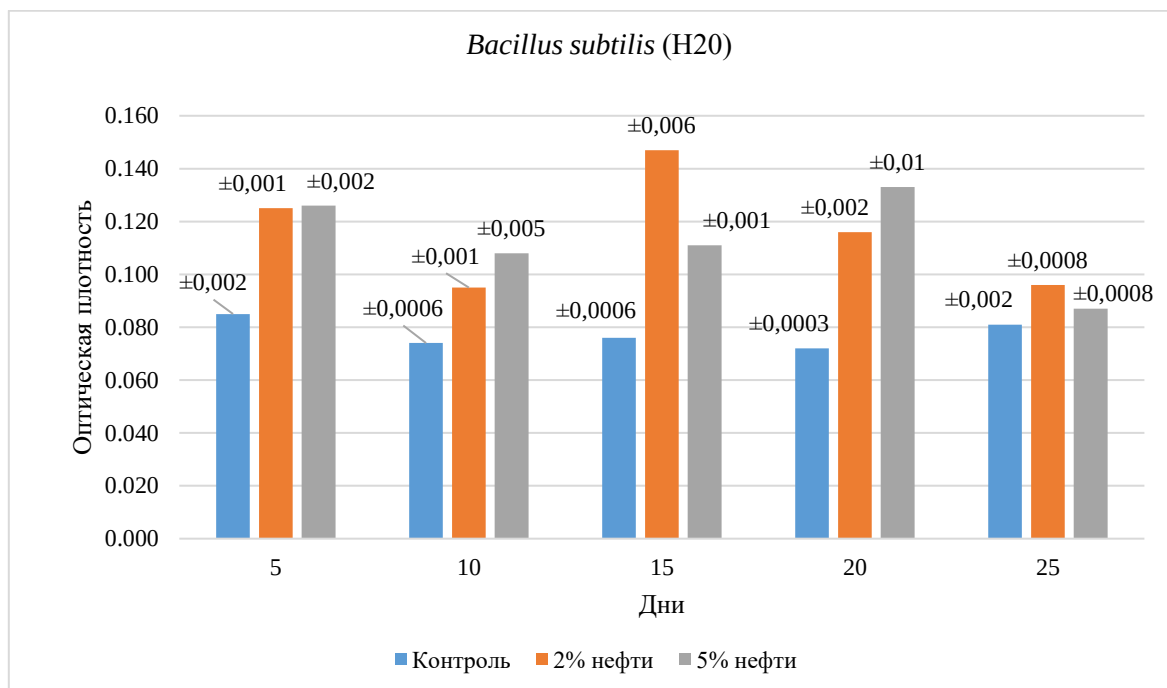


Рис. 3. Влияние концентрации нефти на развитие изолята *Bacillus subtilis* (H20) при низких температурах

Изолят *Rhodococcus* sp. (КП) проявил исключительную нефтеутилизирующую способность, демонстрируя линейную зависимость роста от концентрации нефти (2–5%) без признаков токсического эффекта (рис. 4).

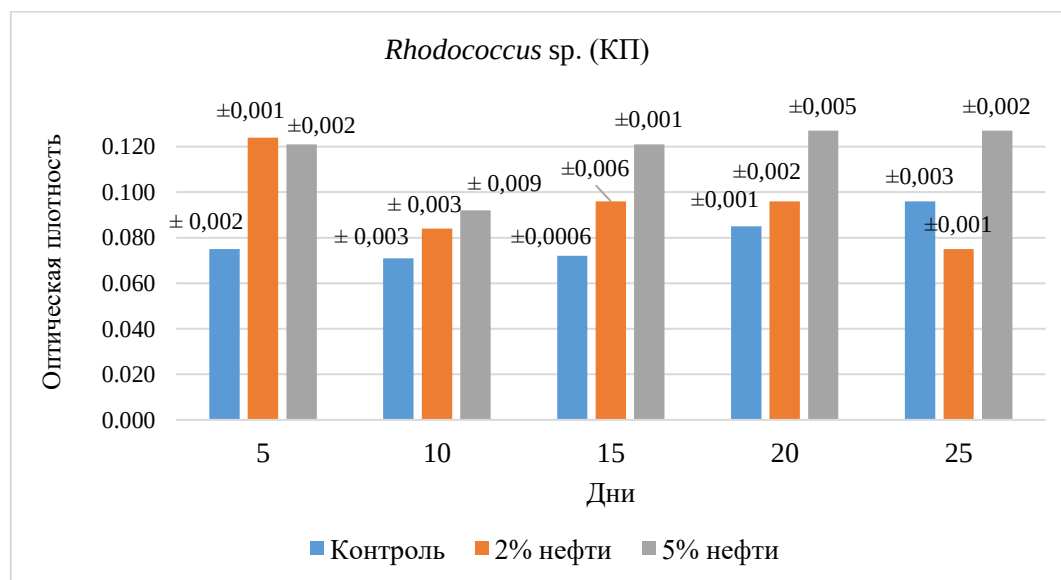


Рис. 4. Влияние концентрации нефти на развитие изолята *Rhodococcus* sp. (КП) при низких температурах

Для всех исследуемых культур температура 3-4°C, характерная для психрофильных условий, все же действует как определенный стресс-фактор, в особенности, на начальных этапах инкубации. Микроорганизмам необходимо определенное время для адаптации к данным условиям и активации метаболических процессов, в частности, связанных с утилизацией нефти.

Эксперименты по оценке нефтеструктивной активности подтвердили способность выделенных культур использовать нефть в качестве источника углерода и энергии при низких температурах (3-4°C). Это открывает возможности для разработки биопрепаратов на основе данных штаммов для очистки загрязненных территорий в регионах с суровыми климатическими условиями.

Литература:

1. Аммосова Я. М. Нефтезагрязненные почвы / Я. М. Аммосова, С. Я. Трофимов, Н. И. Суханова // Агрохимический вестник. 1999. № 5. 37 с.
2. Артемьева Т. И. Экологические последствия загрязнения почв нефтью / Т. И. Артемьева // Бактериальный фильтр Земли : тез. докл. (Пермь). М., 1985. Т. 1. С. 28-29.
3. Бабаев Э. Р. Преобразование нефти в процессе её микробиологической деградации в почве / Э. Р. Бабаев, М. Э. Мовсумзаде // Башкирский химический журнал. 2009. № 3. С. 180.
4. Давыдова С. Л. Загрязнение окружающей среды нефтью и нефтепродуктами : учебное пособие / С. Л. Давыдова, В. И. Тагасов. М. : Изд-во РУДН, 2006. 156 с.
5. Зайцева Т. А. Микроорганизмы – деструкторы нефти / Т. А. Зайцева, Л. В. Рудакова, М. М. Комбарова // Научные исследования и инновации. – 2010. – Т. 4, № 4. – С. 59–63.
6. Исследование способности нефтеокисляющих бактерий утилизировать углеводороды нефти / Ф. М. Хабибуллина, А. А. Шубаков, И. Б. Арчегова, Г. Г. Романов // Биотехнология. 2002. № 6. С. 57-62.
7. Назаров А. В. Микробиологическая ремедиация нефтезагрязнённых почв / А. В. Назаров, С. А. Иларионов // Биотехнология. 2005. № 5. С. 265.
8. Шамаева А. А. Исследование процессов биоремедиации почв и объектов, загрязненных нефтяными углеводородами : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Уфа, 2007. 23 с.

УДК 599.32+599.36/.38

НАСЕЛЕНИЕ НАСЕКОМОЯДНЫХ И ГРЫЗУНОВ РАЙОНА РЕКИ ПОЧЕКУЙКА (ОКРЕСТНОСТИ г. СУРГУТА)

Кучкина К. Е., Ратегова Н. А., Берников К. А., Стариков В. П.
*Сургутский государственный университет, Сургут;
e-mail: kuchkina_ke@edu.surgu.ru*

Аннотация. В работе приводятся результаты исследования видового состава и обилия мелких млекопитающих (насекомоядные и грызуны), обитающих в окрестностях г. Сургута – район реки Почекуйка. Анализу подвергнут материал, собранный в 2025 г., с привлечением литературных данных других исследователей и краткосрочных учетов за 2019-24 гг. Установлены фоновые виды и биотопическое распределение насекомоядных и грызунов.

Ключевые слова: насекомоядные, грызуны, обилие, Сургутский район.

INSECTIVOR AND RODENT POPULATION IN THE POCHEKUYKA RIVER AREA (SURGUT VICINITY)

Kuchkina K. E., Rategova N. A., Bernikov K. A., Starikov V. P.
*Surgut State University, Surgut;
e-mail: kuchkina_ke@edu.surgu.ru*

Abstract. This paper presents the results of a study of the species composition and abundance of small mammals (insectivores and rodents) inhabiting the Pochekuyka River area near Surgut. The analysis focuses on material collected in 2025, drawing on literature data from other researchers and short-term surveys from 2019-24. The background species and biotopic distribution of insectivores and rodents are determined.

Keywords: insectivores, rodents, abundance, Surgut region.

Исследование мелких млекопитающих – актуальная задача, с одной стороны позволяющая выявлять механизмы существования редких и исчезающих видов, осуществлять эффективные меры по их охране, с другой – зверьки являются переносчиками многих инфекционных заболеваний, в том числе опасных для человека. В связи с этим мониторинг рассматриваемой группы животных имеет важное медико-санитарное значение, особенно в отношении урбанизированных территорий, их окрестностей, садово-дачных участков. Учитывая, что вероятность как непосредственного, так и опосредованного контактов человека с животными здесь особенно велика.

Исследованию мелких млекопитающих, их экологии на территории г. Сургута и его окрестностей (в том числе садово-дачных кооперативов) посвящен ряд современных работ, результаты которых легли в основу кандидатских диссертаций А. В. Морозкиной [5], В. А. Петухова [7] и обобщены в коллективной монографии «Мелкие млекопитающие города Сургута» [10]. Работы по изучению мелких млекопитающих в районе реки Почекуйки проводились В. А. Петуховым в 2015–2017 гг. на территориях садово-дачных кооперативов «Урожай» и «Приозерный» [7; 11]. Эпизодические учеты зверьков в районе р. Почекуйки велись в 2019–2024 гг. в ограниченный период (конец июня – середина июля), как правило в

рамках полевых практик студентов. В 2025 г. нами впервые получен материал по мелким млекопитающим данного района за весь бесснежный период – с мая по октябрь.

Река Почекуйка впадает в Обь в 1488 км от устья, длина 69 км. Водосборная площадь 527 км², берёт начало из болот [1].

Учеты мелких млекопитающих проводились как непосредственно по берегам реки, так и в биотопах на удалении от 1 до 3 км от нее. Для отлова животных использовали металлические конусы. В качестве направляющих систем применяли ловчие канавки [6], реже применяли метод ловушко-линий [3]. В виду того, что основная выборка по мелким млекопитающим получена в конусы, материал, отловленный в давилки (при характеристике обилия), в настоящей работе не анализируется. Пересчёт отловленных животных вели на 100 конусо-суток. Для оценки относительного обилия использовали балльную шкалу, предложенную А. П. Кузякиным [2] с добавлением верхних и нижних границ [8]. Русские и латинские названия млекопитающих, а также порядок перечисления видов в настоящей работе приведены согласно современной систематической сводке — «Млекопитающие России: список видов и прикладные аспекты» [4].

Всего за 2025 г. отработано 20410 конусо-суток, учтены 570 особей мелких млекопитающих 14 видов.

Среди насекомоядных в 2025 г. учтены: обыкновенная бурозубка *Sorex araneus* L., 1758, средняя бурозубка *S. caecutiens* Laxmann, 1785, равнозубая бурозубка *S. isodon* Turov, 1924, малая бурозубка *S. minutus* L., 1766 и обыкновенная кутора *Neomys fodiens* Pennant, 1771.

Грызуны представлены азиатским бурундуком *Eutamias sibiricus* Laxmann, 1769, лесной мышовкой *Sicista betulina* Pallas, 1779, красной полёвкой *Myodes rutilus* Pallas, 1779, красносерой полёвкой *Craseomys rufocanus* Sundevall, 1846, водяной полёвкой *Arvicola amphibius* Linnaeus, 1758, полёвкой-экономкой *Alexandromys oeconomus* Pallas, 1776, восточноевропейской полёвкой *Microtus rossiaemeridionalis* Ognev, 1924, темной (пашенной) полёвкой *M. agrestis* Linnaeus, 1761 и мышью-малюткой *Micromys minutus* Pallas, 1771. В зимний период на территории садово-дачного кооператива «Железнодорожник» давилками неоднократно отлавливалась домовая мышь *Mus musculus* Linnaeus, 1758.

Биотопическое распределение и обилие насекомоядных и грызунов, добытых в районе р. Почекуйки по сезонам бесснежного периода 2025 г., отражены в таблицах 1–4.

Отмечаем, что в мае наиболее высокие показатели суммарного обилия зверьков достигали в биотопе – березняк вахтово-осоковый заболоченный (табл. 1). Из 10 зарегистрированных видов обыкновенная бурозубка и красная полевка – обычные, остальные – редкие, либо очень редкие.

Таблица 1.

Биотопическое распределение и обилие (особей на 100 конусо-суток)
мелких млекопитающих окрестностей р. Почекуйка, весна (май) 2025 г.

Биотоп	Вид										Суммарное обилие
	<i>S. araneus</i>	<i>S. minutus</i>	<i>E. sibiricus</i>	<i>S. betulina</i>	<i>M. rutilus</i>	<i>C. rufocanus</i>	<i>A. amphibius</i>	<i>A. agrestis</i>	<i>A. oeconomus</i>	<i>M. minutus</i>	
сосновый багульниково-вересковый лес	1,18	-	-	-	7,10	-	-	-	-	-	8,28
березняк кустарничково-зеленомошный пойменный	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

осоково-сабельниковое низинное болото	2,25	-	-	0,30	0,90	-	0,30	0,30	-	-	4,05
березняк вахтово-осоковый заболоченный	4,50	-	-	0,30	2,55	-	-	5,1	0,30	-	12,75
осиново-сосново- березовый рябиновый папоротниково- майниковый лес	-	-	0,20	0,30	0,80	-	-	0,10	-	-	1,40
осоково-злаковый пойменный луг	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
березово-пихтово-еловый шиповниковый хвощевый лес	1,61	0,80	-	-	1,45	0,10	-	-	-	0,80	4,76
сосново-березовый рябиновый папоротниково- хвощевый лес	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
березово-еловый рябиновый осоковый лес	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
в среднем по стационару	1,06	0,09	0,02	0,10	1,42	0,01	0,03	0,60	0,03	0,09	3,45

Примечание: выделены – фоновые виды

В первой половине лета фон составляют уже три вида: как и весной – обыкновенная бурозубка и красная полевка, в июне и первой половине июля к фоновым видам добавилась малая бурозубка (табл. 2). Наибольшее суммарное обилие в этот период характерно для биотопа осоково-сабельниковое низинное болото, главным образом, за счет высокой относительной численности фоновых видов и сравнительно богатого видового состава. В березняке вахтово-осоковом заболоченном обилие животных снизилось в 1,3 раза.

Таблица 2.

Биотопическое распределение и обилие (особей на 100 конусо-суток) мелких млекопитающих
окрестностей р. Почекуйка, первая половина лета (июнь–первая половина июля) 2025 г.

Биотоп	Вид											Суммарное обилие
	<i>S. araneus</i>	<i>S. caecutiens</i>	<i>S. minutus</i>	<i>N. fodiens</i>	<i>E. sibiricus</i>	<i>S. betulina</i>	<i>M. rutilus</i>	<i>C. rufocanus</i>	<i>A. amphibius</i>	<i>A. agrestis</i>	<i>A. oeconomus</i>	
сосновый багульниково- вересковый лес	1,47	1,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,53
березняк кустарничково- зеленомошный пойменный	2,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,86
осоково- сабельниковое низинное болото	4,40	-	4,00	-	-	0,40	1,20	-	1,60	0,40	-	12,00
березняк вахтово- осоковый заболоченный	2,40	-	4,80	0,40	-	0,40	0,40	-	-	0,80	0,4	9,60

осиново-сосново-березовый рябиновый папоротниково-майниковый лес	2,80	0,40	0,80	0,40	0,30	0,40	1,90	-	-	0,30	-	7,30
осоково-злаковый пойменный луг	2,44	0,44	0,67	-	-	-	0,40	-	-	-	-	3,96
березово-пихтово-еловый шиповниковый хвощевый лес	1,43	0,14	0,57	-	-	-	2,40	0,14	-	-	-	4,68
сосново-березовый рябиновый папоротниково-хвощевый лес	1,33	-	-	-	-	-	3,10	-	-	-	-	4,43
березово-еловый рябиновый осоковый лес	2,18	-	0,73	-	-	-	-	-	-	-	-	2,91
в среднем по стационару	2,37	0,23	1,29	0,09	0,03	0,13	1,05	0,02	0,18	0,16	0,04	5,59

Примечание: выделены – фоновые виды

Во второй половине лета обычными видами среди землероек продолжают оставаться обыкновенная и малая бурозубки, красная полевка из фона исчезает (табл. 3). Самый высокий показатель суммарного обилия зверьков остается, как и в первой половине лета, в осоково-сабельниковом низинном болоте. Отмечаем, что в этот период впервые за сезон 2025 г. в учетах встречены равнозубая бурозубка и восточноевропейская полевка, однако, не отмечены очень редкие – красносерая полевка, полевка-экономка и мышь-малютка.

Таблица 3.

Биотопическое распределение и обилие (особей на 100 конусо-суток) мелких млекопитающих окрестностей р. Почекуйка, вторая половина лета (вторая половина июля–август) 2025 г.

Биотоп	Вид											Суммарное обилие
	<i>S. araneus</i>	<i>S. caecutiens</i>	<i>S. isodon</i>	<i>S. minutus</i>	<i>N. fodiens</i>	<i>E. sibiricus</i>	<i>S. betulina</i>	<i>M. rutilus</i>	<i>A. amphibius</i>	<i>A. agrestis</i>	<i>M. rossiaemeridionalis</i>	
сосновый багульниково-вересковый лес	3,23	3,23	-	0,60	-	-	-	1,40	-	-	-	8,45
березняк кустарничково-зеленомошный пойменный	2,19	-	-	0,55	-	-	-	-	-	-	-	2,74
осоково-сабельниковое низинное болото	5,36	0,38	-	8,04	0,77	0,40	-	0,76	1,15	0,21	-	17,07
березняк вахтово-осоковый заболоченный	5,74	0,38	-	5,74	-	-	0,21	0,76	-	1,15	-	13,99

осиново-сосново-березовый рябиновый папоротниково-майниковый лес	2,30	0,13	-	0,77	-	-	0,13	0,64	-	-	-	3,96
осоково-злаковый пойменный луг	2,34	-	-	0,85	0,21	-	-	-	-	-	-	3,40
березово-пихтово-еловый шиповниковый хвощевый лес	3,69	0,14	-	0,82	-	-	0,14	1,35	-	-	-	6,14
сосново-березовый рябиновый папоротниково-хвощевый лес	9,36	1,28	-	1,28	0,43	-	-	0,85	0,42	-	0,43	14,04
березово-еловый рябиновый осоковый лес	5,92	0,70	0,35	1,39	0,35	-	-	1,04	-	-	-	9,74
в среднем по стационару	4,46	0,69	0,04	2,23	0,19	0,04	0,05	0,76	0,17	0,15	0,05	8,83

Примечание: выделены – фоновые виды

Осенью численность зверьков снизилась (табл. 4). Характерные виды – обыкновенная, малая бурозубки и красная полевка – стали редкими, но общая тенденция первенства видов по обилию сохранилась. Наибольшую долю (86,4%) составляли 3 вида – *S. araneus*, *S. minutus* и *M. rutilus*. Наименьшее разнообразие отмечено в сентябре-октябре.

Таблица 4.

Биотопическое распределение и обилие (особей на 100 конусо-суток) мелких млекопитающих
окрестностей р. Почекуйка, осень (месяц сентябрь–октябрь) 2025 г.

Биотоп	Вид								Суммарное обилие
	<i>S. araneus</i>	<i>S. caecutiens</i>	<i>S. minutus</i>	<i>N. fodiens</i>	<i>M. rutilus</i>	<i>A. agrestis</i>	<i>M. rossiaemeridionalis</i>	<i>M. minutus</i>	
сосновый багульниково-вересковый лес	1,18	0,17	0,68	0,17	0,68	-	-	-	2,88
березняк кустарничково-зеленомошный пойменный	-	-	-	-	-	-	-	-	-
осоково-сабельниковое низинное болото	0,64	-	0,64	-	0,30	-	-	-	1,59
березняк вахтово-осоковый заболоченный	-	-	-	-	0,36	0,64	-	-	1,00
осиново-сосново-березовый рябиновый папоротниково-майниковый лес	1,39	-	0,21	-	0,20	-	-	-	1,81
осоково-злаковый пойменный луг	1,07	-	0,71	-	0,18	-	0,18	-	2,15

березово-пихтово-еловый шиповниковый хвощевый лес	0,46	0,34	0,23	-	0,30	-	-	-	1,33
сосново-березовый рябиновый папоротниково-хвощевый лес	1,07	-	-	-	0,36	-	-	0,36	1,79
березово-еловый рябиновый осоковый лес	-	-	-	-	1,17	-	-	-	1,17
среднее по стационару	0,65	0,06	0,28	0,02	0,40	0,07	0,02	0,04	1,54

Учет мелких млекопитающих в районе р. Почекуйки в 2019-25 гг., позволил дополнить список видов [7] обыкновенной куторой и лесной мышовкой. В 2025 г. не отмечена тундрная бурозубка *Sorex tundrensis* Merriam, 1900, приводимая ранее [7; 10]. Сейчас список видов насекомоядных и грызунов района р. Почекуйки насчитывает 6 и 10 видов соответственно.

В целом, как по результатам продолжительных исследований, так и эпизодических учетов в период 2015-24 гг. [7; 9] среди насекомоядных всегда доминировала обыкновенная бурозубка, среди грызунов – красная полевка, иногда темная полевка. Весной и летом 2025 г. наиболее предпочтительными биотопами, на которых видовое разнообразие и средние показатели суммарного обилия были максимальны, являются заболоченные и переувлажненные территории. Осенью зверьки предпочитают высокие сухие места.

Литература:

1. Государственный водный реестр. URL: <http://textual.ru/gvr/>.
2. Кузякин А. П. Зоогеография СССР // Уч. зап. МОПИ им. Н.К. Крупской. Москва, 1962. Т. 109. Вып. 2. С. 3-182.
3. Кучерук В. В. Количественный учёт важнейших видов вредных грызунов и землероек // Методы учёта численности и географического распределения наземных позвоночных. Москва : Изд-во АН СССР, 1952. С. 9-46.
4. Лисовский А. А. Млекопитающие России: список видов и прикладные аспекты / А. А. Лисовский, Б. И. Шефтель, А. П. Савельев [и др.] // Сб. тр. Зоол. музея МГУ. Москва : Тов-во науч. изд. КМК, 2019. Т. 56. 191 с.
5. Морозкина А. В. Сообщества мелких млекопитающих урбатерриторий Среднего Приобья (на примере города Сургута) : дис. ... канд. биол. наук : 03.02.08. Сургут, 2015. 150 с.
6. Наумов Н. П. Изучение подвижности и численности мелких млекопитающих с помощью ловчих канавок // Вопросы краевой, общей и экспериментальной паразитологии и медицинской зоологии. Москва, 1955. Т. 9. С. 179-202.
7. Петухов В. А. Сообщества и популяции мелких млекопитающих и их эктопаразиты садово-дачных участков Сред. Приобья : дис. канд. биол. наук : 03.02.08. Сургут, 2020. 160 с.
8. Равкин Ю. С. Факторная зоогеография: принципы, методы и теоретические представления / Ю. С. Равкин, С. Г. Ливанов. Новосибирск : Наука, 2008. 205 с.
9. Сообщества мелких млекопитающих окрестностей города Сургута / Е. С. Сарапульцева, О. Ю. Володина, А. В. Павленко, А. В. Щербатых // Вест. Сургутского гос. ун-та. Сургут, 2020. № 4 (12). С. 46-49.
10. Стариков В. П. Мелкие млекопитающие города Сургута / В. П. Стариков, В. А. Петухов, А. В. Морозкина ; Сургут. гос. ун-т. Сургут : СурГУ, 2021. 98 с.
11. Стариков В. П. Особенности структуры сообществ и популяций мелких млекопитающих города Сургута и окрестностей / В. П. Стариков, В. А. Петухов, А. В. Морозкина // Безопасный Север – чистая Арктика : сб. науч. тр. по м-лам I Всероссийской науч.-практ. конф. (Сургут, 26 октября 2018 г.). Сургутский гос. ун-т. Сургут: Печатный мир, 2018. С. 110-116.

УДК 633.888.1

ОПЫТ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЗВЕРБОЯ ПРОДЫРЯВЛЕННОГО (*HYPERICUM PERFORATUM* L.) В УСЛОВИЯХ г. СУРГУТА

Лашина В. В., Самойленко З. А.

*Сургутский государственный университет, Сургут;
e-mail: lashina_vv@edu.surgu.ru*

Аннотация. В статье представлены результаты интродукции и возделывания зверобоя продырявленного (*Hypericum perforatum* L.) в условиях г. Сургута. Показаны высокая приживаемость (до 96%), зимостойкость (100%) и сроки прохождения фенофаз в условиях культуры. Максимальные биометрические показатели и продуктивность достигаются на 4-м году жизни растений (в среднем 243,8 г/особь; до 674 г у отдельных кустов), что свидетельствует о перспективности промышленного возделывания вида в регионе для получения лекарственного сырья.

Ключевые слова: зверобой продырявленный; интродукция; фенология; продуктивность; зимостойкость.

CULTIVATION EXPERIENCE OF ST. JOHN'S WORT (*HYPERICUM PERFORATUM* L.) IN SURGUT (WESTERN SIBERIA)

Lashina V. V., Samoylenko Z. A.

*Surgut State University, Surgut;
e-mail: lashina_vv@edu.surgu.ru*

Abstract. This article presents the results of the introduction and cultivation of St. John's wort (*Hypericum perforatum* L.) in Surgut. High survival rates (up to 96%), winter hardiness (100%), and timing of phenophases under cultivation are demonstrated. Maximum biometric indicators and productivity are achieved in the fourth year of plant life (an average of 243,8 g/plant; up to 674 g in individual bushes), demonstrating the potential for industrial cultivation of this species in the region for the production of medicinal raw materials.

Keywords: *Hypericum perforatum*; introduction; phenology; winter hardiness; biomass.

Одним из ценных лекарственных растений считается зверобой продырявленный (*Hypericum perforatum* L.). Сейчас зверобой продырявленный включен в дополнительный список Красной книги Ханты-Мансийского автономного округа – Югры [1] как вид, состояние которого в природной среде требует особого внимания. Поэтому актуальным является возделывание растений в культуре с целью создания производственных плантаций. Изучение закономерностей роста и развития в новых почвенно-климатических условиях позволит исследовать специфику приспособления вида к новым условиям, провести оценку перспективности вида для культивирования в условиях г. Сургута.

В качестве объекта выбран зверобой продырявленный (*Hypericum perforatum* L.) – южнобореальный евроазиатский вид с обширным ареалом. Запасы его в природе незначительны, так как в ценозах он встречается спорадически и редко образует плотные заросли. Средняя урожайность надземной сырьевой фитомассы дикорастущих растений низкая. В интродукции использован сорт Оптимист, его урожайность достигает 160 ц/га,

урожайность семян 3,7 ц/га. Вегетационный период от всходов до полного цветения 83 дня, продолжительность цветения 53 дня [2]. *H. perforatum* – продуцент биологически активных веществ – нафтодиантроновых пигментов и флавоноидов, широко используется в народной и научной медицине, входит в фармакопеи многих стран. Препараты на его основе обладают вяжущим, противовоспалительным, антисептическим, антидепрессивным действием, а также воздействуют на вирусы герпеса, гепатита В, парагриппа 3 и др.

Исследования по интродукции зверобоя проводили на базе Ботанического сада г. Сургута в 2021–2024 гг. Климат региона континентальный, количество атмосферных осадков составляет 550–650 мм (максимальное количество в июле–августе), среднегодовая температура воздуха $-1...-3^{\circ}\text{C}$, средние температуры января $-20...-28^{\circ}\text{C}$, июля $+16,9...+18,5^{\circ}\text{C}$, абсолютный минимум -55°C , абсолютный максимум $+34^{\circ}\text{C}$. Характерной особенностью температурного режима территории является короткий безморозный период – 98 дней в году. Фенологические наблюдения проводили по методике И. Н. Бейдеман [3], учёт зимостойкости по общепринятым методикам, биометрия – по стандартным протоколам; статистическая обработка – по Б. А. Доспехову [4]. Статистический анализ выполнен средствами Microsoft Excel, применена описательная статистика: $\bar{x}$, min–max, размах, SD (выборочное), дисперсия (выборочная), SE, CV, коэффициент осцилляции. Вариабельность визуализирована на графике.

Растения зверобоя прорывленного в возрасте 60 дней высаживались в открытый грунт на делянки в июне 2021 г. На 30-й день после высадки приживаемость растений составляла 96%. К концу первого года жизни высота побегов зверобоя достигла 46 см, хотя по литературным данным в первый год жизни растения достигают незначительной высоты (около 25 см) и, как правило, не вступают в генеративную фазу [5]. В первый год развития у 55% растений наблюдалось массовое (хотя и не очень обильное) цветение. Длина развитого стеблевого листа варьировала от 1,5 до 2 см. На втором году жизни высота растений существенно увеличилась и достигла 60–75 см (максимальная высота – 79 см) (рис. 1). Прирост в высоту за второй вегетационный период составил 33,8 см. Число побегов в кусте варьировало от 18 шт. до 26 шт. Длина развитого стеблевого листа составляла 3,4 см. Цветение наступало с первой половины июля (5.07–7.07), средняя продолжительность периода цветения составляла 62 дня. Длина соцветия варьировала от 8,5 до 10 см, число цветков в среднем 51 шт./побег. Сходные данные о развитии растений 2 года жизни получены при культивировании зверобоя в республики Коми [5; 6].

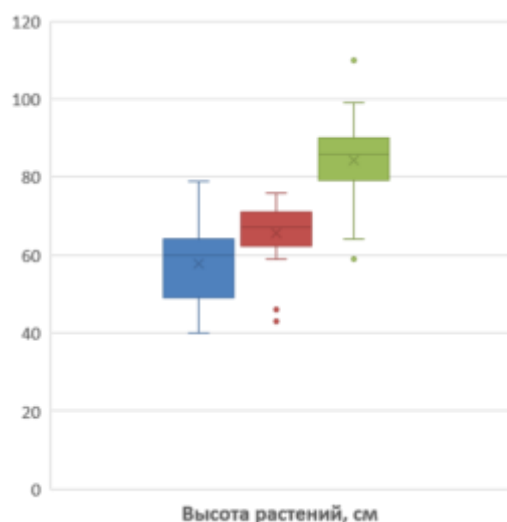


Рис. 1. Высота растений зверобоя на 2, 3 и 4 год

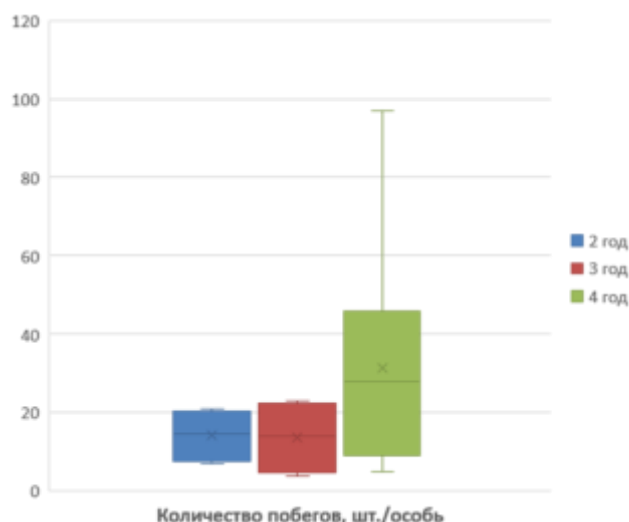


Рис. 2. Количество побегов на 1 растении зверобоя на 2, 3 и 4 год жизни

На третьем и четвертом году жизни в фазе цветения растения отличались несколько большей высотой (до 83,4 см, максимальная высота составляла 110 см) и большим числом побегов в кусте (32 шт., а в отдельных кустах до 97 шт.) (рис. 2). Длина развитого стеблевого листа достигала 4 см – на третий год развития и 4,2 см – на четвертый год. Ширина развитого стеблевого листа варьировала от 2,0 до 2,3 см. Длина соцветия к 4 году жизни увеличивается до 15 см, число цветков на побег – до 85 шт./побег.

Таблица 1.

Основные фенологические фазы зверобоя продырявленного в условиях г. Сургута (2022-24 гг.)

Год жизни	Отрастание		Бутонизация		Цветение			Плодоношение		
	Начало	Массовое	Начало	Массовое	Начало	Массовое	Конец	Начало	Массовое	Конец
2 и 3	01.06.	06.06.	08.07.	11.07.	23.07.	28.07.	20.09.	20.07.	07.08.	20.09.
4	01.06.	01.06.	08.07.	10.07.	21.07.	27.07.	20.09.	23.07.	10.08.	20.09.

Начало вегетации зверобоя продырявленного на второй и последующие годы культивирования приходится на начало мая, сразу после схода снега. В 2024 г. отмечено позднее отрастание растений (1.06), обусловленное холодной погодой в начале вегетационного периода (средняя температура воздуха в мае была на 4,3°С ниже нормы). Вегетативная фаза продолжалась 20–23 дня. Признаки бутонизации появляются, начиная с первой декады июля (8.07.2024 г.) Период цветения в 2024 г. у растений третьего и четвертого года жизни продолжался до конца сентября и составлял в среднем 68–71 день. Даты наступления основных фенологических фаз приведены в таблице 1.

В качестве лекарственного сырья используется трава зверобоя продырявленного. Ее заготавливают в фазу цветения до появления незрелых плодов, срезая облиственные верхушки побегов растений длиной до 25–30 см без грубых оснований стеблей [6]. Продуктивность растений зверобоя четвертого года жизни максимальная и составляет в среднем 243,8 г/особь (в некоторых кустах – 674 г/особь). У растений второго и третьего года жизни продуктивность значительно (в 3,5 раза) ниже – 68,5 и 70,4 г/особь соответственно. По литературным данным максимальная фитомасса возможна с третьего года жизни растений, а затем вероятно снижение к четвертому и последующим годам (до 6 года) в среднем в 8,8 раза [5]. Семена зверобоя продырявленного, неравномерно созревающие с начала августа в трехгнездных многосемянных коробочках, формируются в соцветиях как на главном, так и боковых побегах, долго не осыпаются.

Одним из важнейших показателей успешности введения растений в культуру, особенно в северном регионе, является зимостойкость. В первый год интродукции зверобоя продырявленного зимостойкость составляла 75%, на второй год отмечались незначительные выпадения растений после перезимовки (85%), а на третий и четвертый год выпадений не наблюдалось (100%).

В условиях г. Сургута *Hypericum perforatum* успешно проходит все фенофазы, демонстрируя высокую приживаемость и зимостойкость. Максимальные биометрические показатели и продуктивность растения зверобоя достигают на четвертом году жизни. Климатические аномалии начала сезона сдвигают сроки отрастания, но не препятствуют завершению жизненного цикла. Вид перспективен для промышленного возделывания и создания плантаций лекарственного сырья в регионе.

Работа выполнена в соответствии с государственным заданием по теме «Функциональные пищевые продукты и микроинкапсулированные ингредиенты на основе комплекса биологически активных соединений, выделенных из северных растений, выращенных в гидропонике с применением технологии микроклонального размножения (Юграбиофарм)» (приказ Депобрнауки ХМАО-Югры № 10-П-1534 от 20.06.2023).

Литература:

1. Красная книга Ханты-Мансийского автономного округа – Югры: животные, растения, грибы / отв. ред. В. П. Стариков. 3-е изд., перераб. и доп. Кемерово : Вектор-принт, 2024. 520 с.
2. «Госсорткомиссия» – государственная сортоиспытательная сеть. URL: <https://gossortrf.ru/registry/gosudarstvennyy-reestr-selektionnykh-dostizheniy-dopushchennykh-k-ispolzovaniyu-tom-1-sorta-rasteni/optimist-zveroboy-prodyryavlennyy/> (дата обращения: 24.11.2025).
3. Бейдеман И. Н. Методика фенологических наблюдений при геоботанических исследованиях. – Москва : Изд-во Академии наук СССР ; Ленинград, 1954. 131 с.
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. Москва : Агропромиздат, 1985. 351 с.
5. Эчишвили Э. Э. Зверобой продырявленный (*Hypericum perforatum* L.) в культуре на европейском Северо-Востоке / Э. Э. Эчишвили, Н. В. Портнягина, В. В. Пунегов, К. С. Зайнуллина. Сыктывкар : Коми НЦ УрО РАН, 2014. 120 с.
6. Мишуров В. П. Опыт интродукции лекарственных растений в среднетаежной подзоне Республики Коми / В. П. Мишуров, Н. В. Портнягина, К. С. Зайнуллина [и др.]. Екатеринбург : УрО РАН, 2003. 242 с.

УДК 633.87:631.53

ВЛИЯНИЕ СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА СВЕТА НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ И ПРОЦЕССЫ КАЛЛУСООБРАЗОВАНИЯ *DIGITALIS LANATA* EHRH. В УСЛОВИЯХ ГИДРОПОНИКИ И *IN VITRO*

Макарова Т. А., Живонос Н. В.

Сургутский государственный университет, Сургут;
e-mail: makarova_ta@surgu.ru

Аннотация. В данном исследовании показано, что спектральный состав света при выращивании материнских растений *Digitalis lanata* Ehrh. в условиях гидропоники оказывает существенное влияние на морфометрические параметры растений, в дальнейшем – на морфогенез и консистенцию каллусной ткани в культуре *in vitro*.

Ключевые слова: *Digitalis lanata* Ehrh., гидропоника, условия *in vitro*, каллусная культура, питательная среда.

INFLUENCE OF THE SPECTRAL COMPOSITION OF LIGHT ON MORPHOMETRIC PARAMETERS AND THE PROCESS OF CALLUS FORMATION IN *DIGITALIS LANATA* EHRH. UNDER HYDROPONIC AND *IN VITRO* CONDITIONS

Makarova T. A., Zhivonos N. V.

Surgut State University, Surgut;
e-mail: makarova_ta@surgu.ru

Abstract. This study demonstrates that the spectral composition of light used for growing mother plants of *Digitalis lanata* Ehrh. under hydroponic conditions significantly influences the morphometric parameters of the plants and, subsequently, the morphogenesis and consistency of callus tissue in *in vitro* culture.

Keywords: *Digitalis lanata* Ehrh., hydroponics, *in vitro* conditions, callus culture, nutrient medium.

Представители рода *Digitalis* L. (семейство Plantaginaceae) являются источником ценных для фармацевтики вторичных метаболитов, таких как сердечные гликозиды (карденолиды), стероидные гликозиды, фенольные соединения, флавоноиды [4]. Основными источниками карденолидов, используемых в медицине, являются *Digitalis lanata* Ehrh. (наперстянка шерстистая) и *D. purpurea* L. (наперстянка пурпурная). Сердечные гликозиды до сих пор получают методом экстракции из натурального растительного сырья, т. к. химический синтез данных соединений является дорогостоящим. В современных условиях культивирования лекарственных растений особую актуальность приобретает применение биотехнологических методов, среди которых наиболее перспективными являются гидропоника и культура клеток *in vitro*.

В связи с актуальностью проблемы целью нашей работы стало изучение влияния спектрального состава света на морфометрические показатели материнских растений *Digitalis lanata* Ehrh. при выращивании в гидропонике и, в дальнейшем, на способность эксплантов к каллусообразованию *in vitro*.

Материалы и методы исследований: *Digitalis lanata* культивировали на гидропонной установке вертикального типа в режиме периодического подтопления, при 16-часовом фотопериоде в двух вариантах освещения: монохромном белом свете и полихромном красно-сине-белом (соотношение диодов 32:16:32 соответственно) [3]. Растения выращивали из семян в минераловатном субстрате в период с марта по июль. Для получения каллусных культур *D. lanata* применяли листовые экспланты размером 1×2 см. Для поверхностной стерилизации эксплантов использовали 0,1%-ный раствор сулемы (HgCl₂) в экспозиции 5 мин с последующим 5-кратным промыванием в стерильной дистиллированной воде. Экспланты выращивали на твердой питательной среде Мурасиге и Скуга (MS), дополненной различными фитогормонами: 2,4-Д (2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота) (Китай) в концентрации 3 мг/л, 6-БАП (6-бензиламинопурин) (Acros Organics, Россия) – 6 мг/л, ИУК (индол-3-уксусная кислота) (БиолоТ, Россия) – 3 мг/л, традиционными методами [2]. Экспланты культивировали в течение 4 недель в темноте (термостат) при температуре +24°C, затем в условиях световой комнаты при освещении белыми и красными светодиодами (в соотношении 33:27) при плотности фотосинтетического светового потока (PPFD) 72 мкмоль/с/м².

При выращивании растений в гидропонике определяли морфометрические показатели растений (высоту, количество листьев, длину и ширину листьев), в культуре *in vitro* – частоту каллусообразования: по количеству эксплантов, давших каллус, от общего числа эксплантированных (%) и интенсивность роста каллуса по глазомерной шкале: + – низкая интенсивность роста; ++ – средняя интенсивность роста; +++ – высокая интенсивность роста [1]. Статистическая обработка данных – с использованием Microsoft Office Excel 2016.

Результаты исследований: при выращивании наперстянки *Digitalis lanata* в условиях гидропоники отмечено, что морфометрические параметры растений значительно варьируют от условий освещения. Так, растения, выращенные под красно-сине-белыми (КСБ) светодиодами, продемонстрировали более интенсивный рост по ряду параметров по сравнению с белыми светодиодами (контроль). Средняя высота растений *D. lanata* под КСБ-лампами составила 14,25 ± 0,25 см, под белыми – 10,0 ± 2,7 см, средняя длина листьев составила 10,5 ± 3 см, в контроле – 8,0 ± 2,2 см, средняя ширина – 4,3 ± 1,2 см, в контроле – 2,7 ± 0,8 см. По количеству листьев наблюдалась обратная тенденция: под белым светом количество листьев в 2 раза больше, чем под красно-сине-белым светом. Это может свидетельствовать о стратегии адаптации растений: при менее эффективном белом спектре растение компенсирует это увеличением количества, а не площади ассимилирующих органов.

При выращивании *D. lanata* в условиях *in vitro* наблюдались существенные различия в процессах каллусообразования и морфологии клеточных культур у эксплантов, полученных от растений, культивируемых в условиях различной освещённости (табл. 1).

Таблица 1.

Интенсивность и частота образования каллуса у *D. lanata* в культуре *in vitro*
в зависимости от условий выращивания материнских растений

Условия выращивания материнских растений	Питательная среда MS и концентрация фитогормонов		Частота образования каллуса, %	Интенсивность роста каллуса
	6-БАП (6 мг/л), ИУК (3 мг/л)	2,4-Д (3 мг/л)		
Белые лампы	-	+	60	++
Цветные (КСБ-лампы)	-	+	30	++
Цветные (КСБ-лампы)	+	-	100	+++
Белые лампы	+	-	100	+++

Питательная среда MS в сочетании с фитогормонами 6-БАП в концентрации 6 мг/л и ИУК 3 мг/л, независимо от типа освещения материнских растений в условиях гидропонии, в культуре *in vitro* способствовала 100% формированию каллуса с максимальной

интенсивностью роста (табл. 1). В обоих вариантах каллусная ткань развивалась по типу ризогенеза. У эксплантов, полученных от растений, культивируемых в гидропонике под цветными лампами, формирование адвентивных корней характеризовалось равномерным распределением по всей поверхности каллусной ткани, активным ростом в длину, интенсивным ветвлением и наличием хорошо развитых корневых волосков. Под белыми фитолампами отмечалась аналогичная равномерность закладки корней, однако их морфология существенно отличалась: формировались корни разной длины, признаки ветвления и корневые волоски практически отсутствовали.

Исследование влияния спектрального состава освещения на формирование каллусной ткани из листовых эксплантов *D. lanata* на питательной среде MS с добавлением 2,4-Д показало существенные различия в эффективности каллусогенеза в зависимости от типа освещения материнских растений. При культивировании под белыми лампами частота образования каллуса достигала 60%, тогда как использование комбинированного освещения (красно-сине-белые лампы) обеспечивало лишь 30% формирования каллусной ткани. Отмечено, что интенсивность роста каллусной массы в обоих вариантах характеризовалась как средняя. При этом у эксплантов, полученных от растений, культивируемых под белыми лампами формировался плотный каллус, под цветными – рыхлый.

Цитологические исследования каллусной ткани показали, что плотный каллус образован меристемоподобными и паренхимными клетками, рыхлый – однородными паренхимоподобными бело-желтыми клетками. Меристематические клетки имеют изодиаметрическую форму, крупное ядро в центре, отличаются небольшими размерами и располагаются плотными скоплениями. Паренхимные клетки имеют удлиненную форму, ядро, смещенное к клеточной стенке и располагаются между меристематическими клетками. Полученная каллусная ткань является ценным биологическим материалом для создания суспензионных клеточных культур (рыхлая) и объектом всестороннего анализа химического состава клеток *Digitalis lanata in vitro*.

Заключение. Полученные данные свидетельствуют о том, что спектр света, используемый на этапе выращивания материнских растений, оказывает существенное влияние на морфогенетический потенциал эксплантов *D. lanata* в культуре *in vitro*.

Литература:

1. Бугара И. А. Получение каллусных культур *Mentha piperita* L. и их цитологическая характеристика при выращивании на питательных средах с различной концентрацией селена / И. А. Бугара, О. А. Мальцева // Уч. зап. Таврического нац. ун-та им. В.И. Вернадского. Сер. «Биология, химия». 2011. Т. 24 (63). № 4. С. 17-23.
2. Бутенко Р. Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнологии на их основе : Учеб. пособие. Москва : ФБК-Пресс, 1999. 160 с.
3. Микрклональное размножение наперстянки пурпурной (*Digitalis purpurea* L.) и адаптация регенерантов методом гидропонии / П. Н. Макаров, С. С. Макаров, Т. А. Макарова [и др.] // Изв. ТСХА. 2024. Вып. 4. С. 53-69.
4. Kreis W. Biochemistry of sterols, cardiac glycosides, brassinosteroids, phytoecdysteroids and steroid saponins / W. Kreis, F. Muller-Uri // Annual Plant Reviews. 2010. Vol. 40. P. 304-363.

УДК 573.7 : 57.017

ХАРАКТЕРИСТИКА ВЕРМИКОПОСТИРОВАННЫХ СУБСТРАТОВ И ФИТОТОКСИЧНОСТЬ ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ НИХ МИКРОМИЦЕТОВ

Мандрик А. Д., Ямпольская Т. Д.

*Сургутский государственный университет, Сургут;
e-mail: mandrik221b@gmail.com*

Аннотация. В результате исследования различных вариантов вермикомпостированных субстратов установлено снижение влажности субстратов в результате длительного компостирования и увеличение фитотоксического воздействия на тест-культуру. Выделенные из образцов субстратов некоторые виды микроскопических грибов показали крайне высокий эффект торможения.

Ключевые слова: вермикомпостированные субстраты, микроскопические грибы, тест-культуры, фитотоксичность, эффект торможения.

CHARACTERISTICS OF VERMICOMPOSTED SUBSTRATES AND THE PHYTOTOXICITY OF MICROMYCETES ISOLATED FROM THEM

Mandrik A. D., Yampolskaya T. D.

*Surgut State University, Surgut;
e-mail: mandrik221b@gmail.com*

Abstract. A study of various vermicomposted substrates revealed a decrease in substrate moisture content after prolonged composting and an increase in the phytotoxic effect on the test culture. Certain species of microscopic fungi isolated from the substrate samples demonstrated an extremely high inhibitory effect.

Keywords: vermicomposted substrates, microscopic fungi, test cultures, phytotoxicity, inhibitory effect.

Пищевые производства каждый год увеличивают объемы, следовательно, возрастает количество отходов, которое необходимо утилизировать [4]. Но не все методы являются экологичными, поэтому люди используют более безопасный и экологически чистый метод утилизации отходов при помощи компостных червей [1].

Микроскопические грибы играют важную роль в процессе вермикомпостирования, влияя на разложение органических материалов и качество конечного продукта [7]. Многие нитевидные грибы разлагают макромолекулярные субстраты, особенно углеводы. Гифальный способ роста обеспечивает нитчатым грибам преимущество при колонизации твердых субстратов и использовании доступных питательных веществ [3].

Цель исследования: оценка качества вермикомпоста и изучение физиологии и биохимии микроскопических грибов, выделенных из вермикомпостированных субстратов.

Экспериментальные исследования проводились в лабораториях кафедры биологии и биотехнологии на базе Сургутского государственного университета в период 2023–2025 гг. Объектами исследования являлись образцы субстратов со временем вермикомпостирования 60 суток и 120 суток. Каждый вариант опыта имел контроль (без червей). Таким образом в анализе участвовало 28 образцов.

Таблица 1.

Параметры влажности и водородного показателя субстратов

№ субстрата, (сутки)	Влажность, %	pH, ед.
1, (60 сут)	71,69 ± 1,65	8,7
2, (60 сут)	51,63 ± 1,34	7,2
3, (60 сут)	58,16 ± 1,24	7,1
4, (60 сут)	62,69 ± 0,34	8,5
5, (60 сут)	58,84 ± 1,34	7,5
6, (60 сут)	70,11 ± 0,39	7,3
7, (60 сут)	63,5 ± 1,74	7,4
1к, (60 сут)	44,87 ± 0,76	7,6
2к, (60 сут)	56,32 ± 8,85	7,9
3к, (60 сут)	72,96 ± 1,03	8,4
4к, (60 сут)	78,62 ± 2,44	8,0
5к, (60 сут)	78,44 ± 4,17	8,1
6к, (60 сут)	77,58 ± 0,28	7,7
7к, (60 сут)	84,48 ± 1,36	6,9
1, (120 сут)	42,95 ± 4,2	7,24 ± 0,05
2, (120 сут)	37,41 ± 1,19	7,09 ± 0,05
3, (120 сут)	40,13 ± 3,51	7,12 ± 0,03
4, (120 сут)	51,56 ± 2,39	7,4 ± 0,04
5, (120 сут)	43,22 ± 1,5	7,4 ± 0,03
6, (120 сут)	42,29 ± 2,03	7,18 ± 0,07
7, (120 сут)	32,95 ± 0,57	7,23 ± 0,09
1к, (120 сут)	54,42 ± 4,79	7,15 ± 0,08
2к, (120 сут)	44,09 ± 3,25	6,79 ± 0,04
3к, (120 сут)	43,08 ± 1,65	7,17 ± 0,14
4к, (120 сут)	32,45 ± 3,83	6,37 ± 0,05
5к, (120 сут)	49,85 ± 0,17	7,20 ± 0,07
6к, (120 сут)	39,88 ± 1,83	7,23 ± 0,22
7к, (120 сут)	29,79 ± 1,66	7,12 ± 0,26
Контроль (дистиллированная вода)		7,0

Одними из основных показателей являются влажность и водородный показатель – они влияют на биохимические процессы, жизнедеятельность червей и микроорганизмов (табл. 1).

Согласно ГОСТ Р 56004–2014 «Удобрения органические. Вермикомпосты. Технические условия» по физико-химическому показателю влажность вермикомпостированных субстратов должна быть не менее 50% [2]. Для получения удобрения с высоким содержанием гумусовых веществ оптимальная влажность должна быть в пределах 75–80%. Исходя из данных табл. 1, образцы, вермикомпостированные 120 суток, кроме № 4 и № 1к, не соответствуют требованиям ГОСТ, их значения не достигают норм государственного стандарта. Оптимальная продолжительность компостирования – 60 суток.

Согласно вышеуказанному ГОСТ, по физико-химическому показателю активности водородных ионов должен составлять 6,0–8,0 ед. pH. По данным табл. 1, образцы № 1 (60 сут), № 4 (60 сут), № 3к (60 сут) и № 5к (60 сут) не соответствуют требованиям ГОСТ. На активность водородных ионов также повлияло время компостирования. Увеличение длительности компостирования оптимизировало уровень кислотности до оптимального.

Оценка токсичности субстратов определялась методом проростков овса посевного (*Avena sativa*) в качестве тест-культуры. Учитывалась энергия прорастания, а также длина подземной и надземной части (табл. 2).

Таблица 2.

Определение фитотоксичности образцов вермикомпоста

№ образца, сутки	Энергия прорастания, %	Средняя величина наземной части, см	Средняя величина подземной части, см	Эффект торможения Е _т , %
60 суток				
1	100 ± 0	6,55 ± 0,56	2,93 ± 0,55	70,02
2	35 ± 0,05	0,04 ± 0,02	0,28 ± 0,11	97,71
3	90 ± 0,2	9,75 ± 0,88	2 ± 0,56	83,63
4	90 ± 0,1	0,52 ± 0,18	0,93 ± 0,15	92,39
5	100 ± 0	3,45 ± 0,51	2,55 ± 0,56	79,13
6	90 ± 0,1	0,73 ± 0,21	0,96 ± 0,12	92,14
7	100 ± 0	7,84 ± 0,59	5,68 ± 0,49	53,52
1к	60 ± 0,2	0,5 ± 0,19	0,65 ± 0,33	94,68
2к	80 ± 0,45	4,45 ± 0,92	2 ± 0,56	83,63
3к	100 ± 0	7,54 ± 0,57	6,42 ± 0,49	47,46
4к	65 ± 0,05	0,04 ± 0,02	0,31 ± 0,07	97,46
5к	50 ± 0,1	0,7 ± 0,29	1,55 ± 0,48	87,32
6к	50 ± 0,5	0,2 ± 0,9	0,63 ± 0,16	94,84
7к	85 ± 0,05	1,9 ± 0,36	1,75 ± 0,54	85,68
Контроль (дистиллированная вода)	100 ± 0	7,38 ± 0,58	10,42 ± 0,51	0
120 суток				
1	75 ± 0,05	4,36 ± 0,58	4,50 ± 0,3	63,18
2	80 ± 0,1	1,48 ± 1,7	1,17 ± 0,18	90,43
3	90 ± 0,05	5,97 ± 0,59	4,22 ± 0,42	65,47
4	70 ± 0,2	4,77 ± 0,68	3,50 ± 0,48	71,36
5	85 ± 0,1	3,33 ± 0,48	1,96 ± 0,3	83,96
6	90 ± 0	1,50 ± 0,21	1,46 ± 0,18	88,05
7	80 ± 0,1	6,58 ± 1,11	6,28 ± 0,88	48,61
1к	80 ± 0	4,18 ± 0,54	2,88 ± 0,41	76,43
2к	80 ± 0,1	4,45 ± 0,32	2 ± 0,35	83,63
3к	95 ± 0,05	7,54 ± 0,34	6,42 ± 0,21	47,46
4к	65 ± 0,1	0,04 ± 0	0,31 ± 0,07	97,46
5к	90 ± 0	0,7 ± 0,12	1,55 ± 0,23	87,32
6к	85 ± 0,05	0,2 ± 0,38	0,63 ± 0,12	94,84
7к	70 ± 0,1	1,9 ± 0,57	1,75 ± 1,04	85,68
Контроль (дистиллированная вода)	100 ± 0	9,13 ± 0,57	12,22 ± 0,43	0

Из полученных данных (табл. 2): практически все образцы превысили пороговое значение эффекта торможения, равное 50%, что, соответственно, отрицательно влияет на прорастание семян. Это объясняется тем, что субстраты, компостированные 60 суток, имели высокий уровень влажности, что способствовало развитию патогенных микроорганизмов.

Микроскопические грибы – важнейший компонент микробного сообщества почвы. Они разлагают органические вещества и образуют различные биологически активные соединения, в т. ч., токсины [6]. В итоге выделено 9 чистых культур, принадлежащих к 4 родам. Из культур грибов получали суспензию спор после глубинного культивирования, которой заражали тест-культуры горох посевной (*Pisum sativum*) и редька масличная (*Raphanus sativus*) для определения фитотоксичности. При этом учитывались энергия прорастания, эффект торможения и величины надземной и подземной частей (рис. 1-4).

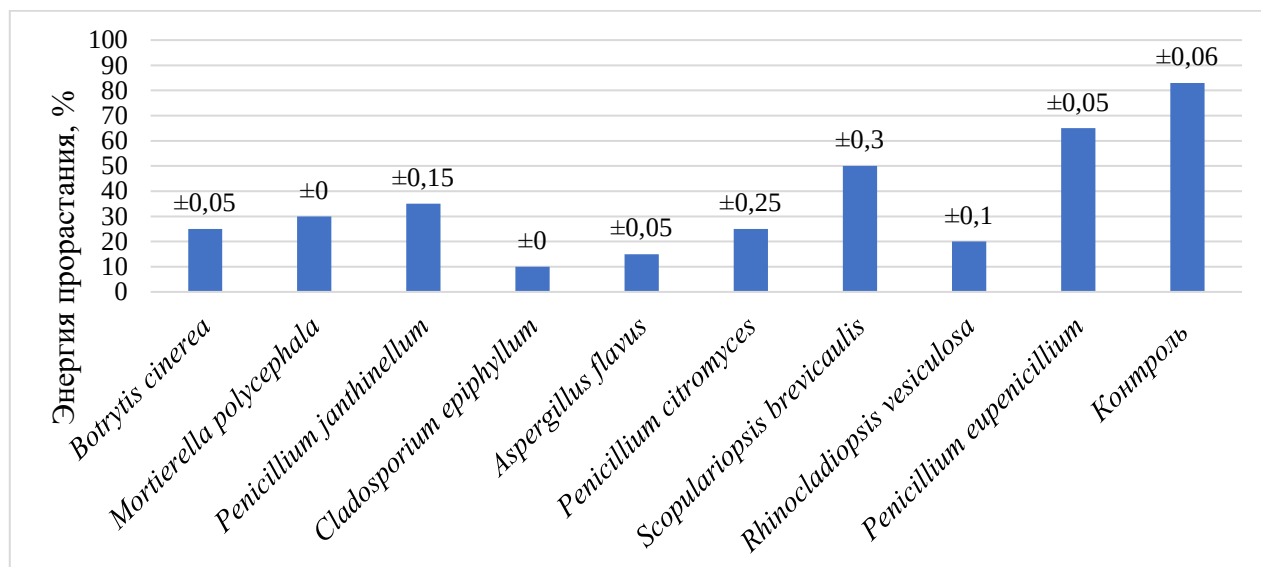


Рис. 1. Энергия прорастания тест-культуры гороха посевного (*Pisum sativum*) при заражении выделенными изолятами микроскопических грибов

В контрольной среде тест-культуры показали хорошую всхожесть (60–80%), что свидетельствует о наличии сильного фитотоксического воздействия, особенно выражено подавление развития корневой системы. Также изоляты подавили развитие надземной части тест-культуры гороха посевного (*Pisum sativum*). Наибольший процент прорастания выявлен при заражении изолятами рода *P. janthinellum*, *P. eurenchillium* и *Sc. brevicaulis* (рис. 1).

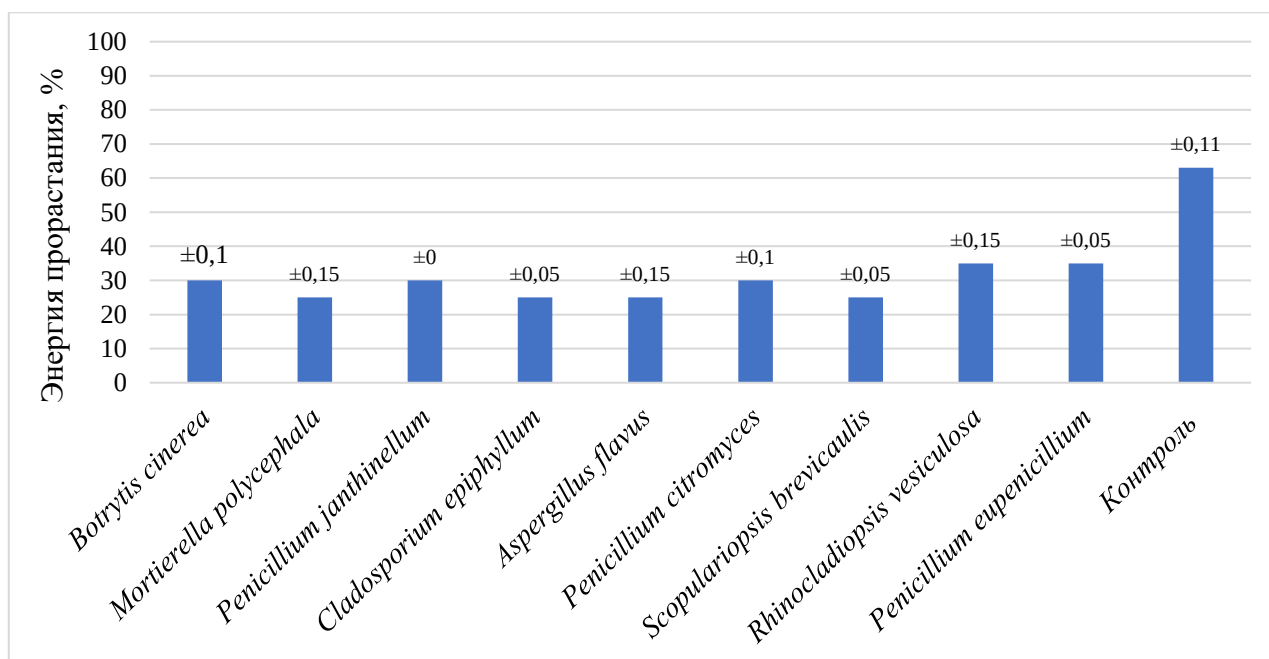


Рис. 2. Энергия прорастания тест-культуры редьки масличной (*Raphanus sativus*) при заражении выделенными изолятами микроскопических грибов

Эффект торможения для всех изолятов превысил 50%. Средний эффект торможения на тест-культуре гороха посевного – 74%. Наибольший процент торможения показал *Cladosporium epiphyllum* – 79%, а наименьший – *Scopulariopsis brevicaulis* – 67%. Данная тест-культура показала стабильные результаты, но при этом наблюдалось явное подавление развития надземной части (рис. 3).

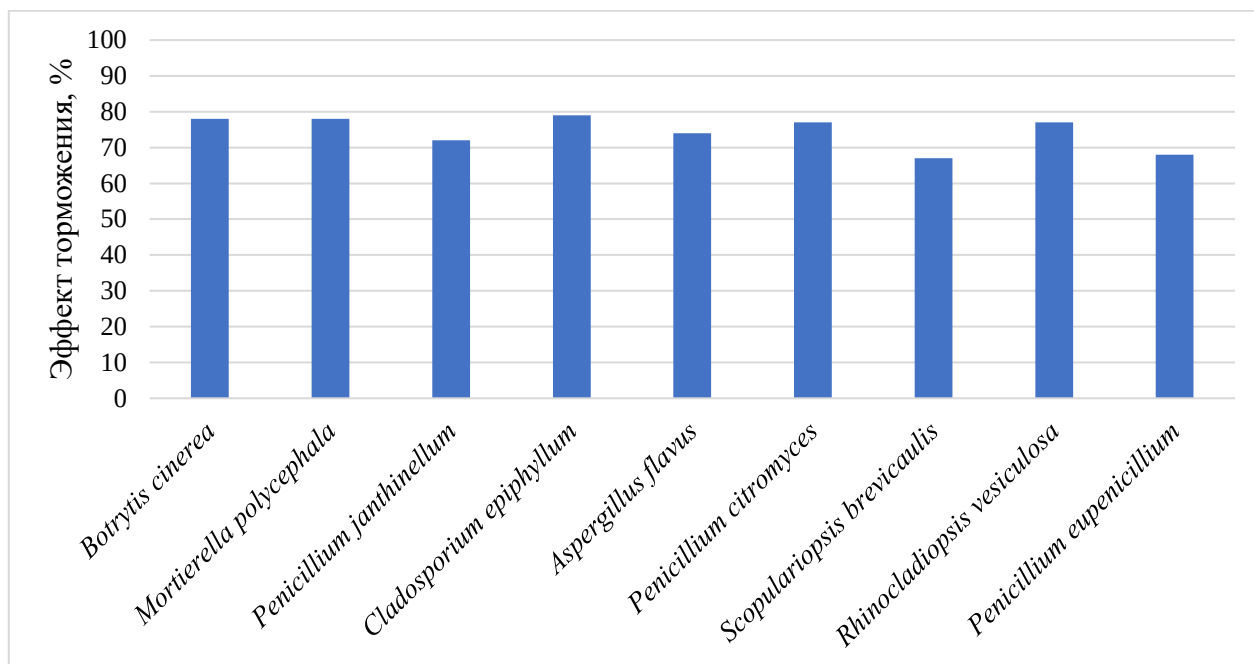


Рис. 3. Эффект торможения тест-культуры гороха посевного (*Pisum sativum*) при заражении выделенными изолятами микроскопических грибов

Редька масличная (*Raphanus sativus*) оказалась более чувствительной к фитотоксическому воздействию тест-культурой [5]. Изоляты грибов *Mortierella polycephala* и *Rhinocladiopsis vesiculosa* показали самый высокий процент эффекта торможения, а средняя величина подземной части оказалась наименьшей. Напротив, изолят *Penicillium janthinellum* показал наименьший процент токсического действия, а средняя величина поземной части являлась наибольшей (рис. 4).

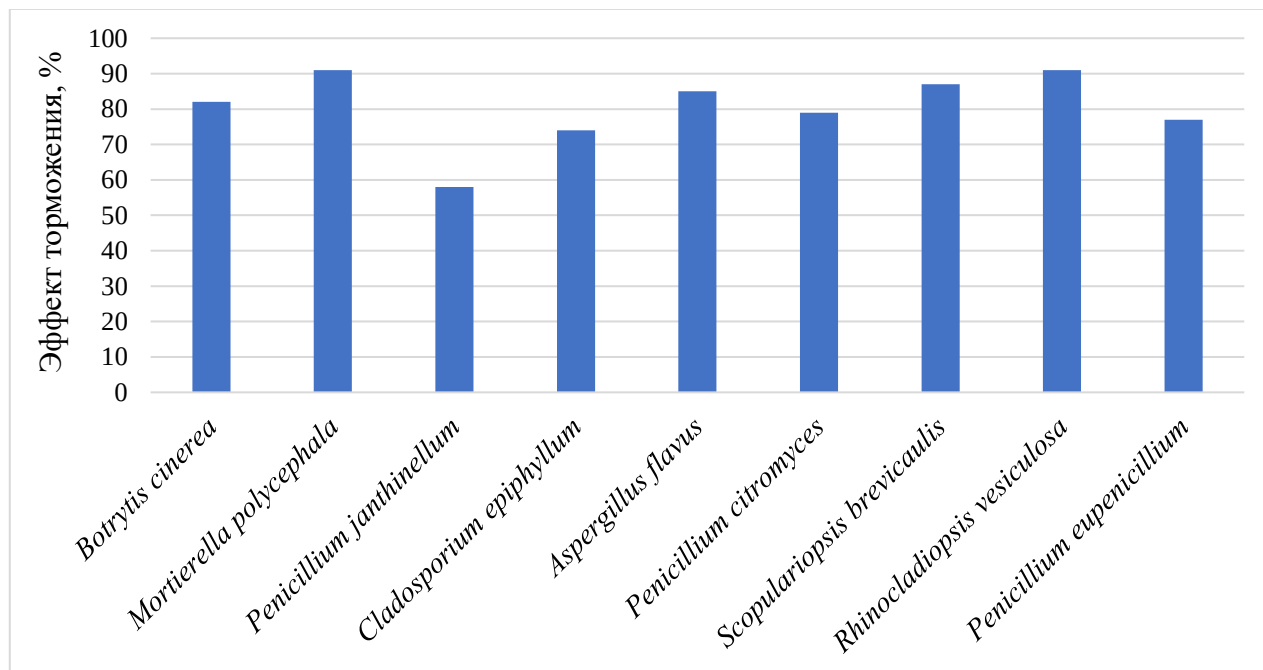


Рис. 4. Эффект торможения тест-культуры редьки масличной (*Raphanus sativus*) при заражении выделенными изолятами микроскопических грибов

Хоть *Mortierella* и не является патогенным микромицетом, но в некоторых случаях может проявлять фитопатогенные свойства. Одним из факторов может выступать переувлажнение. В этом случае микромицет переключается на анаэробный метаболизм, в процессе которого могут выделяться фитотоксины (ацетат, фенол) [8].

Таким образом, длительное компостирование снижает влажность субстратов, а наиболее оптимальной продолжительностью компостирования является длительность 60 суток. Вермикомпосты оказали положительное влияние на прорастание семян, демонстрируя хорошо развитую надземную и подземную часть тест-культуры. Но в то же время эффект фитотоксичности составил около 80%, что значительно превышает пороговое значение. Наиболее активными продуцентами микотоксинов оказались *Mortierella polycephala*, *Rhinochloidiopsis vesiculosa* и *Cladosporium epiphyllum*, показавшие наибольший процент эффекта торможения на двух тест-культурах.

Литература:

1. Акбасова А. Д. Влияние пероксида кальция на процесс вермикомпостирования // Актуальные вопросы в научной работе и образовательной деятельности : м-лы междунар. науч. -практ. конф. Ч. 9. Тамбов, 2014. С. 8.
2. ГОСТ Р 56004–2014. Удобрения органические. Вермикомпосты. Технические условия. Москва : Стандартинформ, 2014. 12 с.
3. Ножевникова А. Н. Состав микробного сообщества на разных стадиях компостирования, перспектива получения компоста из муниципальных органических отходов (обзор) / А. Н. Ножевникова, В. В. Миронова // Прикладная биохимия и микробиология. 2019. Т. 55. № 3. С. 211-221.
4. Соколов М. С. Методология и показатели санитарно-микробиологического контроля безопасности почвы / М. С. Соколов, С. М. Чеснокова, Н. В. Чугай // Биологические методы оценки качества объектов окружающей среды : Учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 2. Методы биотестирования. Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2008. С. 92.
5. Чердакова А. С. Изменение фитотоксичности почв, загрязненных нефтепродуктами, в процессе их микробиологической ремедиации при внесении гуминовых препаратов / А. С. Чердакова, С. В. Гальченко // Вестник РУДН. 2020. № 4. С. 336-348.
6. Широких А. А. Грибы в биомониторинге наземных экосистем / А. А. Широких, А. В. Колупаев // Теоретическая и прикладная экология. 2009. № 3. С. 4-14.
7. Idris A. Biotreatment of Sludge and Reuse / A. Idris, K. Saed, Y. Hang // Environmental Bioengineering. 2010. Vol. 11. P. 179.
8. Zhang X. Anaerobic metabolism in *Mortierella alpina*: Acetate and ethanol production under hypoxia / X. Zhang, X. Li, H. Yang // Applied Microbiology and Biotechnology. 2021. Vol. 105(12). P. 5123-5135.

УДК 574.5

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРЕСНОВОДНЫХ МАЛАКОЦЕНОЗОВ ИМПАКТНОГО И ФОНОВОГО УЧАСТКОВ ПОЙМЫ ОБИ В ОКРЕСТНОСТЯХ г. СУРГУТА

Пономарев М. П.^{*1}, Бабушкин Е. С.¹, Винарский М. В.^{1,2}, Дунаева Д. В.¹

¹ Сургутский государственный университет, г. Сургут;

^{*e-mail:} ponomarev_mp@surgu.ru

² Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург

Аннотация. На основе качественных и количественных показателей выявлены характеристики сообществ пресноводных моллюсков импактного и фоновых районов Среднего Приобья в окрестностях Сургута, выполнено сравнение состояния обследованных водных экосистем.

Ключевые слова: моллюски, водные экосистемы, Среднее Приобье, оценка состояния, мониторинг.

COMPARATIVE ANALYSIS OF FRESHWATER MALACOCENOSES OF THE IMPACT AND BACKGROUND SECTIONS OF THE OB RIVER FLOODPLAIN IN THE VICINITY OF SURGUT

Ponomarev M. P.^{1*}, Babushkin E. S.¹, Vinarski M. V.^{1,2}, Dunaeva D. V.¹

¹ Surgut State University, Surgut;

^{*e-mail:} ponomarev_mp@surgu.ru

² Saint Petersburg State University, Saint Petersburg

Abstract. Based on qualitative and quantitative indicators, the characteristics of freshwater mollusk communities in the impact and background areas of the Middle Ob region near Surgut were identified, and the state of the surveyed aquatic ecosystems was compared.

Keywords: mollusks, aquatic ecosystems, Middle Ob region, state assessment, monitoring.

Сургут – индустриальный центр и крупный город в бассейне одной из крупнейших рек мира – Оби. Экосистемы реки испытывают множественное негативное влияние хозяйственной деятельности человека и если в русле реки поллютанты переносятся на значительные расстояния, то экосистемы поймы более подвержены влиянию локальных негативных факторов от объектов, находящихся в непосредственной близости [1; 2].

При проведении мониторинга состояния водоемов и водотоков Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) использует преимущественно физико-химические методы анализа природных вод [1, с. 16–22]. Несмотря на декларирование важной роли биологического мониторинга на основе качественных и количественных показателей сообществ гидробионтов [1; 3; 4], на практике он осуществляется редко. Вероятно, причины этого кроются в трудоемкости и затратности подхода, дефиците квалифицированных специалистов для его осуществления.

Целью нашего исследования было сравнение импактного и фоновых участков поймы р. Обь в районе г. Сургута на основе качественных и количественных показателей сообществ пресноводных моллюсков.

В качестве фонового участка мы выбрали пойму Оби северо-западной части заказника «Сургутский», где запрещена хозяйственная деятельность; в качестве импактного – бассейн малой реки Калинина, западнее Сургута. На последнем находятся объекты добычи, переработки и транспорта нефти, автодороги, населенные пункты; его водные объекты значительно трансформированы.

Пресноводные малакоценозы обоих участков изучены нами в 2024 г. Для выявления видового состава моллюсков собирали стандартными методами [5; 6] – непосредственно руками, либо при помощи гидробиологического скребка и ручной закидной драги. Драга и скребок использованы и при взятии количественных проб, при этом облавливали площадь дна или зарослей макрофитов в один квадратный метр или более, в последнем случае данные учетов пересчитывали на один квадратный метр. Видовая идентификация материала проведена по морфологическим признакам при помощи определителей и специальной литературы [5–11]. В ряде случаев определения подтверждены при помощи ДНК-штрихкодирования, выполненного по методикам, описанным нами ранее [12; 13]. Статистическая обработка данных выполнена в программе PAST 4.13 [14].

Непосредственное сравнение видового богатства пресноводных моллюсков заказника «Сургутский» и бассейна р. Калинина затруднено по причине неодинакового исследовательского усилия в этих районах. Сборы моллюсков в заказнике выполнены в ходе непродолжительной экспедиции, всего отобрано 27 проб. Напротив, в бассейне р. Калинина были организованы стационарные работы в течение практически всего безледного периода 2024 г., отобрано 96 проб. Для того, чтобы можно было сравнить видовое богатство моллюсков этих районов, мы выполнили экстраполяцию полного видового богатства с помощью алгоритма Chao2 для каждого набора данных. При практически одинаковом уровне наблюдаемого видового богатства пресноводных моллюсков заказника «Сургутский» – 31 и бассейна р. Калинина – 33, ожидаемое число видов в этих районах значительно различалось – 50 и 42 вида соответственно. Кривые накопления видов (species accumulation curves) также свидетельствуют о большем ожидаемом видовом богатстве заказника – на уровне чуть более 30 видов кривая, соответствующая особо охраняемой природной территории (далее ООПТ) (рис. 1А), близка к прямой линии, направленной под углом 45° от начала координат, при том же числе видов кривая, соответствующая бассейну р. Калинина (рис. 1Б), практически выходит на плато.

Фаунистическое сходство двух районов можно назвать умеренным, коэффициент сходства Серенсена составил 0,56, общими являются только 18 видов.

Зоогеографический облик фауны – палеарктический, в каждом районе более половины зарегистрированных видов имеют палеарктическое распространение. На определенное значение р. Оби в качестве зоогеографического барьера указывают большая доля западно-палеарктических видов и меньшая – сибирских, на левом берегу (заказник «Сургутский»), 22,6% и 6,5%, соответственно; по сравнению с правым (бассейн р. Калинина), – 9,1% и 15,2%, соответственно. Однако, на результаты может влиять разное исследовательское усилие в этих районах.

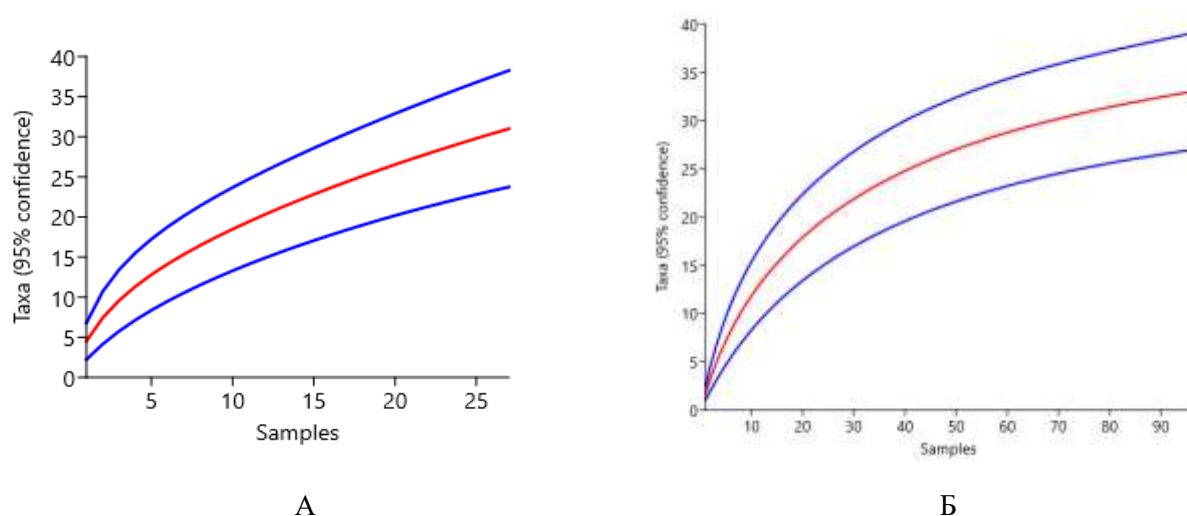


Рис. 1. Кривые разрежения (накопления видов), построенные на основе данных о встречаемости моллюсков в пресноводных местообитаниях: (А) заказника «Сургутский», (Б) бассейна р. Калинина (Среднее Приобье). Синие кривые – границы доверительного интервала

Несмотря на то, что наблюдаемое видовое богатство моллюсков было выше в бассейне р. Калинина, в заказнике «Сургутский» выявлены виды, не встреченные на первом участке. Во-первых, это реофильные виды *Sphaerium asiaticum* (E. von Martens, 1864) и *Pisidium amnicum* (O. F. Müller, 1774), отсутствие которых в бассейне р. Калинина свидетельствует об отсутствии подходящих для них местообитаний с постоянным течением воды, следовательно, о меньшем разнообразии биотопов этого района. Во-вторых, в заказнике обнаружен редкий вид брюхоногих моллюсков *Gyraulus riparius* (Westerlund, 1865) – находка подтверждает целесообразность особой охраны экосистем ООПТ.

При сравнении обилия пресноводных моллюсков двух обследованных районов в наиболее распространенных водных экосистемах – пойменных водоемах, в июле, как плотность, так и биомасса моллюсков в заказнике «Сургутский» были статистически значимо (критерий Манна–Уитни; 0,0078 и 0,0159 соответственно) выше, чем в бассейне р. Калинина и достигали в среднем 122 экз./м² и 1,4 г/м².

Таким образом, следующие выявленные нами параметры: большие ожидаемое видовое богатство и обилие, находки редких видов пресноводных моллюсков, а также большее разнообразие биотопов в заказнике «Сургутский» могут быть использованы в качестве показателей более благополучного состояния сообществ и экосистем ООПТ в сравнении с таковыми бассейна р. Калинина. Результаты исследований могут быть использованы при организации мониторинга водных экосистем Среднего Приобья.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда и Ханты-Мансийского автономного округа – Югры, проект № 25-14-20058.

Литература:

1. Качество поверхностных вод Российской Федерации. Ежегодник за 2024 г. / Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Ростов-на-Дону : Гидрохимический институт, 2025. 451 с.
2. Качество поверхностных вод Российской Федерации. Информация о наиболее загрязненных водных объектах Российской Федерации (Приложение к Ежегоднику за 2024 г.) / Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Ростов-на-Дону : Гидрохимический институт, 2025. 155 с.

3. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / под ред. В. А. Абакумова. Санкт-Петербург : Гидрометеиздат, 1992. 317 с.
4. Методы гидробиологических исследований внутренних вод / А. В. Крылов, И. А. Барышев, Д. М. Безматерных [и др.]; под ред. А. В. Крылова. Ярославль : Филигрань, 2024. 592 с.
5. Старобогатов Я. И. Моллюски / Я. И. Старобогатов, Л. А. Прозорова, В. В. Богатов, Е. М. Саенко; под ред. С. Я. Цалолихина // Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т.6. Санкт-Петербург : Наука, 2004. С. 6-492.
6. Андреева С. И. Определитель пресноводных брюхоногих моллюсков (Mollusca: Gastropoda) Западной Сибири. Ч. 1. Gastropoda: Pulmonata. Вып. 1. Семейства Acroloxidae и Lymnaeidae / С. И. Андреева, Н. И. Андреев, М. В. Винарский. Омск, 2010. 200 с.
7. Хохуткин И. М. Моллюски Урала и прилегающих территорий. Ч. 1. Семейство Прудовиковые Lymnaeidae (Gastropoda, Pulmonata, Lymnaeiformes) / И. М. Хохуткин, М. В. Винарский, М. Е. Гребенников. Екатеринбург : Гощицкий, 2009. 156 с.
8. Хохуткин И. М. Моллюски Урала и прилегающих территорий. Ч. 2. Семейства Acroloxidae, Physidae, Planorbidae (Gastropoda, Pulmonata, Lymnaeiformes) / И. М. Хохуткин, М. В. Винарский. Екатеринбург : Гощицкий, 2013. 184 с.
9. Кияшко П. В. Брюхоногие моллюски / П. В. Кияшко, Е. В. Солдатенко, М. В. Винарский; под ред. В. Р. Алексеева и С. Я. Цалолихина // Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 2. Зообентос. Москва ; Санкт-Петербург : Товарищество научных изданий КМК, 2016. С. 335-438.
10. Piechocki A. Guide to Freshwater and Marine Mollusca of Poland / A. Piechocki, B. Wawrzyniak-Wydrowska. Poznan, Poland : Bogucki Wydawnictwo Naukowe, 2016. 282 p.
11. Glöer P. The Freshwater Gastropods of the West-Palaearctis. Vol. I Fresh- and Brackish Waters Except Spring and Subterranean Snails / P. Glöer. Hetlingen, Germany : Biodiversity Research Lab, 2019. – 399 p.
12. On the genetic diversity and protoconch variability of snails of the genus *Caspihydrobia* Starobogatov, 1970 (Caenogastropoda: Hydrobiidae) / S. I. Andreeva, T. E. Peretolchina, T. Ya. Sitnikova [et al.]. DOI: [https://doi.org/10.35885/ruthenica.2024.34\(4\).2](https://doi.org/10.35885/ruthenica.2024.34(4).2) // Ruthenica: Russian malacological journal. 2024. Vol. 34. № 4. P. 157-169.
13. Phylogeny, taxonomy, and biogeography of the Sphaeriinae (Bivalvia: Sphaeriidae) / Yu. V. Bessalaya, M. V. Vinarski, O. V. Aksenova, [et al.]. DOI: <https://doi.org/10.1093/zoolinnean/zlad139> // Zoological Journal of the Linnean Society. 2024. Vol. 201. P. 305-338.
14. Hammer Ø. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis / Ø. Hammer, D. A. T. Harper, P. D. Ryan // Palaeontologia Electronica. 2001. Vol. 4, № 1. P. 9.

УДК 591.5, 598.2

ВЕСЕННЕЕ НАСЕЛЕНИЕ ПТИЦ ПОСЕЛКА БЕРЕЗОВО И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ (ХМАО – ЮГРА)

Поспелова А. С.

*Сургутский государственный университет, Сургут;
e-mail: pospelova_as@edu.surgu.ru*

Аннотация. В работе отображены результаты полевых исследований и анализ видового разнообразия (индексы Шеннона, Симпсона, Пиелу) орнитофауны поселка Березово Березовского района ХМАО – Югры за май 2024 г. С помощью регулярных маршрутных учётов выявлены плотность, рассчитаны индексы доминирования, выровненности сообщества, разнообразия, зафиксированные в разных участках исследованной территории.

Ключевые слова: орнитофауна, Березовский район, видовое разнообразие, маршрутные учёты.

SPRING BIRD POPULATION OF BEREZOVO VILLAGE AND ITS SURROUNDINGS (KHANTY-MANSI AUTONOMOUS OKRUG – YUGRA)

Pospelova A. S.

*Surgut State University, Surgut;
e-mail: pospelova_as@edu.surgu.ru*

Abstract. The paper presents the results of field research and analysis of species diversity (Shannon, Simpson, Pielou indices) of the avifauna of the Berezovo settlement of the Berezovsky district of Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra for May 2024. With the help of regular route surveys, the density was revealed, the indices of dominance, alignment of the community, and diversity recorded in different parts of the studied territory were calculated.

Keywords: avifauna, Berezovsky district, species diversity, route records.

Березовский район Ханты-Мансийского автономного округа – Югры остается наименее изученным в орнитологическом отношении. Актуальные материалы о населении птиц позволяют выявить способности отдельных видов к адаптациям к освоенным человеком местам и установить границы новых ареалов в связи с изменением климата.

Полевые исследования проводились мае 2024 г. в пгт. Березово Березовского района ХМАО – Югры и его окрестностях. Для выявления видового состава и плотности населения птиц применяли общепринятую методику количественного учета птиц, предложенную Ю. С. Равкиным [5]. Постоянный учетный маршрут включал 3 участка: юго-восточную жилую зону поселка, пойму р. Северная Сосьва и припойменный елово-сосновый кустарничковый черничный лес.

Для характеристики биотопического распределения и обилия птиц использованы такие параметры, как индекс видового разнообразия Шеннона, индекс доминирования Симпсона, индекс выровненности сообщества Пиелу, а также общая плотность населения. Для визуального определения видовой принадлежности птиц использовался справочник-определитель [1–3; 6].

У самых многочисленных видов плотность составила около 30 ос./км² (серая ворона (*Corvus cornix* L.), кряква (*Anas platyrhynchos* L.), свиязь (*Mareca penelope* L.), свиристель (*Bombycilla garrulus* L.)); у малочисленных – не более 1 ос./км² (кулик-сорока (*Haematopus ostralegus* L.), вертишейка (*Jynx torquilla* L.), краснозобый конек (*Anthus cervinus* L.), полевой лунь (*Circus cyaneus* L.)).

Показатели видового разнообразия в период исследования: в юго-восточной жилой зоне поселка индексы Шеннона, Пиелу и Симпсона составили 2,36, 0,89, 0,08 соответственно; в пойме реки Северная Сосьва – 2,20, 0,78, 0,06; в припойменном елово-сосновом кустарничковом черничном лесу – 1,30, 0,81, 0,33.

Самые высокие значения индекса разнообразия характерны для поймы реки Северная Сосьва. Высокие значения этого индекса также свойственны жилой зоне поселка в связи с тем, что в весенний период птицы используют этот участок для поиска пищи и укрытий.

Весной изменения показателей видового разнообразия связаны с возвращением перелётных видов на привычные территории (свиязь, кряква и др.), пролетами более северных тундровых видов (краснозобый конек и др.). Показатели выровненности сообщества птиц во всех участках исследования схожи и почти не меняются с приходом лета, что указывает на равномерный вклад каждого вида в структуру сообщества.

За период учетов зарегистрировано 33 вида птиц из 4 отрядов. В том числе 2 вида, включенные в Красную книгу ХМАО – Югры (2024) – обыкновенный дупель (1 категория), кулик-сорока (3 категория) [4].

Литература:

1. Pielou E. C. Ecological diversity / E. C. Pielou. New York : Wiley, 1975. 165 p.
2. Simpson E. H. Measurement of diversity // Nature. 1949. № 163 (4148). P. 163.
3. Shannon C. E. A mathematical theory of communication // The Bell System Technical Journal. 1948. № 27. P. 379-423.
4. Красная книга Ханты-Мансийского автономного округа – Югры: животные, растения, грибы / отв. ред. В. П. Стариков. 3-е изд., перераб и доп. Кемерово : Вектор-принт, 2024. 520 с.
5. Равкин Ю. С. К методике учета птиц лесных ландшафтов // Природа очагов клещевого энцефалита на Алтае. 1967. № 1. С. 66-75.
6. Рябицев В. К. Птицы Сибири : справочник-определитель. Москва ; Екатеринбург : Кабинетный ученый, 2014. Т. 1. 452 с.

УДК 58.006:502.4

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ БОТАНИЧЕСКИХ САДОВ НА СЕВЕРЕ И ЮГЕ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Пряников М. А.

*Тюменский государственный университет, Тюмень;
e-mail: mattpryanikov@vk.com*

Аннотация. Исследование посвящено изучению проблем различных «зеленых зон» ХМАО – Югры и Тюменской области. В результате исследования изучена проблематика функционирования таких зон, как оранжерея ТюмГУ, питомник лекарственных растений «Аптекарский огород» ТМУ, Сургутский ботанический сад. Данные исследования далее будут использованы для разработки рекомендаций по созданию Ботанического сада в Тюмени.

Ключевые слова: «зеленая зона», ботанический сад, аптекарский огород, устойчивое развитие.

ACUTE PROBLEMS OF CREATING BOTANICAL GARDENS IN THE NORTH AND SOUTH OF THE TYUMEN REGION

Pryanikov M. A.

*Tyumen State University, Tyumen;
e-mail: mattpryanikov@vk.com*

Abstract. The study is devoted to the study of the problems of various «green zones» of Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra and the Tyumen region. The problems of functioning of such zones as the greenhouse of Tyumen State University, the nursery of medicinal plants «Aptekarsky Ogorod» TMU, Surgut Botanical Garden are revealed in more detail. These studies will then be used to develop recommendations for the creation of a Botanical Garden in Tyumen.

Keywords: «green zone», botanical garden, pharmacy garden, sustainable development.

Цель исследования – изучение особенностей создания, развития и содержания ботанических садов ХМАО – Югры и Тюменской области. Исследование направлено на выявление ключевых барьеров в функционировании существующих объектов и формирование базы для проектирования устойчивого ботанического сада в регионе.

Задачи исследования:

1) Провести интервью с людьми, которые создали и/или развивали существующие ботанические сады на территории севера и юга Тюменской области – для выявления субъективных факторов успеха и неудач, понимания мотиваций инициаторов и специфики регионального контекста.

2) Проанализировать собранные данные и сравнить особенности развития ботанических садов – с целью выявления общих закономерностей, различий в подходах и ключевых факторов устойчивости объектов.

3) Создать комплекс рекомендаций по предотвращению проблем, который войдёт в основу концепта Тюменского ботанического сада – для формирования жизнеспособной модели, учитывающей ошибки и успешный опыт существующих учреждений.

Методы исследования: интервьюирование – глубинные структурированные интервью с создателями, кураторами и ключевыми сотрудниками ботанических садов позволит:

- выявить субъективные оценки эффективности управленческих решений,
- зафиксировать факторы успеха проектов и сложностей в реализации,
- понять мотивацию участников и их видение перспектив развития,
- собрать уникальные исторические сведения о становлении объектов.

Создание исследовательского архива позволит сформировать надёжную фактологическую базу, проследить динамику развития объектов.

Контент-анализ будет использоваться для оценки информационной активности объектов и качества их коммуникации с аудиторией, выявления ключевых тем и нарративов, связанных с ботаническими садами, изучения восприятия садов в публичном пространстве.

В ходе исследования были проведены интервью с представителями трех «зеленых зон»: Ольгой Александровной Русаковой – доктором биологических наук, профессором кафедры передовых технологий ТМУ (питомник лекарственных растений «Аптекарский огород»); Игорем Владимировичем Кузьминым – научным сотрудником лаборатории экологической физиологии растений и экспериментальной фитоэкологии Института экологической и сельскохозяйственной биологии (Х-БИО) ТюмГУ (оранжерея ТюмГУ); Глебом Михайловичем Кукуричкиным – кандидатом биологических наук, доцентом кафедры экологии и биофизики Института естественных и технических наук СурГУ (Ботанический сад в г. Сургуте). В ходе анализа данных интервью были определены ключевые проблемы трех зон, на основе которых будет более подробно проработана идея создания Ботанического сада в Тюмени.

Ключевая проблема оранжереи ТюмГУ – хроническое недофинансирование. Это порождает каскад негативных последствий. Дефицит кадров является одной из остро стоящих проблем. Малое количество штатных единиц и низкий уровень зарплат делают невозможным привлечение квалифицированных специалистов. Также отсутствует стратегическая поддержка – вуз не рассматривает оранжерею как значимый ресурс, что снижает её приоритет в распределении ресурсов. Слабая рекламная активность приводит к недостаточной информированности аудитории, сокращая посещаемость и внебюджетное финансирование.

Питомник лекарственных растений «Аптекарский огород» сталкивается с комплексом проблем вследствие удалённого расположения. Удалённость территории питомника от городской инфраструктуры ограничивает доступ посетителей и усложняет логистику. Существует также организационная неопределённость – отсутствие чёткой принадлежности к структурным подразделениям вуза и недостаточная поддержка ректората лишают объект статуса и ресурсов. К трудностям относятся и проблемы с подведением коммуникаций (вода, электричество), нехватку специализированных помещений для хранения инвентаря, саженцев и семян, низкую видимость в городском пространстве, снижающую проходимость.

Для Сургутского ботанического сада критичны проблемы юридического и территориального характера: правовая неурегулированность – отсутствие документального оформления, неопределённость в вопросах собственности и ответственности, долгосрочное планирование. Также характерны постоянные попытки отчуждения земель, которые создают риски для существования объекта. Из-за юридических пробелов невозможно выстроить чёткое позиционирование. Население недостаточно осведомлено о местоположении сада, его функциях и мероприятиях, что снижает социальную значимость проекта. Сложности с проведением коммуникаций усугубляют операционные трудности.

Общие выводы и системные причины: для всех «зеленых зон» характерны общие проблемы – документальное оформление; взаимодействие с администрацией вуза/города; финансирование; реклама, позиционирование мероприятий, проводимых в «зеленых зонах». Данный анализ предполагает комплекс рекомендаций по оптимизации решения проблем при создании Ботанического сада в Тюмени.

УДК 599.323.5:574.34

ДИНАМИКА ПОПУЛЯЦИИ КРАСНОЙ ПОЛЁВКИ *MYODES RUTILUS* PALLAS, 1779 В ОКРЕСТНОСТЯХ г. СУРГУТА

Речебакиева А. И., Ширепова Е. П., Стариков В. П.
Сургутский государственный университет, Сургут;
e-mail: nastapetrova@icloud.com

Аннотация. *Myodes rutilus* в ХМАО – Югре – широко распространенный вид, предпочитающий облесенные местообитания, многочисленный или обычный. Динамика данного вида, в том числе биотопическая приуроченность, относительная численность, половозрастная структура и особенности размножения, является индикатором состояния окружающей среды.

Ключевые слова: лесные полёвки, грызуны.

POPULATION DYNAMICS OF THE RED-BACKED VOLE (*MYODES RUTILUS* PALLAS, 1779) IN THE ENVIRONS OF SURGUT

Rechebakieva A. I., Shirepova E. P., Starikov V. P.
Surgut State University, Surgut;
e-mail: nastapetrova@icloud.com

Abstract. *Myodes rutilus* in the Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra is a widely distributed species that prefers wooded habitats. It is numerous or common. The dynamics of this species, including its habitat preferences, relative abundance, age and sex structure, and reproductive characteristics, serve as indicators of the environmental condition.

Keywords: forest voles, rodents.

Myodes rutilus – это один из фоновых видов мелких млекопитающих Среднего Приобья во многих биотопах плакорного и пойменного типа [14]. Динамика данного вида, в том числе размножение, пространственное распределение, соотношение возрастов в популяции, является индикатором состояния окружающей среды [9]. Нами была поставлена цель – выявить некоторые популяционные особенности этого вида.

Исследования проводили на территории Сургутского и Нефтеюганского районов в период с апреля по октябрь 2025 г. Учеты мелких млекопитающих велись на 17 биотопах. Отлов мелких млекопитающих производили согласно общепринятым зоологическим методикам [5]. Основная часть зверьков была поймана ловчими канавками. В качестве морфологических промеров измеряли длину тела животных, длину хвоста, высоту уха, длину ступни, регистрировали массу зверьков. Возраст лесных полевок устанавливали по стадии формирования шейки второго верхнего коренного зуба (М2) и доле, которую составляет корень от высоты всего зуба [6]. Определение животных проводилось до вида с помощью стандартного определителя И. Я. Павлинова с соавторами [10]. Обилие оценивали по шкале А. П. Кузякина [8]. Статистические различия между соотношениями полов рассчитывали с помощью критерия χ^2 Пирсона; Microsoft Excel.

Выявленный за 2025 г. видовой состав мелких млекопитающих Среднего Приобья сравнительно бедный. За период исследований было отработано 13320 конусо-суток и 10 378

давилко-суток. На исследуемой территории учтено 872 особи мелких млекопитающих 14 видов. Красная полёвка входила в группу доминантов, добыто 425 зверьков данного вида. На её долю при учётах ловушко-линиями пришлось около 70%, ловчими канавками – почти 49%.

Наибольший показатель обилия красной полёвки отмечен в елово-сосновом хвощёво-брусничном разнотравном лесу (19,52) и осиново-березовом кустарничковом лесу (15,57). Высокая продуктивность левобережных притеррасных пойм может быть обусловлена большей мозаичностью и развитостью комплексов, что предполагает более оптимальные условия обитания. Чаще всего особи красной полёвки встречались в августе в осиново-березовом кустарничковом лесу, что согласуется с данными о предпочтении красной полёвкой хорошо увлажнённых стадий с богатой травянистой растительностью [5]. Самыми продуктивными среди правобережных биотопов являлись сосновый ивняково-берёзовый злаково-разнотравный лес (4,85) и вырубка сосново-осиновая кустарничковая (4,80). Красная полёвка отмечена практически во всех биотопах, вид является фоновым среди мелких млекопитающих. Высокий индекс обилия в вышеотмеченных биотопах согласуется с данными о выборе вида сложно структурированных лесных местообитаний с хорошо развитым травяно-кустарничковым ярусом, предполагающим эффективные укрытия и хорошую кормовую базу [11]. Прирусовая и центральная поймы показали низкую численность, что связано с менее благоприятными условиями, в частности с высоким переувлажнением.

При анализе помесечных данных было выявлено два типа сезонной динамики: раннелетний (ровная динамика) и позднелетний. Так, на вырубке кедрово-сосновой берёзовой мертвопокровной и сосново-еловом рябиновом хвощёвом лесу отмечалась более ранняя активация или смещённый пик численности. Это может быть связано с локальными условиями или механизмами внутрипопуляционной регуляции [16]. В осиново-березовом кустарничковом лесу наблюдался резкий всплеск обилия в августе, являющийся следствием массового выхода на поверхность и расселения сеголеток второго и, возможно, третьего помётов [4].

Размножение представляет собой важнейшее свойство живых существ, отвечающее за поддержание численности и непрерывности популяций. Для красной полёвки и прочих грызунов характерно увеличение выводка при наступлении экстремальных условий, связанных с экологическими факторами. Взрослые особи данного вида, популяции которых обитают в условиях благоприятных, подавляют размножение прибылых зверьков, суть этого явления связана со стрессом, вызванным большой плотностью животных [7].

В наших учётах в размножении участвовали как прибылые, так и перезимовавшие животные. В апреле отмечены 3–4-месячные особи, несмотря на отсутствие у них следов участия в размножении, данные зверьки относятся к помётам зимних генераций. В мае встречены особи 7–8 месяцев и 5–6-месячные, что также подтверждает то, что размножение вида продолжалось в осенне-зимний период. В мае встречена самка 3–4 месяцев с плацентарными пятнами (06.05) и сеголеток с эмбрионами (29.05). Наибольшая активность в размножении у самок отмечена в июле, значительно больше здесь размножались взрослые особи. К августу данная тенденция постепенно снижалась, в размножение начинали активно вступать молодые грызуны. В сентябре отмечены взрослые самки и сеголеток с эмбрионами (13.09), полёвки продолжали размножаться, о чём также свидетельствовало наличие плацентарных пятен у самок обоих возрастов в сентябре и октябре. В октябре (11.10) учтена 5–6-месячная самка с плацентарными пятнами, самки красной полёвки с эмбрионами в этот период уже не встречались.

Величины выводков у сеголеток и перезимовавших самок имеют чёткие различия [13]. В нашей выборке установлены отличия для двух возрастных групп вида Среднего Приобья (табл. 1). В течение всего сезона у молодых самок плодовитость ниже, чем у взрослых особей, но по показателю χ^2 при $p > 0,05$, равному 0,04, отклонение не является статистически значимым. Согласно И. М. Громову и И. Я. Павлинову [2], сеголетки тратят много энергии на

завершение роста, в связи с этим количество эмбрионов в помётах у них меньше. Плодовитость у перезимовавших самок колебалась от 4 до 9 эмбрионов на самку, у сеголеток минимальное количество эмбрионов было равно 3.

Таблица 1.

Средняя плодовитость (по эмбрионам и плацентарным пятнам) *M. rutilus* окрестностей г. Сургута

Возрастная группа	n	Доля учтённых ♀ (%)	Размножающиеся ♀ (%)	Кол-во ♀ (экз.) с числом эмбрионов и плацентарных пятен							Средний размер выводка	χ^2
				3	4	5	6	7	8	9		
adultus	44	48,6	20,6	-	2	7	9	13	9	4	6,73±0,19	0,04
subadultus	7	51,4	3,3	1	1	1	1	1	1	1	6,00±0,82	

Примечание: жирным выделены статистически значимые отличия (при $p > 0,05$)

До июня включительно доминировали взрослые особи, к июлю резко возростала доля сеголеток, что отражает успешное пополнение популяции молодью. Общая доля самок с признаками репродуктивной активности в июле и августе оставалась на среднем уровне. Значительная часть популяции во второй половине сентября была отнесена к категории не размножающихся. Это сеголетки поздних помётов, не успевшие достигнуть половой зрелости – 48,1%, а также часть половозрелых особей, завершивших размножение – 28% от всех учтённых самок.

Многие исследователи указывают, что в популяциях всех видов грызунов соотношение полов приближается к теоретическому 1:1 [12; 17]. Однако зачастую наблюдается сдвиг в сторону самцов, в связи с их репродуктивной активностью [1; 15]. В наших учетах за весенний и летний периоды в популяции красной полевки соотношение перезимовавших и прибылых зверьков близко к теоретически ожидаемому. Незначительное преобладание в сторону самцов статистически незначимы, χ^2 в данном случае равен 0,04.

Основными биотопами, обеспечивающими высокую плотность населения *M. rutilus* в Среднем Приобье, являются облесённые местообитания притеррасной поймы. Вырубки в пойменных условиях поддерживают численность вида на уровне, близком коренным лесам, и являются важными резерватами вида в антропогенно-трансформированном ландшафте. Левобережье р. Обь в районе исследований представляет собой более благоприятную территорию для популяции этого вида, о чём свидетельствуют более высокие суммарные показатели обилия. Преобладающий позднелетний пик численности отражает успешное завершение репродуктивного сезона и высокий потенциал пополнения популяции в исследуемом году. Популяция характеризуется типичной для вида сезонной динамикой размножения с пиком в середине лета, когда размножается подавляющая часть сеголеток первого помёта. Высокая доля сеголеток в августовских уловах свидетельствует об успешном пополнении популяции. Полученные данные хорошо вписываются в существующую парадигму о популяционной экологии красной полевки в Западной Сибири [3; 9].

Литература:

1. Большаков В. Н. Половая структура популяций млекопитающих и ее динамика / В. Н. Большаков, Б. С. Кубанцев. Москва : Наука, 1984. 234 с.
2. Громов И. М. Фауна СССР. Полевки (Microtinae) / И. М. Громов, И. Я. Поляков. Ленинград : Наука, Ленинградское отделение, 1977. 504 с.
3. Евдокимов Н. Г. Сезонные аспекты популяционной экологии красной полевки (*Myodes rutilus*) в северной тайге // Зоологический журнал. 2021. Т. 100. № 5. С. 567-578.
4. Ермаков Л. Н. Изменчивость многолетней цикличности в динамике численности красной полевки (*Myodes rutilus* Pallas, 1779) / Л. Н. Ермаков, И. В. Моролдоев // Принципы экологии. 2017. № 4. С. 26-36.

5. Карасёва, Е. В. Методы изучения грызунов в полевых условиях / Е. В. Карасёва, А. Ю. Телицина, О. А. Жигальский. Москва : ЛКИ, 2008. 416 с.
6. Кошкина Т. В. Метод определения возраста рыжих полевков и опыт его применения // Зоологический журнал. 1955. Т. 34. Вып. 4. С. 631-639.
7. Кошкина Т. В. Плотность популяции и ее значение в регуляции численности красной полевки // Бюлл. МОИП, отд. биол. 1965. Т. 70. № 1. С. 5-19.
8. Кузякин А. П. Зоогеография СССР // Учен. зап. Моск. обл. пед. ин-та им. Н. К. Крупской. 1962. Т. 109. № 1. С. 3-182.
9. Пространственно-временная динамика сообществ мелких млекопитающих Западной Сибири / Н. М. Окулова, М. Г. Малькова, А. Н. Сурков [и др.]. Новосибирск : Наука, 2010. 250 с.
10. Наземные звери России : справочник-определитель / И. Я. Павлинов, С. В. Крусков, А. А. Варшавский, А. В. Борисенко. Москва : КМК, 2002. 298 с.
11. Покровский А. В. Экспериментальная экология полевков / А. В. Покровский, В. Н. Большаков. Москва : Наука, 1979. 147 с.
12. Жигальский, О. А. Популяционные циклы европейской рыжей полевки в оптимуме ареала / О. А. Жигальский, И. А. Кшнясев // Экология. 2000. № 5. С. 376-383.
13. Стариков В. П. Пространственная структура населения мелких млекопитающих: лесостепная и лесная зоны Западной Сибири // Пространственно-временная динамика животного населения (птицы и мелкие млекопитающие). Новосибирск : Наука, 1985. С. 176-188.
14. Сообщества мелких млекопитающих долины Средней Оби / В. П. Стариков, К. А. Берников, В. А. Петухов [и др.] // Сибирский экологический журнал. 2024. Т. 31. № 2. С. 303-316.
15. Чернышова О. Н. Пространственно-временная организация населения мелких млекопитающих лесной и лесостепной зон Западно-Сибирской равнины : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.08 ; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т систематики и экологии животных. Новосибирск, 1998. 21 с.
16. Hansson L. Composition of cyclic and non-cyclic vole population: On causes of variation in individual quality among *Clethrionomys glareolus* in Sweden // Oecologia. 1984. Vol. 63. № 2. P. 199-206.
17. Kalela O. Seasonal trends in the bank vole *Clethrionomys glareolus* // Ann. Zool. Fennici. 1971. Vol. 8. № 4. P. 452-455.

УДК 634.71

ОСНОВНЫЕ БОЛЕЗНИ КНЯЖЕНИКИ АРКТИЧЕСКОЙ (*RUBUS ARCTICUS* L.) И ИХ ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ

Савин А. В.¹, Сахаров А. О.¹, Макаров С. С.²

¹ *Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева,
г. Москва;*

² *Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, Архангельск;
e-mail: savinandrey20061@yandex.ru, artemsakharov8@gmail.com, makarov_serg44@mail.ru*

Аннотация. Приведен обзор основных болезней княженики (*Rubus arcticus* L.). Рассмотрены грибные и вирусные инфекции, проявляющиеся на надземных органах растений в виде некрозов, увяданий, деформаций и поражений плодов. Систематизированы данные о возбудителях и симптомах заболеваний, представляющих наибольшую угрозу для продуктивности культуры.

Ключевые слова: княженика, *Rubus arcticus*, болезни, возбудители, фитопатология.

MAIN DISEASES OF ARCTIC BRAMBLE (*RUBUS ARCTICUS* L.) AND ITS DIAGNOSTIC FEATURES

Savin A. V.¹, Sakharov A. O.¹, Makarov S. S.²

¹ *Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow;*

² *North (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov, Arkhangelsk;
e-mail: artemsakharov8@gmail.com, savinandrey20061@yandex.ru, makarov_serg44@mail.ru*

Abstract. The review of main diseases of arctic bramble (*Rubus arcticus* L.). Fungal and viral infections affecting aboveground plant organs and manifesting as necroses, wilting, deformations, and fruit damage are considered. Data on pathogens and symptoms of diseases posing the greatest threat to crop productivity have been systematized.

Keywords: arctic bramble, *Rubus arcticus*, diseases, pathogens, phytopathology.

В условиях растущего интереса к высокоценным северным ягодным культурам, таким как княженика (*Rubus arcticus* L.), особую актуальность приобретает изучение факторов, определяющих их успешное выращивание. Несмотря на высокую адаптивность вида к суровым климатическим условиям [1–3], при выращивании в культуре княженика подвержена ряду болезней, способных существенно снижать урожайность и качество плодов. В связи с этим, актуальной задачей является систематизация данных о возбудителях болезней княженики и их диагностических признаках, что имеет важное значение для своевременного выявления инфекций, разработки эффективных мер фитосанитарной защиты и интродукции культуры.

Проведен анализ научных публикаций, посвященных фитопатологии княженики (*Rubus arcticus* L.). В качестве источников использованы данные отечественных и зарубежных исследований. Проанализированы сведения о возбудителях болезней, симптомах поражения и условиях их проявления. Ниже представлены сведения о заболеваниях, отмеченных как исследователями из стран Скандинавии и Прибалтики, так и в отечественных источниках.

Пушистая плесень (возбудитель – *Peronospora sparsa* Berk.) поражает ягоды, вызывая

их загнивание, а также листья и молодые побеги, на которых появляются желтые пятна и характерный сероватый налет [3; 4]. По данным эстонских исследователей, этой болезнью может быть уничтожено до 50% урожая, однако некоторые сорта (Astra, Aura) являются устойчивыми к ней [5]. Остановить распространение болезни затруднительно, поскольку патогенный организм сохраняется в подземных частях растения [6].

Ржавчина листьев (возбудитель – *Phragmidium arcticum* Lag.) проявляется в виде желтых или красноватых пятен на верхней стороне листьев, а на нижней стороне формируются эцидиопустулы с желтым споровым порошком; сильно пораженные листья буреют и увядают. Заболевание особенно быстро развивается и распространяется в условиях повышенной влажности и ветрености [3; 7].

Серая гниль (возбудитель – *Botrytis cinerea*) поражает цветки, завязи и ягоды, покрывая их серым пушистым налетом, после чего они загнивают и высыхают [3; 7].

Антракноз (возбудитель – *Elsinoë veneta*) поражает листья, побеги, ягоды. На листьях появляются красноватые пятна с каймой. Ягоды засыхают [3; 8].

Некроз табака (*Tobacco mosaic virus*, *TMV*), вызываемый вирусом, проявляется некротической пятнистостью неправильной формы, потемнением жилок, отмиранием тканей, деформацией листьев, карликовостью растений и отсутствием цветения [8].

Курчавость листьев (возбудитель – *Taphrina* spp.), проявляется в виде желтоватых вздутых пятен на листьях, которые со временем буреют, при этом листья и стебли деформируются, края загибаются вниз, рост замедляется, плодоношение снижается [8].

Увядание побегов, вызываемое комплексом микромицетов *Phoma-Didymella*, проявляющееся в виде постепенного пожелтения и отмирания молодых побегов, бурых вянущих участков на стеблях и гибели верхушек растений [9].

Вирус карликовости малины (*Raspberry bushy dwarf virus*, *RBDV*) вызывает пожелтение листьев, их мозаичное окрашивание, деформацию пластинки, укорочение междоузлий и общее карликовое развитие растения [10].

Таким образом, княженика арктическая подвержена ряду грибных и вирусных заболеваний, способных существенно снижать урожайность и качество плодов. Наиболее опасными являются пушистая плесень (*Peronospora sparsa*), серая гниль (*Botrytis cinerea*) и ржавчина (*Phragmidium arcticum*), поражающие надземные органы растений. Вирусные инфекции, такие как вирус карликовости малины (*RBDV*) и некроз табака (*TMV*), приводят к системным нарушениям роста и развития. Также выявлено поражение побегов комплексом микромицетов *Phoma-Didymella*, вызывающим их увядание. Своевременное распознавание диагностических признаков этих болезней является ключевым фактором для эффективного управления фитосанитарным состоянием насаждений. Полученные данные могут быть использованы при фитосанитарном мониторинге и разработке адаптированных систем защиты княженики в условиях культуры.

Литература:

1. Размножение и культивирование княженики арктической (*Rubus arcticus* L.) / Г. В. Тяк, С. С. Макаров, Е. А. Калашникова, А. В. Тяк // Плодоводство и ягодоводство России. 2018. Т. 52. С. 95-99.
2. Перспективы промышленного выращивания и биотехнологические методы размножения лесных ягодных растений : монография / С. С. Макаров, М. Т. Упадышев, Р. С. Хамитов [и др.]. Москва : Колос-с, 2023. 152 с.
3. Теория и практика размножения и плантационного выращивания лесных ягодных растений *Rubus arcticus* L., *Oxycoccus palustris* Pers. и *Vaccinium angustifolium* Ait. : монография / С. С. Макаров, В. С. Виноградова, Г. В. Тяк, Н. А. Бабич. Караваево : Костромская ГСХА, 2021. 394 с.
4. Occurrence of *Peronospora sparsa* (*P. rubi*) on cultivated and wild *Rubus* species in

Finland and Sweden / H. Koponen, S. Hellqvist, H. Lindqvist-Kreuze [et al.] // *Annals of Applied Biology*. 2005. Vol. 137, № 2. P. 107-112. DOI 10.1111/j.1744-7348.2000.tb00042.x.

5. Karp K. Agrotehniliste võtete ja sordi mõju mesimuraka (*Rubus arcticus*) ja aedmaasika (*Fragaria × ananassa*) taimede kasvule ja saagile / K. Karp. Tartu : Väitekiri põllumajandusteaduse doktori teaduskraadi taotlemiseks taimekasvatuse erialal, 2001. 136 p.

6. Lindqvist H. *Peronospora sparsa* on cultivated *Rubus arcticus* and its detection by PCR based on ITS sequences / H. Lindqvist, H. Koponen, J. P. T. Valkonen // *Plant Disease*. 1998. Vol. 82, № 12. P. 1304-1311.

7. Ruokola A.-L. Fungus diseases of cultivated arctic bramble (*Rubus arcticus* L.) in Finland // *Agricultural and Food Science*. 1981. Vol. 53, № 2. P. 83-89. DOI 10.23986/afsci.72059.

8. Княженика // Plantiza. URL: <https://plantiza.ru/articles/67399eb05d4eb81a1e40a86b>. (дата публикации 17.11.2024).

9. *Phoma–Didymella* complex on hybrid arctic bramble with wilting symptoms / H. Lindqvist-Kreuze, S. Hellqvist, H. Koponen, J. P. T. Valkonen // *Plant Pathology*. 2003. Vol. 52, № 5. P. 567-578. DOI 10.1046/j.1365-3059.2003.00885.x.

10. Kokko H. New host for raspberry bushy dwarf virus: arctic bramble (*Rubus arcticus*) // *European Journal of Plant Pathology*. 1996. Vol. 102. № 7. P. 713-717.

УДК 634.71

ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОРТОВ КНЯЖЕНИКИ ФИНСКОЙ СЕЛЕКЦИИ В УСЛОВИЯХ ДЕНДРОЛОГИЧЕСКОГО САДА им. Р.И. ШРЕДЕРА

Сахаров А. О.¹, Савин А. В.¹, Чудецкий А. И.², Орлова Е. Е.¹

¹ *Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А.Тимирязева, Москва;*

² *Северный (Арктический) федеральный университет им. М. В. Ломоносова, Архангельск;*

*e-mail: artemsakharov8@gmail.com, savinandrey20061@yandex.ru,
a.chudetsky@mail.ru, elena.orlova@rgau-msha.ru*

Аннотация. Представлены результаты фенологических наблюдений за сортами княженики обыкновенной (*Rubus arcticus* L.) финской селекции (Astra, Aura, Elpee, Pima) в условиях интродукции в Дендрологическом саду имени Р.И. Шредера (г. Москва). Установлены сроки наступления ключевых фенологических фаз. Отмечена адаптивная способность изученных сортов к условиям умеренного климата.

Ключевые слова: княженика, *Rubus arcticus*, фенология, сорт, селекция.

PHENOLOGICAL CHARACTERISTICS OF FINNISH-SELECTED ARCTIC BRAMBLE (*RUBUS ARCTICUS* L.) CULTIVARS IN THE R.I. SHROEDER ARBORETUM CONDITIONS

Sakharov A. O.¹, Savin A. V.¹, Chudetsky A. I.², Orlova E. E.¹

¹ *Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow;*

² *North (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov, Arkhangelsk;*

*e-mail: artemsakharov8@gmail.com, savinandrey20061@yandex.ru,
a.chudetsky@mail.ru, elena.orlova@rgau-msha.ru*

Abstract. The results of phenological observations of Finnish-selected arctic bramble (*Rubus arcticus* L.) cultivars (Astra, Aura, Elpee, Pima) conducted in the R. I. Shroeder Arboretum (Moscow). The timing of key phenological phases was established. Adaptability of the studied cultivars to temperate climate conditions is confirmed.

Keywords: arctic bramble, *Rubus arcticus*, phenology, cultivar, selection.

В настоящее время наблюдается необходимость в обеспечении продовольственной безопасности страны отечественным посадочным материалом. Важную роль в ее реализации играет развитие плодовоовощного и ягодного направления, в том числе за счет внедрения высокоценных культур, адаптированных к условиям различных регионов России. Особое внимание в последние годы уделяется северным ягодным культурам, традиционно относящимся к группе дикорастущих, но обладающим высоким потенциалом для культивирования. Плоды таких растений, как клюква, голубика, брусника, морошка и княженика, отличаются большим содержанием антиоксидантов и витаминов, что определяет их высокую пищевую, диетическую и лекарственную ценность. В условиях растущего спроса на экологически чистую и функциональную продукцию интерес к этим видам существенно возрастает как со стороны потребителей, так и со стороны производителей [1–3].

Одной из перспективных культур является княженика, или костяника арктическая

(*Rubus arcticus* L.) – травянистое корневищное растение из семейства Розовые (*Rosaceae*) с ароматными, богатыми биологически активными веществами ягодами. Несмотря на ограниченный ареал естественного произрастания, княженика является перспективной для введения в культуру в регионах с умеренным и северным климатом, включая Центральную Россию. В настоящее время существуют сорта финской, шведской и российской селекции [2–5]. Успешное культивирование княженики требует глубокого понимания ее биологических особенностей, в первую очередь – фенологических фаз развития. Точное знание сроков наступления ключевых стадий вегетации – от пробуждения почек до созревания плодов – позволяет своевременно проводить агротехнические мероприятия: вносить удобрения в периоды интенсивного роста, осуществлять профилактические и лечебные обработки против болезней и вредителей, активность которых приурочена к определенным фенофазам, а также минимизировать стрессовые воздействия.

Исследования проводились в Дендрологическом саду имени Р. И. Шредера (г. Москва) в 2025 г. В качестве объектов исследований изучались сорта княженики финской селекции – Astra, Aura, Elpee, Pima. Растения были высажены в траншеи глубиной и шириной 40 см, заполненные кислым верховым торфом. Отмечались ключевые фенологические фазы развития растений: начало и завершение бутонизации, начало и конец цветения, а также начало формирования, окрашивания и полного созревания плодов.

В ходе фенологических наблюдений за сортами княженики финской селекции установлено, что все изучаемые сорта начали вегетацию одновременно – 12 марта, что свидетельствует о схожей реакции на температурные условия. На протяжении апреля наблюдался постепенный рост побегов и развитие молодых листьев, без существенных различий между сортами.

Фаза бутонизации у всех сортов отмечалась 5 мая. Массовая бутонизация была зафиксирована 13 мая. Период бутонизации для всех сортов охватил интервал с 5 по 16 мая, что указывает на сходство в развитии генеративных органов у данных сортов. Цветение началось 20 мая у сортов Astra, Aura и Pima, у сорта Elpee – 18 мая. Массовое цветение продолжалось до конца мая, завершившись 28 мая. Максимальная продолжительность цветения наблюдалась у сорта Aura – с 20 по 28 мая, в то время как Elpee продемонстрировал наиболее раннее начало цветения, что может свидетельствовать о его относительной скороспелости по сравнению с другими сортами.

Фаза завязывания плодов началась у всех сортов 30 мая и продолжалась в разные сроки в зависимости от сорта. У Astra и Aura этот процесс длился до 14 июня. У сортов Elpee и Pima завязывание завершилось 4 июня, после чего начался активный налив плодов. Налив плодов у всех сортов начался в первой декаде июня и продолжался до 21 июня. Начало окрашивания плодов отмечено 9 июня у Elpee и 16 июня у Astra, Aura и Pima. Единичное созревание ягод было зафиксировано у всех сортов 23 июня. Массовое созревание наступило в разные сроки: у Aura – уже 24 июня, у Astra – 26 июня, а у Elpee и Pima – 28 июня. Завершение массового созревания и окончание плодоношения пришлись на конец июня – первую декаду июля. Наиболее ранним по завершению урожайности оказался сорт Aura (окончание плодоношения – 30 июня), тогда как Astra, Elpee и Pima плодоносили до 7 июля. После окончания плодоношения у всех сортов отмечено возобновление вегетации – вторичная вегетация, начавшаяся 15 июля.

В результате проведенных исследований установлены основные сроки прохождения ключевых фенологических фаз у сортов княженики финской селекции (Astra, Aura, Elpee и Pima) в условиях интродукции в Дендрологическом саду имени Р. И. Шредера (г. Москва). Все изученные сорта в 2025 г. успешно прошли полный вегетационный цикл, что подтверждает их адаптированность к данным природно-климатическим условиям. Сорта продемонстрировали устойчивое развитие, своевременное цветение и плодоношение, а также отсутствие признаков серьезных стрессовых реакций. С учетом имеющегося научного задела

по ускоренному размножению посадочного материала княженики [5–11], полученные данные позволяют рекомендовать сорта Astra, Aura, Elpee и Pima для дальнейшего изучения с целью практического использования в промышленном и частном садоводстве.

Литература:

1. Макаров С. С. Проблемы использования и воспроизводства фитогенных пищевых и лекарственных ресурсов леса на землях лесного фонда Костромской области / С. С. Макаров, Е. С. Багаев, С. Ю. Цареградская, И. Б. Кузнецова // ИВУЗ. Лесной журнал. 2019. № 6. С. 118-131. DOI 10.17238/issn0536-1036.2019.6.118.
2. Макаров С. С. Перспективы промышленного выращивания и биотехнологические методы размножения лесных ягодных растений : монография / С. С. Макаров, М. Т. Упадышев, Р. С. Хамитов [и др.]. Москва : Колос-с, 2023. 152 с.
3. Макаров С. С. Теория и практика размножения и плантационного выращивания лесных ягодных растений *Rubus arcticus* L., *Oxycoccus palustris* Pers. и *Vaccinium angustifolium* Ait. : монография / С. С. Макаров, В. С. Виноградова, Г. В. Тяк, Н. А. Бабич. Караваево : Костромская ГСХА, 2021. 394 с.
4. Тяк Г. В. Размножение и культивирование княженики арктической (*Rubus arcticus* L.) / Г. В. Тяк, С. С. Макаров, Е. А. Калашникова, А. В. Тяк // Плодоводство и ягодоводство России. 2018. Т. 52. С. 95-99.
5. Коренев И. А. Создание новых сортов лесных ягодных растений и перспективы их интенсивного размножения (in vitro) / И. А. Коренев, Г. В. Тяк, С. С. Макаров // Лесохозяйственная информация. 2019. № 3. С. 180-189. DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2019.3.15.
6. Макаров С. С. Совершенствование технологии клонального микроразмножения княженики арктической (*Rubus arcticus* L.) / С. С. Макаров, И. Б. Кузнецова, В. С. Смирнов // Лесохозяйственная информация. 2018. № 4. С. 91-97. DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2018.4.09.
7. Макаров С. С. Корнеобразование in vitro и адаптация ex vitro княженики арктической при клональном микроразмножении / С. С. Макаров, И. Б. Кузнецова // Известия Оренбургского ГАУ. 2018. № 6. С. 52-55.
8. Макаров С. С. Влияние освещения на ризогенез ягодных растений при клональном микроразмножении / С. С. Макаров, С. А. Родин, И. Б. Кузнецова [и др.] // Техника и технология пищевых производств. 2021. Т. 51. № 3. С. 520-528. DOI 10.21603/2074-9414-2021-3-520-528.
9. Макаров С. С. Получение посадочного материала *Rubus arcticus* L. методом клонального микроразмножения / С. С. Макаров, Г. В. Тяк, И. Б. Кузнецова [и др.]. // ИВУЗ. Лесной журнал. 2021. № 6. С. 89-99. DOI 10.37482/0536-1036-2021-6-89-99.
10. Макаров С. С. Применение освещения различного спектрального диапазона при клональном микроразмножении лесных ягодных растений / С. С. Макаров, М. Т. Упадышев, И. Б. Кузнецова [и др.] // ИВУЗ. Лесной журнал. 2022. № 6. С. 82-93. DOI 10.37482/0536-1036-2022-6-82-93.
11. Макаров С. С. Клональное микроразмножение лесных ягодных растений рода *Rubus* / С. С. Макаров, М. Т. Упадышев, Н. Р. Сунгурова [и др.] // Техника и технология пищевых производств. 2024. Т. 54, № 1. С. 60-70. DOI 10.21603/2074-9414-2024-1-2488.

УДК 581.143.6:634.739.2

**ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ СОЛЕЙ И ЦИТОКИНИНОВ В СРЕДЕ WPM
НА МОРФОГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ КЛЮКВЫ БОЛОТНОЙ
В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO***

Середова К. А., Самойленко З. А.
Сургутский государственный университет, Сургут;
e-mail: seredova_ka@surgu.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследования по микроклональному размножению клюквы болотной сорта Алая Заповедная. Установлена высокая эффективность питательной среды 1/2 WPM с 2-іР 2,0 мг/л, обеспечивающей максимальную высоту побегов (240,22 мм) и коэффициент размножения (22,92). Выявлена оптимальная среда, способствующая формированию качественных микропобегов – 1/4 WPM с 6-БАП 0,3 мг/л.

Ключевые слова: клюква болотная, среда WPM, сорт Алая Заповедная, микроклональное размножение.

**EFFECT OF THE CONCENTRATION OF SALTS AND CYTOKININS
IN WPM NUTRIENT MEDIUM ON THE MORPHOGENETIC POTENTIAL
OF MARSH CRANBERRY *IN VITRO***

Seredova K. A., Samoylenko Z. A.
Surgut State University, Surgut;
e-mail: seredova_ka@surgu.ru

Abstract. The article presents the results of a study on the microclonal reproduction of marsh cranberries of the Alaya Zapovednaya variety. A high efficiency of 1/2 WPM nutrient medium with 2-іP 2,0 mg/l has been established, providing a maximum shoot height (240,22 mm) and a reproduction coefficient (22,92). The optimal environment for the formation of high-quality microbeads has been identified – 1/4 WPM with 6-BAP 0,3 mg/l.

Keywords: marsh cranberry, WPM medium, variety Alaya Zapovednaya, microclonal reproduction.

Перспективность культивирования клюквы связана с уникальной концентрацией в ее плодах биологически активных соединений. Среди них – фенольные вещества, катехины, антоцианы, каротиноиды, аскорбиновая кислота, пектины и ряд микроэлементов. Наличие этих компонентов наделяет ягоду выраженными антиоксидантными, антибактериальными и антиканцерогенными свойствами [1]. Селекционная работа по созданию улучшенных сортов клюквы ведется на основе двух видов – клюквы крупноплодной и клюквы болотной. Однако, если методики микроклонального размножения первого вида хорошо разработаны, то в отношении болотной клюквы, в частности российских селекционных форм, существует значительный пробел. В целях оптимизации технологий *in vitro* для данного вида осуществляется комплекс исследований по оценке влияния состава питательных сред и регуляторов роста на морфогенез растений [2]. Клюква крупноплодная широко внедрена в культуру благодаря ряду технологических преимуществ, среди которых – высокая лёжка,

крупный размер ягод и наличие в них воздушных камер. В отличие от неё, клюква болотная из-за мелкоплодности долгое время не рассматривалась как перспективный селекционный материал. Интерес к ней возрос в связи с сокращением природных популяций, что стимулировало работу по созданию культурных сортов. Клюква болотная обладает не меньшей вариабельностью признаков, чем клюква крупноплодная [3].

Клональное микроразмножение является перспективным методом для получения оздоровленного посадочного материала клюквы болотной. Подбор оптимального состава питательной среды и регуляторов роста – ключевой этап для повышения эффективности технологии. В связи с этим целью нашего исследования было оценить влияние разного состава питательной среды и гормонов на рост и коэффициент размножения клюквы болотной сорта Алая Заповедная на этапе микроклонального размножения. В отличие от исследований Макарова С. С. и соавторов [2], где изучалось влияние базовых сред, в данной работе проведено сравнительное тестирование различных концентраций солей в комбинации с цитокининами в среде WPM, что позволило выявить не только оптимальные гормональные композиции, но и определить эффект осмотического стресса.

Исследование проводилось на базе СурГУ в 2025 г. В качестве объекта исследования использовали культуру клюквы болотной сорта Алая Заповедная. Микропобеги культивировали на средах WPM с полной (1/1), половинной (1/2) и четвертной (1/4) концентрацией макро- и микроэлементов, дополненных цитокининами 2-изопентениладенином (2-иР) в концентрациях 1,0 и 2,0 мг/л или 6-бензиламинопурином (6-БАП) в концентрациях 0,3 и 0,5 мг/л. Оценивали высоту побегов, количество листьев, коэффициент размножения и процент контаминации.

Эффективными питательными средами в нашем исследовании были 1/2 WPM с добавлением 2-иР в концентрации 2,0 мг/л и 1/4 WPM с добавлением 6-БАП в концентрации 0,3 мг/л. Первая среда демонстрирует стабильно высокие средние показатели коэффициента размножения (13,72) и интенсивности роста (147,94 мм). Результаты работы показали, что такая среда обеспечивает максимальные показатели роста растений (240,22 мм) и высокий коэффициент размножения (22,92), что делает ее оптимальным выбором, когда стоит задача получения большого количества посадочного материала в сжатые сроки. В варианте с 6-БАП (0,3 мг/л) наблюдается лучшее сбалансированное развитие – сочетание хорошей высоты (средняя высота 156,86 мм) и высокого количества листьев (20,57).

В то же время, среда 1/4 WPM с добавлением 6-БАП в концентрации 0,5 мг/л показала себя как оптимальный вариант для формирования микроклонов с наилучшим развитием листового аппарата, что важно для их адаптации. Это позволяет рекомендовать ее как высокопродуктивную и надежную альтернативу. Использование цитокинина 6-БАП дает более стабильный результат по сравнению с 2-иР. Варьирование показателей в вариантах с 6-БАП часто ниже. Это указывает на меньший разброс данных между повторами (см.: табл.1).

Таблица 1.

Влияние состава питательной среды на морфометрические параметры микроклонов клюквы

Питательная среда	Средняя высота, мм	Среднее количество листьев, шт.	Средний коэффициент размножения
1/4 WPM + 6-БАП 0,3 мг/л	156,86	20,57	15,11
1/2 WPM + 2-иР 2,0 мг/л	147,94	21,32	13,72
1/4 WPM + 6-БАП 0,5 мг/л	124,41	22,93	11,46
1/4 WPM + 2-иР 2,0 мг/л	109,18	13,49	7,76
1/4 WPM + 2-иР 1,0 мг/л	105,60	16,93	9,73
1/2 WPM + 6-БАП 0,5 мг/л	92,67	16,22	7,94

Также было выявлено, что экспланты, пересаженные с более концентрированной среды (1/2 WPM) на менее концентрированную (1/4 WPM), проявляют «взрывной» рост и морфогенез. Яркий пример: переход с 1/2 WPM + 2-іР 1,0 мг/л на 1/4 WPM + 2-іР 2,0 мг/л. Это дало один из лучших результатов по количеству листьев (17,86) и хороший коэффициент размножения (12,29), что может указывать на снятие стресса или более эффективное использование питательных веществ и гормонов в менее концентрированной среде.

Наименее эффективной является стратегия пересадки с одинаковой или аналогичной среды. Например, с 1/2 WPM + 2-іР 2,0 мг/л обратно на 1/2 WPM + 2-іР 2,0 мг/л (коэффициент размножения 2,00) или с 1/4 WPM + 2-іР 1,0 мг/л на 1/4 WPM + 2-іР 2,0 мг/л (коэффициент размножения 2,50) показывает низкие значения. Это говорит о возможной гормональной «усталости» или адаптации растения к конкретному режиму, что снижает его отзывчивость.

Ключевой задачей на будущее становится оптимизация стадии укоренения, а также режимы акклиматизации. Полученные результаты позволяют рекомендовать конкретные составы питательных сред для эффективного микроклонального размножения и получения качественного посадочного материала клюквы болотной сорта Алая Заповедная.

Работа выполнена в соответствии с государственным заданием по теме «Функциональные пищевые продукты и микроинкапсулированные ингредиенты на основе комплекса биологически активных соединений, выделенных из северных растений, выращенных в гидропонике с применением технологии микроклонального размножения (Юграбиофарм)» (приказ Депобрнауки ХМАО – Югры № 10-П-1534 от 20.06.2023).

Литература:

1. Корепанов Д. А. Всхожесть семян клюквы болотной при использовании разных спектров фотосинтетической радиации / Д. А. Корепанов, Н. П. Кондратьева, Н. М. Чиркова // Вест. Ижевской гос. сельскохозяйственной акад. 2012. № 3 (32). С. 82-83.
2. Макаров С. С. Влияние концентрации росторегулирующих препаратов на биометрические показатели клюквы болотной (*Oxycoccus palustris* Pers.) при культивировании *in vitro* / С. С. Макаров, П. А. Феклистов, Т. А. Макарова [и др.] // Лесохозяйственная информация. 2022. № 2. С. 47-55.
3. Симахин М. В. Полиморфизм сортов клюквы (*Oxycoccus*) в условиях Москвы / М. В. Симахин, В. Г. Донских, Д. В. Наконечная, В. Р. Пашутин // Вест. Курской гос. сельскохозяйственной акад. 2022. № 8. С. 52-60.

УДК 635.92

БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ ДЕТСКОГО САДА

Страздаускене С. Р., Сунгурова Н. Р.

*Северный (Арктический) федеральный университет им. М. В. Ломоносова, Архангельск;
e-mail: n.sungurova@narfu.ru*

Аннотация. Разнообразие древесно-кустарниковой растительности на территории детского сада способствует формированию экологической культуры у дошкольников, а также бережного отношения к природе. Исследованиями установлено, что в условиях города Архангельска на территории детских садов недостаточно разнообразен флористический состав насаждений.

Ключевые слова: биологическое разнообразие, деревья, кустарники, детский сад.

BIOLOGICAL DIVERSITY OF WOODY AND SHRUBBY VEGETATION ON THE TERRITORY OF THE KINDERGARTEN

Strazdauskene S. R., Sungurova N. R.

*Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov, Arkhangelsk;
e-mail: n.sungurova@narfu.ru*

Abstract. The variety of woody and shrubby vegetation on the territory of the kindergarten contributes to the formation of ecological culture among preschoolers, as well as respect for nature. Research has established that in the conditions of the city of Arkhangelsk, the floral composition of the plantings on the territory of kindergartens is not sufficiently diverse.

Keywords: biological diversity, trees, shrubs, kindergarten.

В современных условиях вопросы сохранения и изучения биологического разнообразия становятся приоритетными. Детский сад может стать уникальной площадкой для формирования экологической культуры у подрастающего поколения.

Биологическое разнообразие – важнейший фактор существования биосферы. Оно имеет ценность по экологическим, генетическим, социальным, экономическим, научным, образовательным, культурным, рекреационным и эстетическим причинам [1; 2].

Цель исследования – изучить возможности использования территории детского сада как образовательного пространства для поддержания и изучения биоразнообразия.

На основании поставленной цели сформулированы задачи исследования:

1. проанализировать существующие методы работы с детьми по изучению биоразнообразия;
2. выявить оптимальные способы организации эколого-развивающей среды в ДОУ;
3. определить влияние взаимодействия с природой на формирование экологической культуры дошкольников.

Методы данного исследования основываются на:

- наблюдении за детьми в процессе взаимодействия с природными объектами;
- анализе педагогической практики;
- изучении научной литературы по теме.

В ходе исследований нами установлено, что организация эколого-развивающей среды в детском саду включает групповые уголки природы, мини-огород на окне, зимний сад, экологическую комнату, плодово-огородный участок для исследований, а также экологическую тропу с природными объектами.

В процессе проведения исследований выявлены формы работы по изучению биоразнообразия дошкольниками, которые состоят из:

- наблюдений за природными объектами;
- экспериментальной деятельности;
- ухода за флорой и фауной;
- чтения художественной и научно-популярной литературы;
- просмотра видеоматериалов;
- экологических праздников;
- дидактических и сюжетных игр;
- ведения календарей природы;
- составления рассказов и сказок о природе.

Влияние на развитие дошкольников оказывают следующие составляющие: формирование основ экологической культуры; развитие познавательного интереса; воспитание бережного отношения к природе; развитие наблюдательности и инициативности; формирование практических навыков природопользования.

При обследовании древесно-кустарниковой растительности, произрастающей на территории детских садов в городе Архангельске, нами не отмечено разнообразия флористического состава. Так, при описании деревьев и кустарников на участках 16 дошкольных учреждений, расположенных в различных округах города, зафиксировано, что видовое разнообразие колеблется от 2 до 23 пород. Чаще всего встречаются аборигенные виды – береза повислая, рябина обыкновенная, а также интродуценты – тополь бальзамический и карагана древовидная. Более половины пород составляют единичные посадки – сосна горная, туя западная, кедр сибирский, ясень обыкновенный, ольха серая, сирень обыкновенная, спирея японская и средняя, вишня кустарниковая, калина Бульденеж. Также на территории некоторых детских садов произрастают породы, которые по нормативным документам [3; 4] здесь высаживать не рекомендуется: роза колючейшая, черемуха Маака, можжевельник обыкновенный, снежноягодник белый, жимолость татарская, боярышник кроваво-красный.

На основе анализа древесно-кустарниковой растительности на территории детских садов предлагаются практические рекомендации по организации пространства:

- создание мини-сада и огорода;
- обустройство цветников и альпийских горок;
- установка кормушек для птиц;
- организация уголка лекарственных растений;
- создание ландшафтных пейзажей на территории ДОУ.

В заключение отметим, что использование территории детского сада для изучения и поддержки биоразнообразия способствует формированию экологической культуры у дошкольников, развитию познавательного интереса к природе, осознанию ценности природного мира, воспитанию ответственного отношения к окружающей среде.

Проведенные исследования могут способствовать разработке новых методик экологического воспитания, созданию типовых моделей эколого-развивающей среды в ДОУ, расширению возможностей практического взаимодействия детей с природой.

Литература:

1. Сокольская О. Б. Ландшафтная архитектура: озеленение и благоустройство территорий индивидуальной застройки : Учеб. пособие. Санкт-Петербург : Лань, 2019. 328 с. // ЭБС Лань. URL: <https://e.lanbook.com/book/113392>.

2. Сунгурова Н. Р. Состояние зеленых насаждений на территории дошкольных учреждений в г. Архангельске / Н. Р. Сунгурова, С. Р. Страздаускене, Г. Н. Стругова, С. С. Макаров // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2023. № 245. С. 140-158.

3. Теодоронский В. С. Ландшафтная архитектура : Учеб. пособие / В. С. Теодоронский, И. О. Боговая. Москва : ФОРУМ, 2010. 304 с.

4. Теодоронский В. С. Объекты ландшафтной архитектуры : Учеб. пособие / В. С. Теодоронский, И. О. Боговая. Москва : ГОУ ВПО МГУЛ, 2008. 210 с.

УДК 634.0.18:631.4

**КАЛИНА ОБЫКНОВЕННАЯ (*VIBURNUM OPULUS* L.)
КАК ЭЛЕМЕНТ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ДЕНДРОФЛОРЫ
В г. АРХАНГЕЛЬСКЕ**

Стругова Г. Н., Сунгурова Н. Р., Макаров С. С.
*Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, Архангельск,
e-mail: strugova.galina@yandex.ru, n.sungurova@narfu.ru*

Аннотация. В статье рассматриваются особенности распространения и адаптации калины обыкновенной (*Viburnum opulus* L.) в условиях урбанизированной среды Европейского Севера России. Анализируются экологические характеристики вида, его роль в формировании городской флоры и значение для городской экосистемы.

Ключевые слова: калина обыкновенная, урбанофлора, Европейский Север, адаптация растений, городская экология.

**VIBURNUM VULGARIS (*VIBURNUM OPULUS* L.)
AS AN ELEMENT OF DENDROFLORA BIODIVERSITY
IN THE CITY OF ARKHANGELSK**

Strugova G. N., Sungurova N. R., Makarov S. S.
*Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov, Arkhangelsk;
e-mail: strugova.galina@yandex.ru, n.sungurova@narfu.ru*

Abstract. The article discusses the peculiarities of the distribution and adaptation of *Viburnum opulus* L. in the urbanized environment of the European North of Russia. The ecological characteristics of the species, its role in the formation of urban flora and its importance for the urban ecosystem are analyzed.

Keywords: *Viburnum opulus* L., urban flora, European North, plant adaptation, urban ecology.

Урбанофлора представляет собой совокупность видов растений, способных существовать в условиях городской среды. Калина обыкновенная является одним из характерных представителей городской флоры северных городов России. Изучение её адаптации к урбанизированным условиям имеет важное научное и практическое значение [1].

Цель исследования – изучить особенности интродукции калины обыкновенной (*Viburnum opulus* L.) в условия урбанизированной среды Европейского Севера.

Исследование проводилось на Европейском Севере в городе Архангельске. Для этого использовались следующие методы:

- маршрутные обследования городских территорий;
- анализ экологических факторов;
- фенологические наблюдения [2];
- оценка состояния растений.

В процессе проведения исследований нами установлено, что экологические особенности калины обыкновенной в городской среде характеризуются высокой устойчивостью к загрязнению воздуха, способностью данного вида к вегетативному

размножению, адаптацией к различным типам почв, устойчивостью к механическим повреждениям и быстрому восстановлению декоративности.

Распространение *Viburnum opulus* L. в урбанофлоре Архангельска характеризуется следующими особенностями (рис. 1):

- преимущественное произрастание в парковых зонах;
- наличие популяций вдоль транспортных магистралей;
- формирование устойчивых сообществ в пригородных зонах;
- способность к натурализации в городских условиях.



Рис. 1. Калина обыкновенная в урбанофлоре г. Архангельска

При изучении калины обыкновенной как интродуцента отмечается, что данный таксон демонстрирует следующие адаптационные механизмы [3]:

- изменение фенологических ритмов;
- модификация морфологических признаков;
- формирование специфических популяций.

Также считаем, что необходимо подчеркнуть практическое значение данной породы, так как калина обыкновенная играет важную роль в городской экосистеме. При этом она выполняет функцию биологического фильтра, способствует улучшению микроклимата, является источником лекарственного сырья, а самое главное – имеет декоративное значение.

Исследованиями установлено, что вегетационный период данного вида в условиях городской среды в среднем начинается 5 мая, а завершается 27 октября. Продолжительность вегетации составляет 176 ± 3 дней.

Фенофаза распускания листьев зафиксирована 26 мая. Синхронизация фенологических процессов наблюдается у следующих видов растений: бузина красная, бересклет европейский, крыжовник отклоненный, различных представителей рода боярышник, береза и лиственница.

Антропотолерантность калины обыкновенной подтверждается продолжительностью периода цветения, составляющего 20 ± 4 дней, что представляет значительный интерес для ландшафтных архитекторов при проектировании городской среды.

Плоды начинают созревать в конце сентября и держатся на растении до начала зимнего периода, являясь кормовой базой для зимующих птиц.

В заключение отметим, что калина обыкновенная демонстрирует высокую адаптационную способность к условиям урбанизированной среды Европейского Севера. Её присутствие в городской флоре способствует повышению устойчивости городских экосистем и улучшению качества городской среды.

Для сохранения и развития популяций калины обыкновенной рекомендуется:

- создание благоприятных условий произрастания;
- контроль антропогенной нагрузки;
- проведение мероприятий по охране природных популяций;
- использование в городском озеленении.

Литература:

1. Макаров С. С. Декоративная дендрология : Учеб. для вузов / С. С. Макаров, Н. Р. Сунгурова, А. И. Чудецкий. Санкт-Петербург : Лань, 2024. 340 с.
2. Малаховец П. М. Фенологические наблюдения за сезонным развитием деревьев и кустарников : Учеб. –метод. пособие / П. М. Малаховец, В. А. Тисова. Архангельск : АГТУ, 1999. 48 с.
3. Сунгурова Н. Р. Интродукция калины обыкновенной (*Viburnum opulus* L.) в дендрофлору Архангельска / Н. Р. Сунгурова, Г. Н. Стругова, С. Р. Страздаускене [и др.] // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2025. № 3. С. 30-41.

УДК 635.92

ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЕКОРАТИВНЫХ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ ДЛЯ ОЗЕЛЕНЕНИЯ КРЫШ В УСЛОВИЯХ УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЫ

Ханбабаева О. Е.^{1,2,3}, Кудусова В. Л.^{1,3}, Кукуричкин Г. М.²,
Мурашова Е. К.¹, Тюшкевич Ф. В.²*

¹ Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, Москва;

² Сургутский государственный университет, Сургут;

³ Университет Вернадского, Москва;

*e-mail: hanbabaeva@yandex.ru

Аннотация. Предложенный ассортимент многолетних трав перспективен для озеленения крыш по экстенсивному типу с малыми затратами и высокой устойчивостью. При этом даже в сложных климатических условиях Севера обеспечиваются требования к комфортности и безопасности застройки (гидро- и теплоизоляция крыш, формирование благоприятного микроклимата через шумо- и пылепоглощение, насыщение воздуха кислородом, эстетический эффект и др.).

Ключевые слова: озеленение крыш, злаки, многолетние травы, почвопокровные растения.

EVALUATION OF PROSPECTS OF USING ORNAMENTAL PERENNIAL GRASSES FOR ROOFING IN URBAN ENVIRONMENT

Khanbabayeva O. E.^{1,2,3}, Kudusova V. L.^{1,3}, Kukurichkin G. M.²,
Murashova E. K.¹, Tyushkevich F. V.²*

¹ Moscow Botanical Garden of Academy of Sciences, Moscow;

² Surgut State University, Surgut;

³ Vernadsky University, Moscow;

*e-mail: hanbabaeva@yandex.ru

Abstract. The proposed assortment of perennial herbs is promising for extensive roof landscaping with low costs and high stability. At the same time, even in the difficult climatic conditions of the North, requirements for the comfort and safety of buildings are ensured (hydro- and thermal insulation of roofs, the formation of a favorable microclimate through noise and dust absorption, air saturation with oxygen, aesthetic effect, etc.).

Keywords: roof planting, cereals, perennial grasses, ground cover plants.

Декоративные многолетние травы и почвопокровные растения на данный момент очень активно используются в современном направлении озеленения «новая волна» — в связи с их высокой декоративностью и устойчивостью к факторам среды и антропогенным нагрузкам. Большинство многолетних декоративных трав очень неприхотливы и требуют минимального ухода, некоторые способны произрастать на солнечных местах и практически на безжизненных почвах в условиях острой нехватки влаги, отсутствии снежного покрова, либо при большой его толщине [1].

Многие декоративные злаки обладают высокой декоративностью не только в течение вегетационного периода, неприхотливы, устойчивы к физическим нагрузкам (вытаптывание, тяжелый снежный покров зимой). Высокая пластичность трав, в сочетании с высокой декоративностью, позволяют предположить их высокую пригодность для применения в экстенсивном озеленении крыш, где условия среды значительно отличаются от природных и требуют от растений повышенной устойчивости [4].

Существует два подхода к озеленению крыш – экстенсивный и интенсивный [2]. При экстенсивном типе озеленения используется подготовленная или существующая поверхность крыши, где на маломощных субстратах выращиваются в основном устойчивые декоративные травянистые многолетние растения, устойчивые к низким температурам и отсутствию снежного покрова зимой. Уход за такими посадками минимален [8]. Интенсивное озеленение, напротив, строится на активной ландшафтной планировке, где расчет мощности субстрата производится под каждое крупное растение. Сортимент и ассортимент растений намного разнообразнее, могут присутствовать кустарники, цветники, большие декоративные и плодовые деревья, с регулярным поливом, удобрением и формировкой. При интенсивном озеленении часто применяются элементы ландшафтного дизайна, дорожки, водоемы и декоративные конструкции, что создает более управляемое и эстетически продуманное пространство [5; 7].

Современные строительные нормы, регламентирующие устройство озеленённых крыш, предусматривают ряд важных условий. Прежде всего необходимо учитывать нагрузку, которую может выдержать конструкция крыши, поскольку растительный слой, особенно во влажном состоянии, существенно увеличивает массу покрытия. Далее определяется оптимальный объём почвенного слоя, который должен обеспечить размещение корней растений, а также необходимое количество влаги для их устойчивого роста [9]. При этом обязательно наличие дренажной системы, обеспечивающей удаление излишней влаги, поступающей во время атмосферных осадков или при поливе. Ещё одним ключевым элементом данной технологии является защита конструктивных элементов крыши от проникновения корней, поскольку их развитие может повредить гидроизоляцию и привести к разрушению покрытия.

Конструкция зелёной крыши состоит из функциональных слоёв, выполняющих различные задачи. Пароизоляция предотвращает увлажнение теплоизоляции. Теплоизоляционный слой регулирует теплотехнические характеристики крыши. Гидроизоляция обеспечивает защиту от влаги, поступающей извне или при поливе. Противокорневой слой предотвращает повреждение гидроизоляции растущими корнями. Дренажный слой отводит избыток воды, а фильтрующий слой препятствует вымыванию частиц субстрата. В совокупности эта система создаёт устойчивую, долговечную основу для размещения на нем субстрата с газоном. Субстрат укладывается небольшим слоем; для его облегчения добавляются различные разрыхлители (торф, песок, перлит, вермикулит) [9].

К растениям для озеленения крыш предъявляются особые требования. Прежде всего они должны выдерживать аномально высокие суточные и годовые амплитуды температур, поскольку крыша является наиболее открытой и уязвимой к климатическим воздействиям частью здания [6]. Компактная корневая система необходима, чтобы растение могло нормально развиваться в ограниченном объёме субстрата и не повреждало конструктивные слои кровли. Немаловажна устойчивость к сниженной влагообеспеченности, так как субстрат в системах экстенсивного озеленения имеет малую мощность и быстро просыхает. Способность быстро восстановить декоративность – важный критерий для привлекательности такого вида озеленения.

Чтобы подобрать ассортимент травянистых растений для озеленения крыш, необходимо учитывать их биологические особенности (морфология, фенология,

разрастаемость, устойчивость к факторам среды) и декоративность в течение сезона, где один из главных критериев – расположение листовой массы и общий тип роста [1].

В условиях экстенсивного озеленения крыши особенно выгодно использовать низовые злаки, у которых основная масса листьев располагается ближе к поверхности субстрата, а также они имеют компактную корневую систему [3; 10]. Это связано с тем, что крыши подвержены сильным ветровым нагрузкам, резким перепадам температур в течение суток и периодическому иссушению. Растения с низовым типом облиственности оказываются более устойчивыми в подобных условиях: их листовые пластинки защищены от перегрева, меньше подвергаются механическим повреждениям, а также способны экономно расходовать влагу, что особенно важно при небольшой мощности субстрата.

Наиболее перспективными в экстенсивном озеленении оказываются именно рыхлокустовые и корневищно-рыхлокустовые злаки. Рыхлокустовой тип кушения формирует устойчивые, но не чрезмерно плотные куртины, что оптимально для ограниченного субстрата и позволяет растению эффективно использовать доступное пространство. Наличие коротких корневищ способствует обновлению дернины и повышает способность растений восстанавливаться после неблагоприятных факторов – засухи, перегрева или промерзания. Такие виды образуют стабильный растительный покров, устойчивый к периодическому просушиванию и механическим воздействиям, что полностью соответствует требованиям экстенсивных систем на крышах.

Исследований на устойчивость декоративных трав по данным критериям в России не проводилось, хотя теоретически для этого могут подойти многие травянистые виды (злаки и осоки), а также почвопокровные растения (представители родов седум, пахизандра, вербейник, вероника, барвинок, горянка).

На наш взгляд, наиболее перспективные злаки в озеленении крыш для средней полосы России: ковыль красивейший – *Stipa pulcherrima* C. Koch, овсяница Готье – *Festuca gautieri* (Hack.) K. Richt., о. сизая – *Festuca glauca* L., осока косматая «Бронз Форм» – *Carex comans* «Bronze Form» Boott., о. повислая – *Carex flacca* Schreb., о. ржавопятнистая – *Carex siderosticta* Hance, перистощетинник лисохвостный – *Pennisetum afopecuroides* (L.) Spreng., просо прутьевидное – *Panicum virgatum* L., пырейник виргинский – *Elymus virginicus* L.; сеслерия блестящая – *Sesleria nitida* Schur.

Опираясь на общие требования к растениям для озеленения крыш и учитывая суровые климатические условия северных регионов России, логично сделать основной акцент на наиболее зимостойкие и засухоустойчивые виды трав, такие как: полевица обыкновенная – *Agrostis capillaris* L., овсяница овечья – *Festuca ovina* L., о. красная – *Festuca rubra* L., мятлик альпийский – *Poa alpina* L. и лядвенец рогатый – *Lotus corniculatus* L. Все эти травы обладают компактной корневой системой, хорошо переносят засуху и способны вегетировать в ограниченном объеме субстрата, отличаются высокой зимостойкостью и способны выдерживать большое количество влаги в период снеготаяния. Их декоративность сохраняется на протяжении всего вегетационного периода, а вегетировать травянистые растения начинают обычно в числе первых. Структура побегов обеспечивает быстрый восстановительный рост после воздействия неблагоприятных факторов. Поэтому именно эти виды являются логичным выбором для экстенсивного озеленения крыш в климате Западной Сибири.

Самые распространенные травы среди представленных – овсяница красная и мятлик луговой, которые имеют множество сортов, применяемых для создания устойчивых дерновых покрытий. Наиболее устойчивыми к сложным климатическим условиям сортами овсяницы являются: *Свердловская* – сорт, созданный для Урала, обладающий высокой плотностью побегов; *Мюрюнская* – сорт, очень устойчивый к грибным и бактериальным болезням; *Тамара* – сорт с очень стабильной семенной продуктивностью. Все перечисленные сорта хорошо переносят сильные морозы и засухи, формируя качественный дерновый покров.

Также все сорта мятликов отлично переносят короткие стрижки, имеют медленный рост, компактную корневую систему и хорошо справляются с сорняками, но некоторые имеют отличительные черты: сорт *Konni* – очень морозоустойчив, хорошо переносит вытаптывание; сорт *Award* – отлично сопротивляется болезням; сорт *Blue Chip* – хорошо справляется с возвратными холодами и резкими заморозками.

Озеленение крыш благоприятно влияет на микроклимат города, и, следовательно, на физическое состояние жителей. Для озеленения крыш необходимо использовать растения, способные выдерживать аномальные климатические условия. Особенно хорошо для создания зеленых крыш подходят травы, произрастающие в природных условиях гор и на сухих песчаных почвах, а также травы, имеющие бурую и коричневую окраску листвы и побегов, которая устойчива к выгоранию на открытых солнечных местах.

В последнее время «зеленые кровли» обретают все большую популярность в экологическом ландшафтном строительстве. Ведь «зеленая кровля» не только оказывает положительный эффект на природу и человека, но также значительно экономит средства. Экстенсивное озеленение крыш сокращает сток осадков, задерживает пыль, сохраняет прохладу в здании летом и тепло зимой, дает дополнительный кислород. Крыши с озеленением значительно улучшают внешний вид зданий и городскую урбоэкосистему в целом.

Литература:

1. Александрова В. Д. Кормовая характеристика растений Крайнего Севера / В. Д. Александрова // Тр. науч.-исслед. ин-та полярного земледелия, животноводства и промыслового хозяйства. Сер. Оленеводство. 1940. Вып. 11. С. 1-95.
2. Chen L. Urban green roofs: design, performance and ecosystem services / L. Chen, X. Zhang, Y. Li // Contemporary Urban Ecology. 2023. № 12 (2). P. 45-62.
3. Gonzalez P. Economical maintenance of green roofs with perennial meadow mixes / P. Gonzalez, F. Ortega, L. Rossi // Journal of Landscape Architecture. 2023. № 18 (4). P. 250-267.
4. Khan A. Multiyear grasses for modular green roofs: establishment, maintenance, and drought resilience / A. Khan, J. Müller, P. Rossi // Journal of Green Infrastructure. 2022. № 9 (3). P. 119–137.
5. Lee H. A comparative study of turf perennial grasses for roof landscapes under climate change scenarios / H. Lee, R. Carter, A. Singh // Landscape and Urban Planning. 2020-24. Vol. 198. P. 103812.
6. Liu Y. Native grass mixtures for roof gardens: establishment, performance and pollinator support / Y. Liu, S. Park, D. Kim // Urban Forestry & Urban Greening. 2023. Vol. 62. P. 127-138.
7. Novak R. Practical guidelines for maintenance of roof grasslands: 5-year surveillance data / R. Novak, E. Schmidt, A. Kline // Green Roofs Journal. 2025. Vol. 11 (1). P. 1-14.
8. Patel S. Biodiversity benefits of extensive green roofs with perennial grasses / S. Patel, T. Nguyen, D. Romero // Urban Ecology Letters. 2021. № 6 (1). P. 101-118.
9. Santos M. Sustainable substrates and irrigation strategies for resilient roof plant communities / M. Santos, K. Müller, J. Park // Building and Environment. 2024. Vol. 210. P. 108612.
10. Wang Q. Planting schemes for dry-season tolerance on extensive green roofs using perennial grasses / Q. Wang, D. Thomas, M. Ibrahim // Journal of Horticultural Science & Biotechnology. 2022. № 97 (2). P. 183-195.

УДК 596/599

ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ РЕДКИХ ВИДОВ ОРНИТОФАУНЫ ПРИРОДНОГО ПАРКА «НУМТО»

Шелудченко А. А.

*БУ Природный парк «Нумто», Белоярский;
e-mail: numto@mail.ru*

Аннотация. В статье представлены результаты инвентаризации краснокнижных видов орнитофауны, встречающихся на территории природного парка «Нумто». Численность птиц приводится за 2024 год. Динамика численности отслежена за последние 10 лет. Проанализированы данные о результатах многолетних исследований, показывающие распространение видов по территории природного парка.

Ключевые слова: орнитология, краснокнижные виды, численность, распространение, мониторинговые работы, динамика численности.

INVENTORY OF RARE AVIAN SPECIES IN THE NATURAL PARK «NUMTO»

Sheludchenko A. A.

*BI «Natural park «Numto», Beloyarsk;
e-mail: numto@mail.ru*

Abstract. The article presents the results of an inventory of rare bird species found in the Numto Nature Park. The number of birds is given for 2024. The number dynamics have been tracked over the past 10 years. The data on the results of long-term studies showing the distribution of species in the nature park have been analyzed.

Keywords: ornithology, Red Book species, numbers, distribution, monitoring, population dynamics.

Природный парк «Нумто» располагается на севере Ханты-Мансийского автономного округа – Югры, практически в самом центре Западно-Сибирской равнины. Его площадь составляет 597 189,5 га. Территория парка относится к северотаежной подзоне лесной зоны Западной Сибири [1; 2]. Парк занимает особое положение в географии, экологии, этнографии Тюменского севера [3].

Наличие огромных по площади озер и болот привлекает большое количество птиц. На территории парка «Нумто» насчитывается более 170 видов птиц [5–8]. По территории парка пролегают пути миграции многих тундровых и таежных видов, а также прибрежно-водных видов. Некоторые виды встречаются на территории парка только на пролете (гусь белолобый, пискунья, лебедь малый, краснозобая казарка, пуночка и др.).

Разнообразие орнитофауны обусловлено рядом факторов, таких как хорошая сохранность природных экосистем, отсутствие серьезных антропогенных и пирогенных нарушений, значительное разнообразие местообитаний, сочетание лесных и открытых ландшафтов, обилие различных водоемов, в том числе крупных озер, высокая биологическая продуктивность многих из них.

Отдаленность и труднодоступность территории расположения парка «Нумто» затрудняет возможность проведения отдельных орнитологических исследований. Большая часть информации о распространении орнитофауны на территории парка получена в ходе проведения комплексных мониторингов биоразнообразия. Изучение орнитофауны включает в себя, в том числе, и фиксирование встреч краснокнижных видов. В настоящее время существует большая потребность в изучении редких видов (их численности и распространения) для понимания необходимости их сохранения и восстановления.

Многолетние исследования позволили получить данные о распространении редких птиц на территории парка: были отмечены места гнездования скопы, орлана-белохвоста, ястребиной совы и сапсана; редкие встречи кречета, кобчика и беркута; на пролете зафиксированы встречи краснокнижных гусей, уток и лебедей. Из редких птиц парка 16 видов занесены в Красную книгу России (скопа, кречет, сапсан, беркут, большой кроншнеп, филин).

Помимо научных исследований в мониторинговые работы входят проведение инвентаризации краснокнижных видов флоры и фауны и заполнение информационных карточек встреч животных и растений, внесенных в Красную книгу ХМАО – Югры [4].

По результатам учетных работ в 2024 году из 30 видов редких птиц в парке были встречены 24 вида, относящихся преимущественно к околотовным и болотным [6]. Это 7 видов соколообразных, 7 видов гусеобразных, 6 видов ржанкообразных и по 1 виду гагар, сов, журавлей, воробьев и кур (гагара краснозобая, филин, серый журавль, серый сорокопут и тундряная куропатка). Среди них есть как гнездящиеся, так и пролетные, привлекаемые крупнейшей акваторией озера Нумто.

Самый многочисленный отряд редких птиц, встречающихся в парке – гусеобразные. Гуси в парке чаще всего встречаются на пролете в общих стаях, отмечаются редкие гнездования. Основной пролетный маршрут пролегает по восточной части озера Нумто и смежным с ним тундровым ландшафтам, где птицы останавливаются на так называемых «сухих» озерах. Первым из гусей в тундру прилетает гуменник. Гнездовые местообитания этого вида очень разнообразны – от заросших кустарниками пойм и озерных котловин до голых обрывистых речных берегов. В числе последних на пролете встречается негнездящаяся краснозобая казарка. В 2024 году по результатам учетов отмечено 136 встреч гуменника, пискульки – 30 встреч, краснозобая казарка встречалась 4 раза [6].

Краснокнижные утки по данным орнитологических исследований встречаются на весеннем пролете, отмечаются и единичные гнездования. Останавливаются на крупных и средних озерах среди редколесий. В 2024 г. инспекторами парка отмечено 66 особей турпана обыкновенного, 7 особей среднего крохале и 63 особи лутка. Также на пролете встречено 296 особей малого лебедя. Численность гусеобразных за последние 10 лет сильно варьируется.

Из дневных хищных птиц наиболее часто на территории парка встречаются скопа, орлан-белохвост и сапсан. Данные виды гнездятся в парке и успешно выводят потомство. Некоторые гнезда используются более 10 лет. Места гнездования примерно равномерно распределены по территории парка. Скопа обитает преимущественно вблизи водоемов на высоких сухих деревьях (обычно соснах и кедрах). В 2024 году отмечено 37 встреч.

Орлан-белохвост гнездится вдоль водоемов на крупных деревьях. Численность зависит от рыбных запасов. В период 2014-24 гг. инспекторами парка отмечено 56 жилых гнезд, в них замечено по 2–3 птенца в гнезде. Количество встреч орлана-белохвоста в 2024 году – 104.

Сапсан в отличие от других видов гнездится в тундре и ведет скрытный образ жизни. Но также может занимать и брошенные гнезда других видов птиц. Известен случай использования брошенного вороньего гнезда, расположенного на одиноко стоящем старом кедре. В 2024 г. инспекторами парка отмечено 12 встреч птиц. Остальные соколообразные (беркут, кречет, обыкновенный осоед, большой подорлик) встречаются весьма редко, гнезд в последние 5 лет не отмечалось. В настоящее время беркута, кречета, обыкновенного осоеда и

большого подорлика можно считать залетными, гнездовой ареал которых охватывает территорию парка, но их постоянное пребывание маловероятно.

Отряд ржанкообразных представлен самыми разнообразными по размерам и особенностям экологии водно-болотными птицами. В парке встречается 6 краснокнижных видов ржанкообразных. Для территории парка виды редкие, некоторые гнездятся в тундрах вблизи водоемов. Отмечались гнезда большого кроншнепа в заболоченном понижении тундры в районе озера Нумто, здесь одно из самых северных мест его гнездования. По результатам учетов на 2024 год встречено 99 особей большого кроншнепа, 40 особей среднего кроншнепа, 7 особей тулеса, 6 особей короткохвостого поморника и 2 особи длиннопалого песочника.

Из журавлей на территории парка встречается журавль серый. По данным орнитологических исследований вид гнездится на территории парка. Данные мониторинговых работ показывают ежегодные встречи данного вида. В 2024 году отмечено 18 встреч серого журавля. Также более 5 лет назад на территории парка фиксировали встречи стерха. В последний раз был отмечен в учетных работах 2019 года.

Еще одни представители редкой орнитофауны – птицы отряда совообразные. Ночные и сумеречные хищные птицы более характерны для лесных местообитаний. Филин встречается на территории парка регулярно. По данным научных исследований вид гнездится. В период 2012–2024 гг. отмечена 101 особь. В 2024 году – 5 особей филина.

Проанализировав данные мониторинга, можно сделать вывод, что в парке обитают и успешно гнездятся дневные и ночные хищники, ржанкообразные и гусеобразные. На весеннем пролете высока встречаемость редких околотовных видов. Учетчиками отмечались частые встречи орлана-белохвоста, большого и среднего кроншнепов, а также краснозобой гагары. В отчетном году было отмечено наибольшее количество тундряной куропатки за последние 10 лет. Динамика встречаемости видов довольно стабильна. Большая часть редкой орнитофауны отмечается на учетах ежегодно. Таким образом, территория природного парка «Нумто» достаточно благоприятна для краснокнижных видов орнитофауны.

Литература:

1. Наблюдение явлений и процессов в природном комплексе Парка «Нумто» в рамках Летописи природы : отчет по НИР / ИПОС СО РАН, науч. рук. Э. И. Валеева. Тюмень, 2006. Т. 1. 272 с.
2. Валеева Э. И. Природный комплекс парка «Нумто» / Э. И. Валеева, Д. В. Московченко, С. П. Арефьев. Новосибирск : Наука, 2008. 280 с.
3. Проект организации природного парка окружного значения «Нумто» в Белоярском районе Ханты-Мансийского автономного округа / ИПОС СО РАН, науч. рук. Э. И. Валеева. Тюмень, 2000. Т. 1. 260 с.
4. Красная книга Ханты-Мансийского автономного округа – Югры: животные, растения, грибы / отв. ред. В. П. Стариков. 3-е изд., перераб. и доп. Кемерово : Вектор-принт, 2024. 520 с.
5. Гашев С. Н. К орнитофауне природного парка «Нумто» // М-лы к распространению птиц на Урале, в Приуралье и Западной Сибири. Екатеринбург : Екатеринбург, 1998. 236 с.
6. Летопись природы БУ ХМАО-Югры «Природный парк «Нумто», 2024 год. Белоярский, 2025. 215 с.
7. Стрельников Е. Г. Орнитофауна озера Нумто и его окрестностей // Русский орнитологический журнал. 2009. Т. 18, Экспресс-выпуск 464. С. 235-250.
8. Фийевский З. Орнитологические наблюдения в окрестностях озера Нумто (Ханты-Мансийский автономный округ – Югра) // Фауна Урала и Сибири. Региональный фаунистический журнал. 2015. № 2. С. 234-240.

Секция

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ АРКТИКИ

УДК 504.61, 556.5

**АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ПРИ ДОБЫЧЕ ПЕСКА
ГИДРОМЕХАНИЗИРОВАННЫМ СПОСОБОМ**

Вахрушев Д. А.
Сургутский государственный университет, Сургут;
e-mail: vaxrushev_danil@bk.ru

Аннотация. В данной статье рассматривается анализ экологических рисков, связанных с добычей песка методом гидромеханизации. В последние десятилетия увеличение потребности в строительных материалах приводило к активной эксплуатации песчаных карьеров, что привело к негативным последствиям для окружающей среды.

Ключевые слова: экологические риски, добыча песка, гидромеханизированный способ, охрана окружающей среды, устойчивое развитие, экосистема.

**ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL RISKS
IN HYDRO-MECHANIZED SAND MINING**

Vakhrushev D. A.
Surgut State University, Surgut;
e-mail: vaxrushev_danil@bk.ru

Abstract. This article discusses the analysis of environmental risks associated with the extraction of sand using hydro-mechanization methods. In recent decades, the increasing demand for construction materials has led to the active exploitation of sand quarries, which has had negative consequences for the environment.

Keywords: environmental risks, sand mining, hydro-mechanized method, environmental protection, sustainable development, ecosystem.

Введение. Добыча песка – важный процесс, необходимый для обеспечения строительной отрасли. Однако он сопряжен с множеством экологических рисков. Популярный открытый и гидромеханизированный способы различаются по своему воздействию на окружающую среду. Поскольку песок является невозобновляемым ресурсом, его чрезмерная эксплуатация может привести к серьезным последствиям для экосистем, в том числе нарушениям в водном режиме, изменению ландшафта и ухудшению качества почвы [1–4].

Добыча песка является неотъемлемой частью строительной индустрии, обеспечивая массовое производство основных строительных материалов. Однако с ростом потребности в этих ресурсах в последние десятилетия наблюдается усиление негативного воздействия на окружающую среду. В связи с этим поднимается вопрос о последствиях, вызванных различными методами добычи песка, среди которых выделяются открытый и гидромеханизированный способы.

Целью данной статьи является комплексный анализ экологических рисков, связанных с данным методом добычи песка. Мы стремимся выявить основные экологические проблемы, возникающие в результате их применения, а также рассмотреть существующие подходы к минимизации негативного воздействия на экосистему.

Методы исследования включают сбор и анализ данных о влиянии различных способов добычи песка на окружающую среду, а также изучение зарубежного и отечественного опыта в области управления экологическими рисками. В рамках работы мы предложим рекомендации и меры по оптимизации существующих процессов, что позволит свести к минимуму негативные последствия добычи песка и обеспечить устойчивое развитие данной отрасли.

1. Гидронамывной способ добычи песка: гидронамывной способ добычи песка – это метод, при котором песок добывается из водоемов с помощью земснаряда. Земснаряд – это специализированное плавсредство, оснащенное мощными насосами и системой шлангов. Вода под высоким давлением подается в нижнюю часть земснаряда, откуда она вместе с песком поступает в трубопровод и транспортируется на берег. Затем вода отделяется от песка, и песок отправляется на дальнейшую переработку или хранение.

Достоинства гидронамывного способа добычи песка:

1. Высокая производительность: земснаряды способны работать в круглосуточном режиме, что увеличивает скорость добычи.
2. Меньший риск для рабочих: добыча песка происходит на расстоянии от берега, что снижает риск травматизма.
3. Возможность добычи в труднодоступных местах: гидронамывные способы позволяют добывать песок в водоемах, где традиционная добыча затруднена или невозможна.
4. Экономичность: технология позволяет экономить на транспортных расходах, так как песок сразу транспортируется на берег по трубопроводам.
5. Удобство для транспортировки: песок уже влажный и готов к использованию, что упрощает его транспортировку и дальнейшее использование.

Недостатки гидронамывного способа добычи песка:

1. Загрязнение окружающей среды: при добыче могут образовываться вымученные воды, которые могут загрязнять водоемы и близлежащие территории.
2. Шум и вибрация: работа земснарядов может создавать шум и вибрацию, что может беспокоить жителей близлежащих районов.
3. Сложность оборудования: необходимость использования дорогостоящего и сложного оборудования, требующего квалифицированного обслуживания.
4. Потребление энергии: высокое потребление электроэнергии для работы земснаряда и насосного оборудования.
5. Влияние на экосистемы: воздействие на местные экосистемы, такие как рыбные запасы и водные растения.

В целом, гидронамывной способ добычи песка является эффективным методом, однако он требует внимательного отношения к экологическим аспектам и строгого соблюдения природоохранного законодательства.

2. Экологические риски гидромеханизированного способа добычи песка: гидромеханизированный способ добычи песка предполагает использование воды для извлечения песка, что снижает механическое воздействие на рельеф, однако также вызывает серьезные экологические риски:

1. Загрязнение водных объектов. Одним из основных рисков гидромеханизированного метода является загрязнение водоемов, поскольку этот способ предполагает использование большого количества воды для размыва и транспортировки песка. Загрязненная вода может содержать взвеси, химические вещества и тяжелые металлы, что негативно сказывается на качестве воды и здоровье водной флоры и фауны.

2. Изменение гидродинамических характеристик водоемов. Добыча песка гидромеханизированным способом может изменять течение рек и ручьев, что влияет на их способность переносить осадки и поддерживать стабильность русла. Это может привести к усилению эрозии берегов, образованию отмелей и изменению глубины водоемов.

3. Угроза для подводных экосистем. Гидромеханизированная добыча песка разрушает подводные экосистемы, такие как донные отложения, водоросли и коралловые рифы. Это нарушает пищевые цепи и снижает биологическое разнообразие в районе добычи.

4. Потеря мест обитания рыб и других водных организмов. Изменение структуры дна и ухудшение качества воды приводят к уменьшению числа мест обитания для рыб и других водных организмов. Это может значительно сократить популяции некоторых видов рыбы и повлиять на рыболовство в регионе.

5. Проблемы с качеством питьевой воды. Загрязнение водоемов вследствие гидромеханизированной добычи песка может представлять опасность для питьевых источников. Вода, загрязненная песком и химикатами, становится непригодной для употребления человеком и требует дополнительной очистки.

6. Эрозия береговой зоны. Интенсивная добыча песка вблизи берега может привести к ускоренной эрозии береговой линии, что угрожает стабильности прибрежных зон и инфраструктуре, расположенной вдоль реки или озера.

7. Образование искусственных островов и отмелей. Отложения песка, образующиеся в результате гидромеханизированной добычи, могут создавать искусственные острова и отмели, изменяя естественное течение воды и создавая препятствия для судоходства.

Во-первых, согласно Лебедеву А., подача больших объемов воды может привести к загрязнению водоемов и изменению их физико-химических свойств [5]. Морозова Т. утверждает, что этот метод может влиять на зоны обитания водных организмов и в конечном итоге нарушать экосистему [6].

Во-вторых, с точки зрения Овчинникова В., гидромеханизированная добыча вызывает значительные затраты на использование воды, что в условиях нехватки водных ресурсов становится серьезной проблемой [7]. В некоторых исследованиях подчеркивается необходимость обращения внимания на устойчивое использование водных ресурсов и адаптацию методов добычи к местным условиям [8].

Распространение вымученных вод – это важный аспект гидронамывного способа добычи. Вымученные воды представляют собой жидкости, загрязненные различными примесями, такими как песок, ил, микроорганизмы и другие вещества, которые попадают в воду в процессе добычи. Их распространение может оказывать негативное воздействие на окружающую среду, включая ухудшение качества воды в водоемах, загрязнение близлежащих территорий и возможное воздействие на местные экосистемы.

Для минимизации негативного воздействия на окружающую среду при использовании гидронамывных способов добычи предпринимаются следующие меры:

1. Контроль за качеством воды: регулярный мониторинг качества воды до и после проведения работ.

2. Фильтрация и очистка воды: использование систем фильтрации для удаления примесей из воды перед ее возвращением в водоем.

3. Рекультивация земель: восстановление земель, подвергшихся воздействию в результате добычи.

4. Экологическая экспертиза: проведение экологической экспертизы до начала работ для оценки потенциального воздействия на окружающую среду.

5. Соблюдение законодательства: строгое соблюдение природоохранного законодательства и норм.

Распространение взмученных вод относится к категории нарушений природоохранного законодательства, которое регулируется различными правовыми нормами. Штрафные санкции

за такое нарушение могут зависеть от множества факторов, включая степень нарушения, масштаб ущерба, регион, где произошло нарушение, и другие обстоятельства. Рассмотрим основные аспекты штрафных санкций, применяемых к предприятиям за распространение взмученных вод.

Основные законодательные акты, регулирующие охрану водных ресурсов и ответственность за их загрязнение, включают:

- Водный кодекс Российской Федерации;
- Федеральный закон «Об охране окружающей среды»;
- Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях (КоАП РФ);
- Уголовный кодекс Российской Федерации (УК РФ).

Административные штрафы являются одной из наиболее распространённых мер наказания за нарушение правил охраны водных ресурсов. Размеры штрафов зависят от степени вины нарушителя, характера и масштаба нарушения, а также статуса юридического лица (предприятие, индивидуальный предприниматель и т. д.). Положения о штрафах содержатся в Кодексе Российской Федерации об административных правонарушениях (КоАП РФ).

Примеры возможных штрафов:

- За нарушение правил охраны водных объектов (статья 8.13 КоАП РФ) юридические лица могут быть оштрафованы на сумму до 400 тысяч рублей.
- За порчу земель (статья 8.6 КоАП РФ) штраф может достигать 300 тысяч рублей.

В случаях, когда нарушение привело к значительному ущербу окружающей среде или здоровью граждан, возможна уголовная ответственность по статье 246 УК РФ («Нарушение правил охраны окружающей среды при производстве работ»). Максимальное наказание по данной статье предусматривает лишение свободы на срок до пяти лет.

Предприятия могут нести гражданско-правовую ответственность за возмещение вреда, причинённого окружающей среде и третьим лицам. Размер компенсации определяется судом исходя из оценки ущерба, нанесённого водным объектам и экосистемам.

Кроме штрафов и компенсационных выплат, предприятия могут столкнуться с приостановлением деятельности до устранения нарушений, обязанностью провести рекультивацию нарушенных территорий, а также с необходимостью получения специальных разрешений на ведение хозяйственной деятельности в будущем.

Размер штрафа может варьироваться в зависимости от обстоятельств дела. Например, за нарушение правил охраны водных объектов юридическое лицо может быть оштрафовано на сумму от 30 до 100 тысяч рублей, но при повторном нарушении штраф может увеличиться до 400 тысяч рублей.

Конкретные размеры штрафов и порядок их назначения устанавливаются компетентными органами, такими как Росприроднадзор, Роспотребнадзор и суды, в зависимости от тяжести совершенного правонарушения.

Экологические последствия гидронамывного метода добычи могут быть значительными, и необходимо принимать все меры для минимизации их воздействия.

3. Обобщение и обсуждение существующих решений: анализ современных исследований показывает, что для снижения экологических рисков как при открытой, так и при гидромеханизированной добыче песка требуется комплексный подход. Согласно Сидорову А., использование технологий, направленных на минимизацию воздействия на окружающую среду, таких как системы рециркуляции воды и методы контроля за состоянием экосистем, является актуальным [9].

Некоторые авторы (Смирнов Е.) предлагают внедрять ловушки для отсева отходов и систематически проводить мониторинг здоровья экосистем в районе песчаных карьеров [10]. Кроме того, Федосеев Р. считает, что необходимо разрабатывать и внедрять законодательные инициативы, направленные на контроль за процессами добычи и восстановление нарушенных земель, что позволит создать устойчивую систему управления ресурсами [11].

Заключение. Анализ экологических рисков, связанных с добычей песка, показывает, что обе технологии – открытая и гидромеханизированная – имеют свои преимущества и недостатки. Важно осознавать необходимость их рационального использования, что позволит минимизировать негативное влияние на окружающую среду и достичь устойчивого развития. Эффективное решение существующих проблем требует комплексного подхода, включая современные технологии, контроль деятельности горнодобывающих компаний и соблюдение законодательных норм.

В ходе проведенного анализа экологических рисков, связанных с добычей песка открытым и гидромеханизированным способами, было выявлено, что каждый из этих методов имеет свои уникальные последствия для окружающей среды. Мы рассмотрели основные экологические риски, включая деградацию ландшафта, загрязнение водоёмов, изменение водного ресурса и негативное воздействие на биосистемы.

Важно отметить, что непродуманное воздействие на природу может привести не только к утрате природных ресурсов, но и к долгосрочным экологическим изменениям, которые затронут не только непосредственно район добычи, но и прилегающие территории.

В качестве ключевых стратегий по минимизации негативного влияния добычи песка на окружающую среду являются внедрение более эффективных технологий, регулярный мониторинг экологической обстановки и разработка строгих экологических норм для песчаных карьеров. Применение комплексного подхода в управлении рисками позволит не только сократить экологические последствия, но и обеспечить устойчивое развитие строительной отрасли.

Осознание и активное управление экологическими рисками являются необходимыми условиями для эффективной и ответственной добычи песка. Устойчивое развитие этой важной отрасли возможно лишь при условии, что экологические интересы будут интегрированы в процесс принятия решений и разработки технологий, что приведет к гармоничному сосуществованию экономики и природы.

Литература:

1. Власов Н. Экологические проблемы открытой добычи песка // Журнал экологических исследований. 2021. № 34 (2). С. 45-56.
2. Галкин Я. Законодательные инициативы в области охраны окружающей среды // Экология и право. 2022. № 17 (3). С. 32-40.
3. Григорьев Д. Меры по восстановлению земель после горных работ // Горное дело и геотехнологии. 2022. № 19 (4). С. 78-84.
4. Иванов П. Гидромеханизированная добыча песка и её влияние на экосистемы / П. Иванов, С. Кузнецов // Гидрология и экология. 2021. № 10 (1). С. 44-50.
5. Лебедев А. Инновационные технологии в добыче песка // Научное обозрение. 2020. № 25 (2). С. 34-40.
6. Морозова Т. Водные ресурсы в контексте добычи песка: проблемы и решения // Государственная охрана природы. 2021. № 22 (3). С. 55-67.
7. Овчинников В. Устойчивое управление водными ресурсами // Горный журнал. 2022. № 30 (1). С. 18-29.
8. Петров И. Воздействие открытой добычи на водные экосистемы // Экология и жизнь. 2020. № 28 (3). С. 12-21.
9. Исследование воздействия добычи песка на природные ландшафты [и др.] // Научная экология. 2019. № 15 (7). С. 93-104.
10. Смирнов Е. Роль водных ресурсов в добыче песка. Москва : Научный мир, 2023.
11. Федосеев Р. Проблемы экологии и восстановление земель после добычи // Экологические технологии. 2023. № 11 (6). С. 61-72.

УДК 911:5

**КОМПОНЕНТЫ АНТРОПОГЕННОЙ ЛАНДШАФТООБРАЗУЮЩЕЙ
УРБОГЕОСИСТЕМЫ
(НА ПРИМЕРЕ ТАЁЖНОЙ ЗОНЫ СУРГУТСКОГО ПРИОБЬЯ)**

Ведмидь Г. П.

*Центр патриотических проектов «Моя история», Сургут;
e-mail: v-g-p-56@jandex.ru*

Аннотация. Антропогенная ландшафтообразующая урбогеосистема характеризуется понятиями: «ресурс», «инфраструктура», «поселение», ретроспективно определяемых конкретным видом природно-территориальных комплексов. Будучи взаимосвязанными и взаимообусловленными, они лежат в основе процессов становления искусственных морфоструктур, наглядно подтверждающих универсальный характер урбогеосистемы.

Ключевые слова: антропогенная урбогеосистема, процессы ландшафтообразования, Сургутское Приобье.

Vedmid' G. P.

**COMPONENTS OF THE ANTHROPOGENIC LANDSCAPE-FORMING
URBAN GEOSYSTEM
(WITH THE EXAMPLE OF THE TAIGA ZONE OF THE SURGUT OB REGION)**

*Center for Patriotic Projects «My History», Surgut;
e-mail: v-g-p-56@jandex.ru*

Abstract. The anthropogenic landscape-forming urban geosystem is characterized by the concepts of «resource», «infrastructure» and «settlement» retrospectively defined by a specific type of natural-territorial complexes. Being interconnected and interdependent, they underlie the processes of becoming of artificial morphological structures, clearly confirming the universal nature of the urban geosystem.

Keywords: anthropogenic urban geosystem, landscape formation processes, Surgut Ob region.

Процессы становления антропогенных ландшафтов напрямую связаны с хозяйственной природопреобразующей деятельностью человека, что непременно ведет к изменению природно-территориальных систем.

Объектом рассмотрения избирается вид культурного ландшафта – *исторические территории*, в их сочетании с природными и техногенными комплексами; а *предметом* – природно-антропогенные трансформации, влекущие за собой изменения и смену географического ландшафта. В качестве детального анализа исходного материала выделен ряд компонентов – «ресурс», «инфраструктура», «поселение», в совокупности составляющих антропогенную урбогеосистему, представленную на рис. 1. Будучи взаимосвязаны и взаимообусловлены, они исполняют роль природно-антропогенных начал, предопределяющих процессы ландшафтообразования.

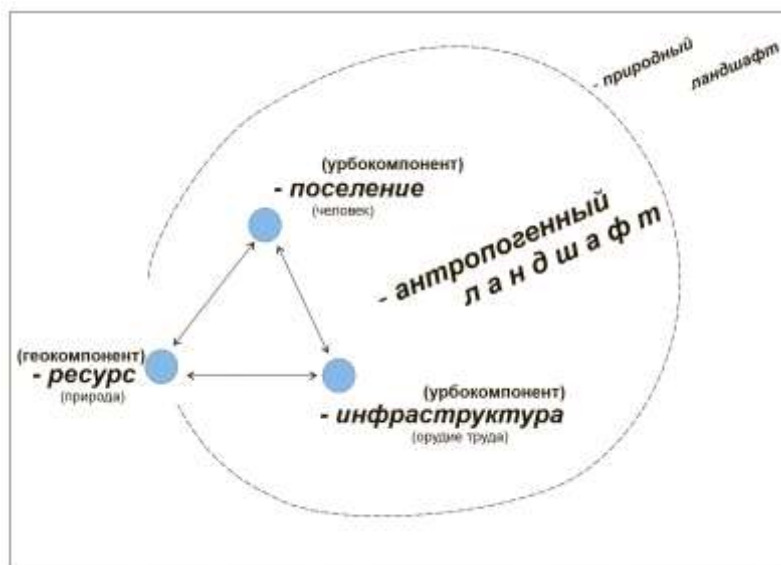


Рис. 1. Компоненты антропогенной ландшафтообразующей урбогеосистемы

Анализ динамики изменения ландшафтов, особенностей их эволюции, позволил выявить основные этапы использования природных ресурсов, а также виды трансформаций природно-антропогенных систем – характера их изменений, смену, замену, включая деградацию таковых. Антропогенно-природные комплексы отражают, как минимум, пять этапов трансформаций, запечатленных в географическом ландшафте Сургутского Приобья, к которым относятся нижеперечисленные.

1. Первоначальный этап изменения природных комплексов, или же так называемый биоантропоген, положил начало вновь создаваемым ландшафтам. Он напрямую связан с появлением сообщества людей, зарождением процессов этногенеза в условиях естественной среды. Это была стадия освоения первозданных послеледниковых пространств Севера, этап выживания человека (*Homo sapiens*) во вмещающих географических ландшафтах, адаптации его к природному окружению [1].

2. Первобытные трансформации земной поверхности – археологические ландшафты, созданные древнейшим человеком, относятся к рубежу мезолита и неолита. В рельефе эти преобразования видимы сегодня как на поверхности земли, так и скрыты в ее толще – культурном слое. В окружении послеледниковых экосистем, они образуют рукотворный ландшафт [2], включающий не только единично расположенные ямы-ловушки (объекты промыслово-охотничьей «инфраструктуры») [3], но и множество жилых морфоструктур – селища, укрепленные жилища и городища-крепости. Совокупность последних можно отнести к «поселению» как важнейшему компоненту древней ландшафтообразующей геосистемы.

В среднем течении Оби к числу наиболее известных археологических поселенческих комплексов следует отнести такие, как Барсова Гора, Ермаково, Сайгатина и др., содержащие скопление археологических памятников и, охватывая обширные участки территории Сургутского района, в них запечатлены страницы древнейшей дописьменной истории освоения Югорского края (рис. 2, 3).

3. Этнокультурная ландшафтопреобразующая деятельность, исторически осуществляемая в таёжной лесоболотной зоне Сургутского Приобья, первоначально была связана с выжиганием местности, вырубкой и сушкой на корню древесной растительности, гидротехническими работами, выпасом оленей, земляными работами, возведением жилых и хозяйственных построек, а также другими видами землепользования [4].

Этноприродные изменения привели к образованию промыслово-поселенческих территорий – родовых угодий, содержащих сакральные ландшафты – священные места

коренного населения (рис. 4, 5). Этот процесс становления антропогенного окружения обусловлен внутриэтническими условиями развития древнейшего населения, сохранением моноэтнической идентичности, охватывая период с XIII по XXI вв. [5].

4. Начало дорожно-транспортной поселенческой урбанизации Сургутского Приобья связано с активизацией этнических и хозяйственно-миграционных контактов, обозначивших исторические этапы заселения территории: хантами – с древности по XVI в.; русскими – с конца XVI по начало XX вв.; а также процессы миграции в связи с развитием нефтегазового комплекса – с середины XX по начало XXI вв.

Ямской гужевой и речной пароходный этап был связан с историческим заселением прибрежных территорий среднего течения Оби, которое предшествовало нефтегазовому освоению края. Охватывая период с конца XVI в. до середины XX в., в это историческое время складывается антропогенный ландшафт (рис. 6, 7), где подвижная сеть как *«ресурс»* взаимосвязи и развития региона, формируется с учетом двух урбокомпонентов – дорожной *«инфраструктуры»* и *«поселения»*.

5. Этап техногенных промышленно-нефтегазовых и поселенчески-городских трансформаций, повлекших существенные изменения (замену) географического ландшафта, занимает период с середины XX по начало XXI вв. Особенностью современной эволюции ландшафта является замещение территориальных экосистем на территориально-производственные морфоструктуры техногенного характера. При этом алгоритм процесса становления ландшафтообразующей урбогеосистемы обусловили всё те же компоненты – *«ресурс»*, *«инфраструктура»*, *«поселение»*, исполняющие роль исходного первоначала.

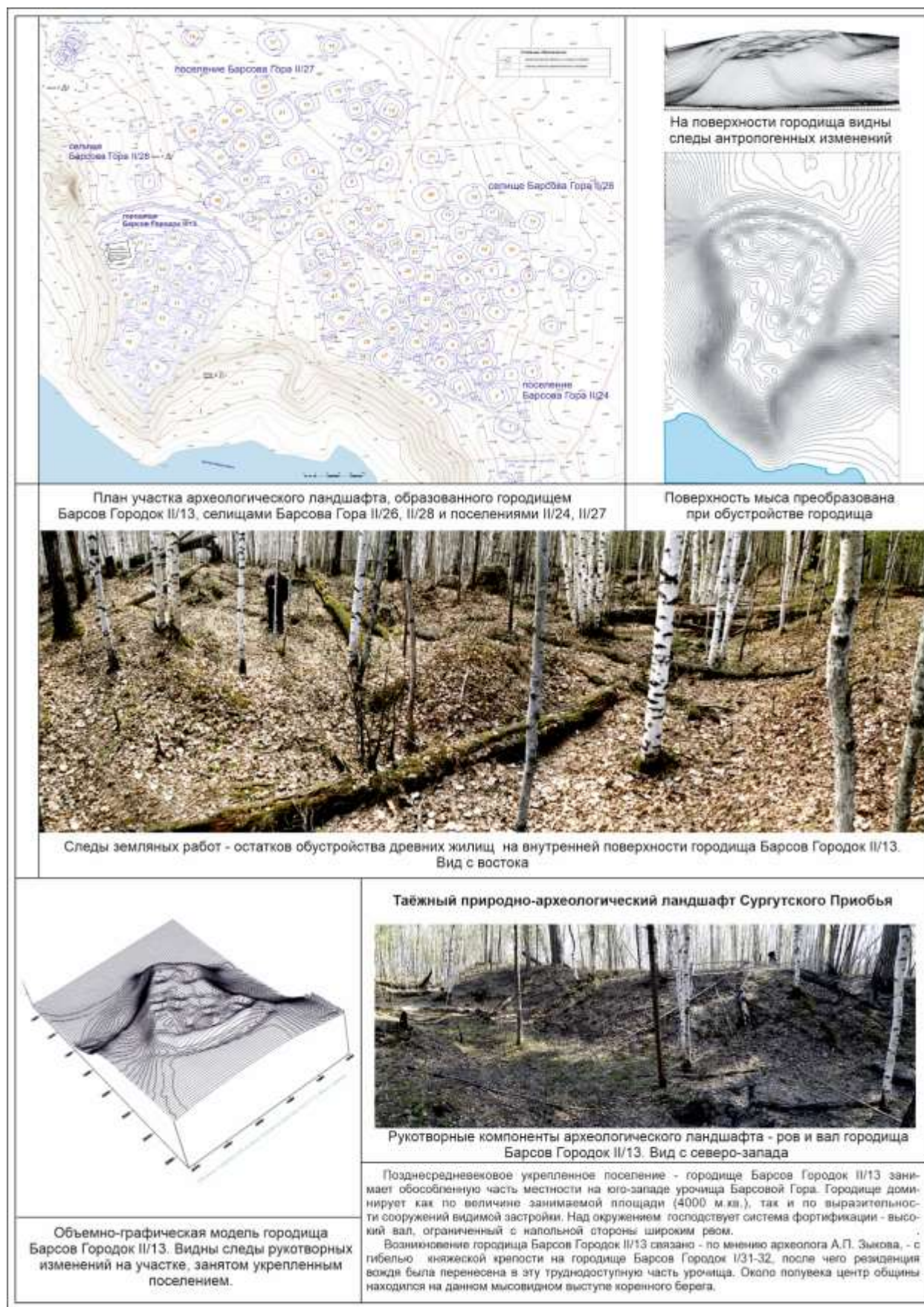


Рис. 2. Древние трансформации земной поверхности Среднего Приобья – археологический ландшафт достопримечательного места Барсова Гора. Городище Барсов Городок II/13



Рис. 3. Древние трансформации земной поверхности Среднего Приобья – археологический ландшафт достопримечательного места Шаман Гора. Археологический комплекс Ермаково



Рис. 4. Ландшафт этноприродных территорий традиционного природопользования. Родовые угоды Колыванова Г. Ф. и Вандымова А. Н. на р. Лямин – правом притоке Оби

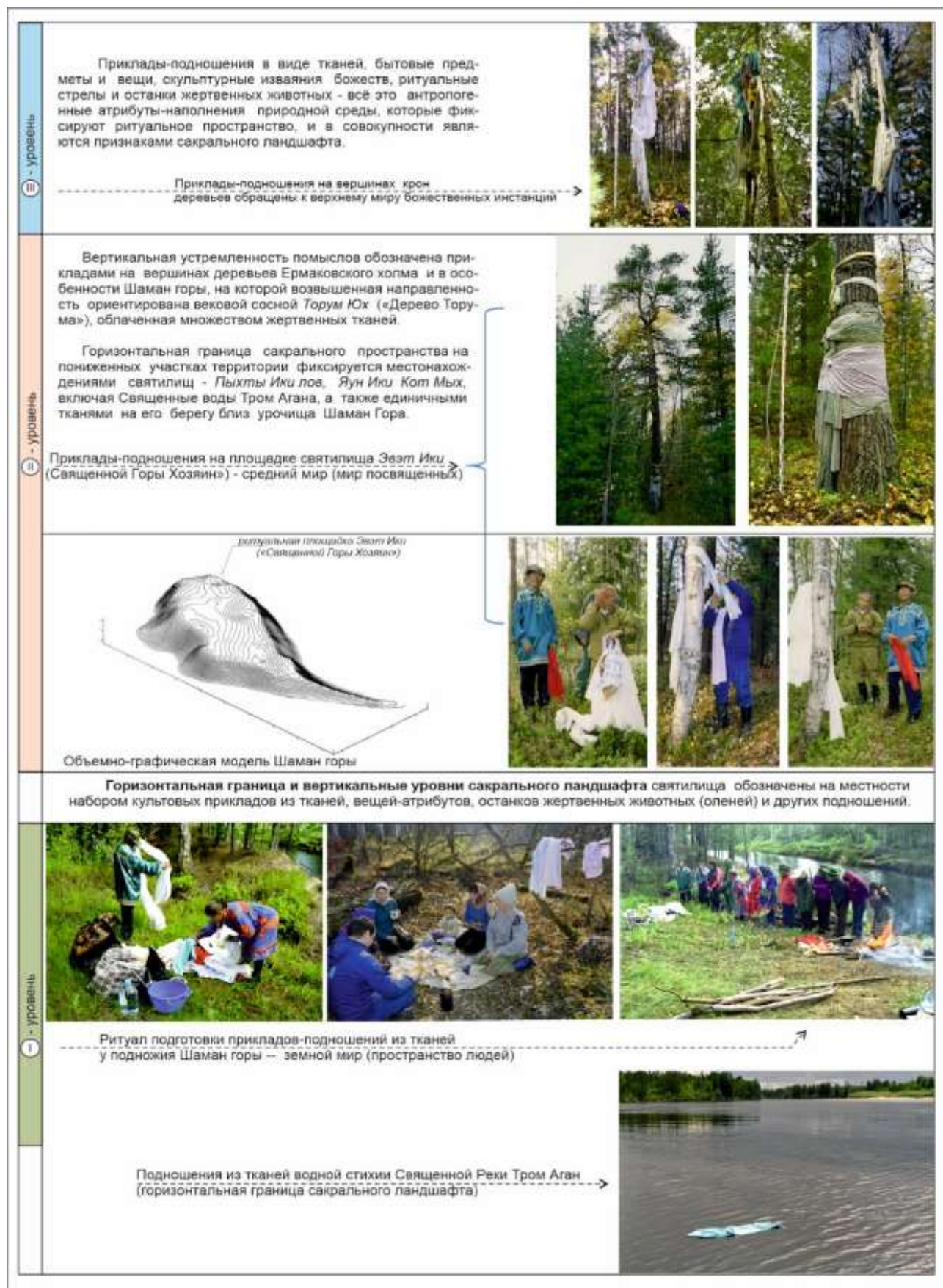


Рис. 5. Сакральный ландшафт этнокультурных территорий Среднего Приобья. Границы и уровни особо почитаемого пространства на святилище Эвэт Ики (Шаман Гора)

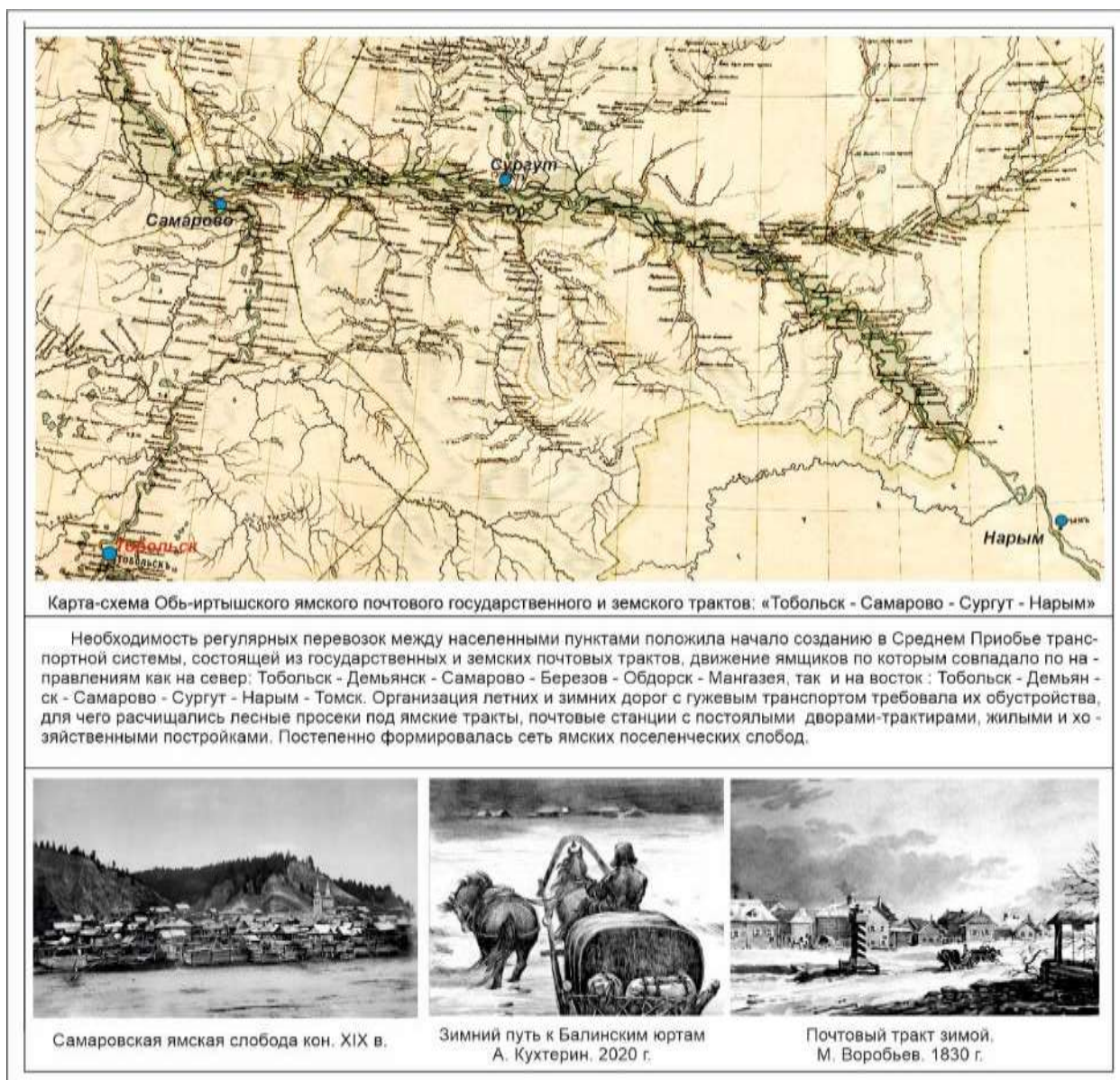


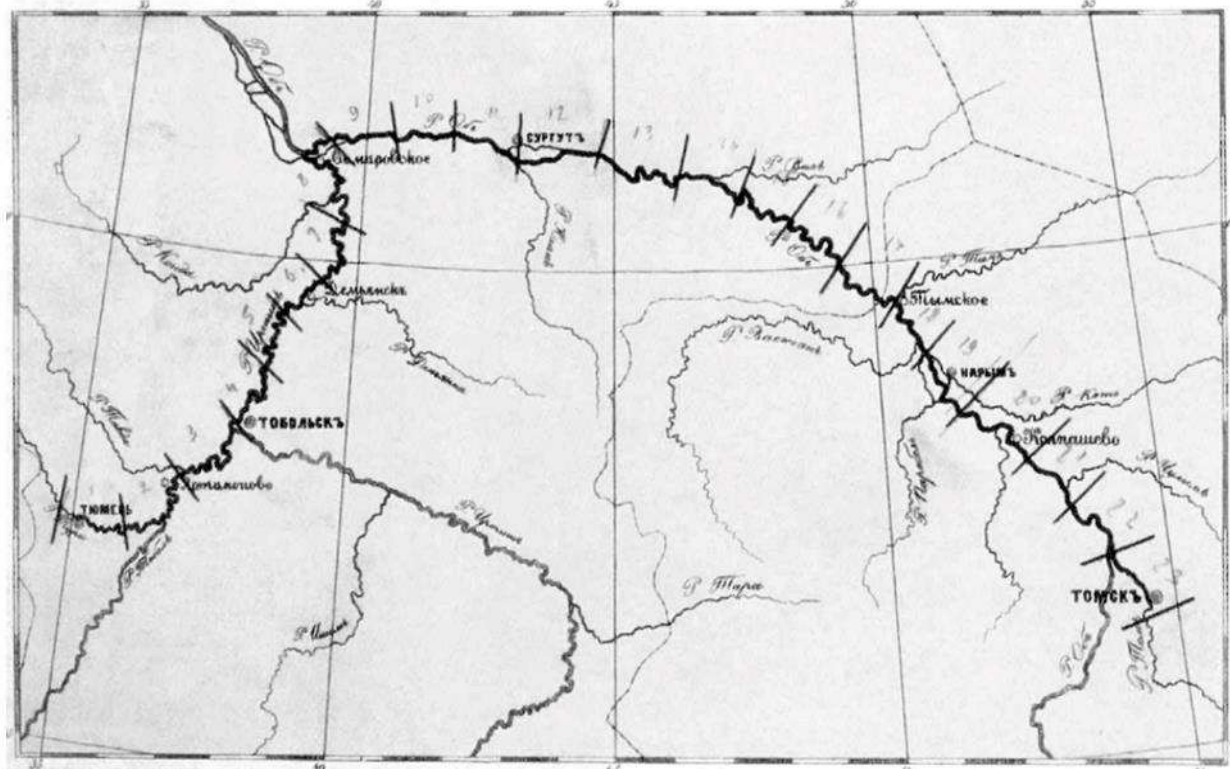
Рис. 6. Дорожно-транспортная и поселенческая урбанизация (XVII–нач. XX вв.) – сеть ямских почтовых государственных и земских трактов Среднего Приобья



Вид паровой пристани Белый Яр. 1881 г. П.М. Кашаров



Город Тобольск. Пристань

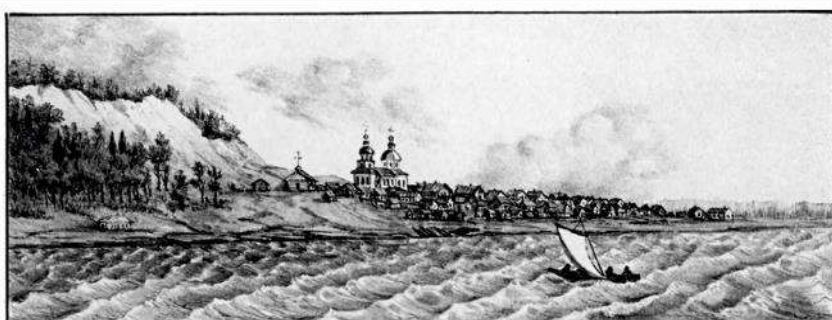


Карта-дорожник по рекам Западной Сибири: Туре, Тоболу, Иртышу, Оби и Томи. 1884 г.

Система взаимосвязи старорусских поселений была предопределена разветвленной речной сетью, вдоль которой, закрепляя главные водные транспортные пути возникали населенные пункты. Роль дорожно-транспортной инфраструктуры заключалась в том, чтобы воедино связать бескрайние просторы Западной Сибири. Очередной шаг в деле ее организации связан был с открытием в 1890 г. судоходства - парового движения по Оби, что существенно активизировало обустройство и содержание паровых пристаней. Ямской гужевой и речной пароводный этап связан с историческим заселением прибрежных территорий среднего течения Оби, которое предшествовало нефтегазовому освоению Югорского края.



Пароход «Тюмень» Министерства путей сообщения, 1912 г.



Вид Самаровской паровой пристани. 1891 г. П.М. Кашаров

Рис. 7. Дорожно-транспортная и поселенческая урбанизация Средн. Приобья в кон. XIX-нач. XX вв.

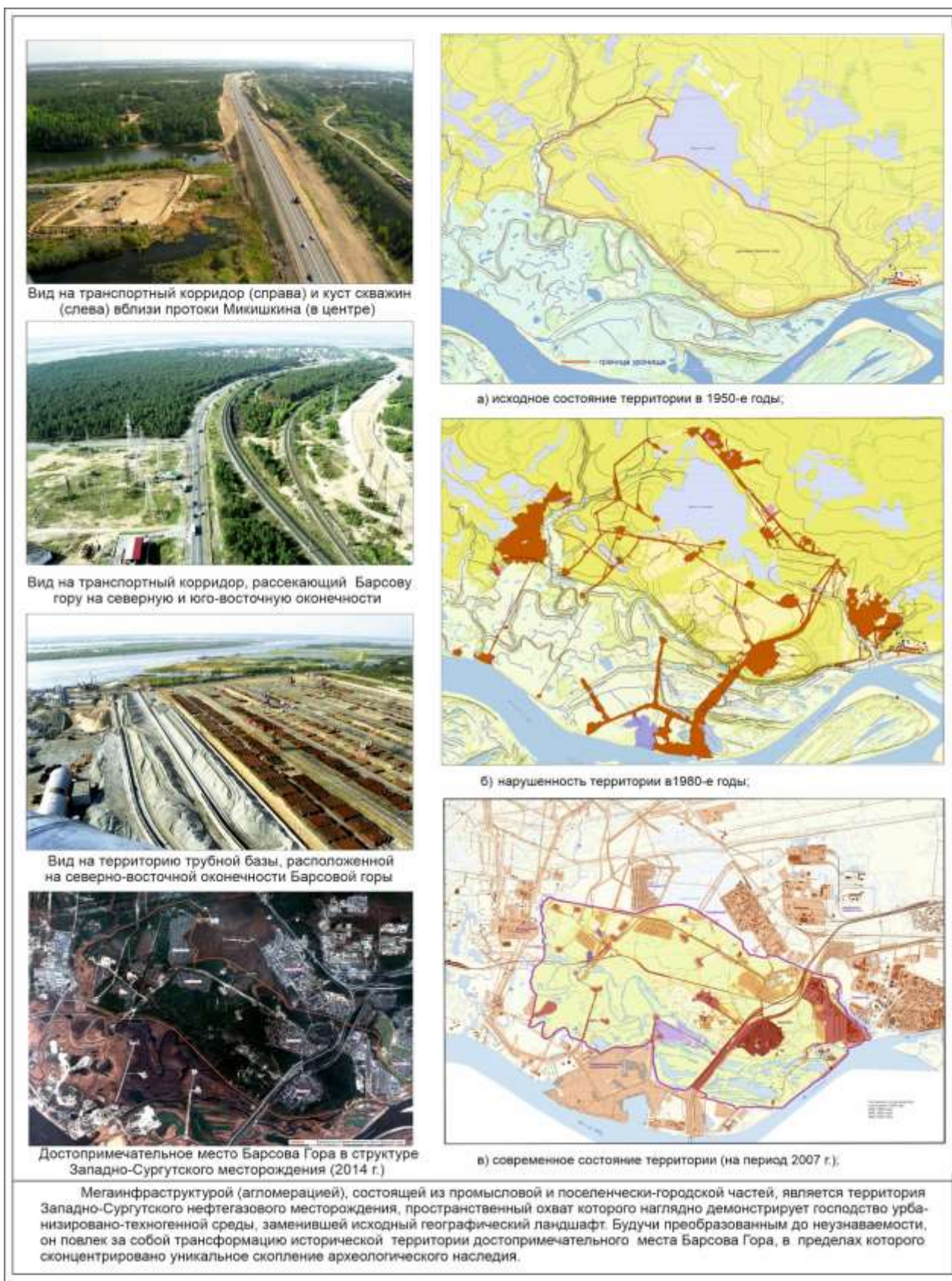


Рис. 8. Техногенные трансформации природно-культурного ландшафта на месторождениях Среднего Приобья. Ретроспективный анализ изменения ландшафта в окрестностях достопримечательного места Барсова Гора (справа)

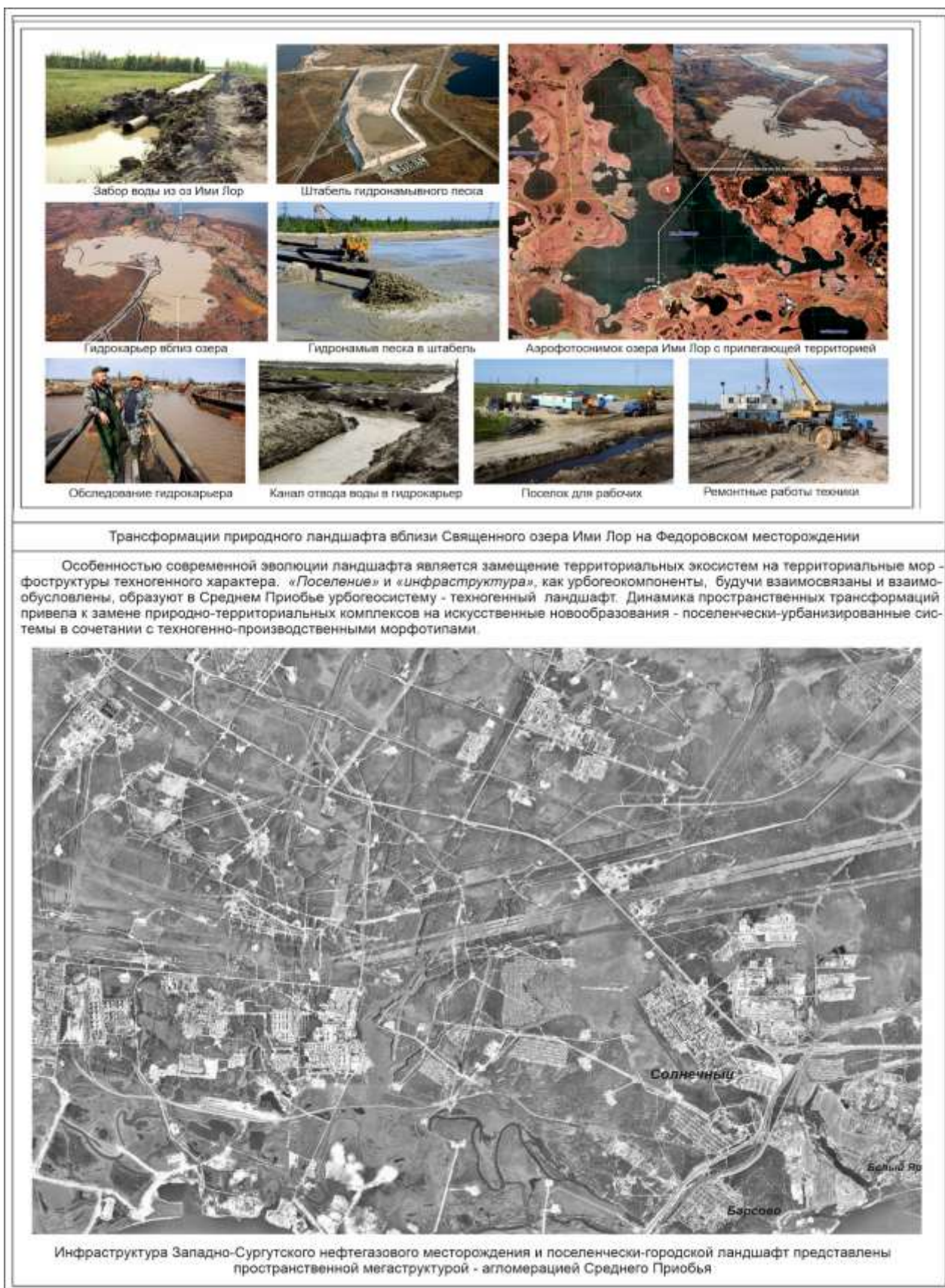


Рис. 9. Техногенные трансформации природного ландшафта на Западно-Сургутском и Федоровском месторождениях, заменивших естественную среду на урбанизированные морфоструктуры в Среднем Приобье

Мегаинфраструктурой (агломерацией), состоящей из промышленной и поселенческой-городской частей, могут служить Западно-Сургутское и Федоровское месторождения, пространственный охват которых демонстрирует господство урбанизировано-техногенной среды, заменившей исходный географический ландшафт (рис. 8, 9). Будучи преобразованным до неузнаваемости, он повлек за собой трансформацию достопримечательных мест Барсова Гора и Священное озеро Ими Лор, в пределах которых сконцентрировано уникальное скопление объектов культурного наследия.

В каждом из перечисленных природно-антропогенных комплексов отражены исходные компоненты урбогеосистемы – «ресурс», «инфраструктура», «поселение», – составляющие процессов ландшафтообразования. Их отличает стабильность, неизменяемость, в то время как тип ландшафта исторически меняется. В этом и проявляется универсальный характер компонентов рассматриваемой урбогеосистемы.

Литература:

1. Шальнев В. А. Эволюция ландшафтов Северного Кавказа : автореф. дисс. на соискание ученой степени д-ра геогр. наук. Ставрополь, 2007. 51 с.
2. Рянский Ф. Н. Введение в историческую географию Среднего Приобья и его Урало-Сибирских окрестностей / Ф. Н. Рянский, Б. А. Середовских. Нижневартовск : Изд-во Нижневарт. гум. ун-та, 2007. 405 с.
3. Северные древности: археология, этнография, история : научный журнал. 2022. № 2 (02). 159 с.
4. Адаев В. Н. Опыт преобразования ландшафта у народов Севера Западной Сибири (на примере гидротехнических работ) // Экологическая история Сибирского Севера: перспективные направления исследований : м-лы всерос. научн. семинара (Сургут, 15–16 октября 2015 г.) / ГОУ ВПО ХМАО-Югры «Сургут. гос. пед. ун-т» ; отв. ред. Е. И. Гололобов. Сургут : РИО СурГПУ, 2015. С. 52-63.
5. Бояршинова З. Я. Население Западной Сибири до начала русской колонизации. Томск : Изд-во Томского университета, 1960. 150 с.

УДК 574.64

ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ НЕФТИ С ПОМОЩЬЮ РЯСКИ МАЛОЙ (*LEMNA MINOR*)

Владимирова Н. А., Проворова О. В.

*Сургутский государственный университет, Сургут;
e-mail: vldmrv-n@mail.ru*

Аннотация. В работе представлены результаты лабораторного исследования по оценке токсического воздействия водорастворимых фракций нефти в сочетании с поверхностно активными веществами на *Lemna minor*. Изучено влияние различных концентраций растворов нефти на морфологические показатели в течение 7-суточного эксперимента. Установлено, что нефть оказывает выраженное токсическое ингибирующее действие на *Lemna minor*.

Ключевые слова: *Lemna minor*, токсичность, нефть, поверхностно активные вещества.

ASSESSMENT OF OIL TOXICITY USING *LEMNA MINOR*

Vladimirova N. A., Provorova O. V.

*Surgut State University, Surgut;
e-mail: vldmrv-n@mail.ru*

Abstract. The paper presents the results of a laboratory study to assess the toxic effects of water-soluble oil fractions in combination with surfactants on *Lemna minor*. The effect of various concentrations of oil solutions on morphological parameters during a 7-day experiment was studied. It has been established that oil has a pronounced toxic inhibitory effect on *Lemna minor*.

Keywords: *Lemna minor*, toxicity, oil, surfactants.

Введение: загрязнение водных экосистем нефтью и нефтепродуктами является одной из наиболее острых глобальных экологических проблем. Аварийные разливы, промышленные стоки и техногенные утечки приводят к попаданию в водоемы сложных смесей углеводородов, которые оказывают пагубное воздействие на все звенья трофических цепей. Особую опасность представляют водорастворимые фракции нефти. В их состав входят наиболее токсичные и мобильные компоненты, такие как полициклические ароматические углеводороды, фенолы и гетероциклические соединения, которые обладают высокой биодоступностью и могут вызывать хронические токсические эффекты даже при низких концентрациях [1].

Высшие водные растения играют важную роль в функционировании пресноводных экосистем, поскольку они являются первичными продуцентами, служат средой обитания для многих гидробионтов и активно участвуют в процессах самоочищения воды. В то же время, из-за своего неподвижного образа жизни и прямого контакта с водной средой, макрофиты становятся одними из первых объектов, подверженных негативному влиянию поллютантов.

Ряска малая (*Lemna minor*) – мелкое, свободно плавающее растение, широко используемое в экотоксикологических исследованиях в качестве стандартного тест-объекта. Ее преимуществами являются короткий жизненный цикл, высокая скорость вегетативного размножения, а также высокая чувствительность к широкому спектру загрязнителей [2; 3].

Целью данного исследования являлась комплексная оценка токсического действия водорастворимых фракций нефти на *Lemna minor* по морфологическим показателям.

Материалы и методы: В качестве объекта исследования использовали природную популяцию ряски малой (*Lemna minor*), адаптированную к лабораторным условиям. Адаптацию растения проводили путем культивирования на питательной среде Штейнберга при температуре 24°C и 16-часовом фотопериоде в течении 2 месяцев.

Эксперимент проводили в стеклянных химических стаканах объемом 250 мл, в которые вносили по 150 мл соответствующего раствора. В каждый стакан помещали по 10 здоровых растений, имеющих по 2 листеца.

Экспериментальный раствор готовили следующим образом: к среде Штейнберга добавляли нефть и лаурилсульфат натрия либо только нефть. Растворы выдерживали в течение 30 суток в лабораторных условиях. По окончании инкубации неэмульгированную нефть удаляли, а надосадочную жидкость, свободную от видимых нефтяных фракций, использовали для анализа. В полученных растворах определяли содержание водорастворимых компонентов нефти, после чего готовили серию разведений различной концентрации для биотестирования.

Были приготовлены два варианта растворов:

1 – растворы с нефтью с концентрациями 14,8; 1,48; 0,11; 0,04 мг/дм³.

2 – растворы с нефтью и лаурилсульфатом натрия с концентрациями 18,8; 1,88; 0,1; 0,05 мг/дм³. В качестве контроля использовалась среда Штейнберга.

Каждый раствор тестировался в трехкратной повторности. Продолжительность эксперимента составляла 7 суток.

Ежедневно регистрировались морфологические показатели. Визуально оценивали состояние растений, отмечали появление хлороза, некроза, деформации листьев, состояние корневой системы. По завершении эксперимента подсчитывали общее количество листьев для определения относительной скорости роста.

Результаты и их обсуждение:

Воздействие нефти приводило к выраженным визуальным изменениям состояния растений *Lemna minor*, степень которых напрямую зависела от концентрации токсиканта.

В конце эксперимента были отмечены особенности, представленные в таблице 1:

Таблица 1.

Морфологические изменения *Lemna minor* при культивировании в растворе нефти

Концентрация, мг/дм ³	Морфологические признаки	Среднее количество листецов До	Среднее количество листецов После
14,8	Появление водорослей. Колонии, состоящие из 6–7 листецов, 1% колоний, состоящих из 1 листеца, у 40% листецов наблюдается хлороз.	10	65
1,48	Появление водорослей. У 50% наблюдается хлороз, у 2% – некроз.	10	55
0,11	Появление водорослей. Колонии, состоящие из 7–8 листецов, у 5% наблюдается некроз и у 2% хлороз.	10	75
0,04	Появление водорослей. Колонии, состоящие более чем из 4 листецов. У 30% наблюдается некроз, у 10% – хлороз.	10	55
Контроль	Появление водорослей. Колонии, состоящие из 3–4 листецов, у 10% наблюдается хлороз, у 2% – некроз.	10	49

В самой высокой из рассматриваемых концентраций (14,8 мг/дм³) наблюдается большое количество листецов с хлорозом, а также один из высоких показателей количества листецов в конце эксперимента. Процент ингибирования темпов роста составил 20%. На основе этого можно сделать вывод, что токсическое воздействие нефти на ряску оказывается, но при этом за счет питательной среды наблюдается рост биомассы.

В концентрации 1,48 мг/дм³ отмечался хлороз ровно у половины растений. Процент ингибирования темпов роста составил 8%. Полученные значения свидетельствуют о незначительном стимулирующем и токсическом эффекте.

Концентрация 0,11 мг/дм³ характеризовалась наибольшим количеством листецов в конце опыта, ингибирование темпов роста – 30%, что свидетельствует о высоком стимулирующем и малом токсическом эффекте нефти в данной концентрации.

В концентрации 0,04 мг/дм³ отмечалось большое количество (30%) листецов с некрозом, а в контрольной группе наименьшее количество листецов после опыта. Процент ингибирования темпов роста составил 8%.

В таблице 2 представлены морфологические изменения ряски малой при воздействии водорастворимых фракций нефти на среде Штейнберга с добавлением лаурилсульфата натрия.

При концентрации 18,8 мг/дм³ наблюдалось разрушение хлорофилла. У 10% растений были прозрачные листецы с отмершими тканями, у остальных листецы имели светло-зелёный оттенок, что характерно при нарушении фотосинтеза и клеточной структуры. Процент ингибирования составлял (–45%), что свидетельствует о значительном ингибирующем воздействии нефти на рост ряски.

В растворе с концентрацией водорастворимых фракций нефти 1,88 мг/дм³ наблюдалась утрата хлорофилла у 96% листецов, некроз эпидермиса, появление водорослей, что указывают на сильное токсическое воздействие и стресс для растений. Процент ингибирования темпа роста составлял 2%, указывая на незначительный стимулирующий эффект.

При концентрациях 0,1 и 0,05 мг/дм³ бледно-зелёная окраска некоторых листочков, что свидетельствует о начальных признаках хлороза и снижении фотосинтетической активности.

В контроле наблюдаются незначительные морфологические отклонения, возможно связанные с естественными физиологическими процессами, свойственными самим растениям. Процент ингибирования темпа роста был отрицательным – (–12%) и (–4%). Это говорит об умеренном ингибирующем воздействии низких концентраций нефти в среде Штейнберга.

Таблица 2.
Морфологические изменения *Lemna minor* при культивировании в растворе нефти
с добавлением лаурилсульфата натрия

Концент рация, мг/дм ³	Морфологические признаки	Среднее количество листецов До	Среднее количество листецов После
18,8	Наблюдается разрушение хлорофилла. 9 листецов имеют прозрачную структуру с отмершими тканями, остальные приобрели светло-зеленый оттенок.	10	21
1,88	Все листецы имеют утрату хлорофилла, которая выражается в нарушении эпидермиса (некроз). Появляются водоросли.	10	40
0,1	12 листецов бледно-зеленого цвета.	10	33
0,05	3 листеца бледно-зеленого цвета, остальные не имеют видимых отклонений.	10	37
Контроль	1 листец имеет зелено-оранжевую окраску. 3 листеца имеют нарушение в строении эпидермиса.	10	39

Результаты экспериментов показывают, что высокие концентрации водорастворимых фракций нефти с добавлением лаурилсульфата натрия (18,8 мг/дм³) оказывают существенное ингибирующее влияние на рост ряски малой, что подтверждается увеличением времени удвоения и высоким отрицательным процентом ингибирования темпа роста. Это свидетельствует о сильном токсическом эффекте нефти на растения в обеих средах.

Концентрации водорастворимых фракций нефти на основе среды Штейнберга не оказывают ингибирующего влияния на *Lemna minor*, а наоборот дают стимулирующий эффект, что выражается в показателях процента ингибирования темпов роста.

Интересным является факт проявления стимулирующего эффекта при низких концентрациях нефти во всех рассматриваемых вариантах опыта. Положительные значения процента ингибирования темпа роста указывают на ускорение роста ряски по сравнению с контролем. Это может быть связано с феноменом гормезиса, когда низкие дозы токсичного вещества стимулируют биологические процессы.

Заключение. Исследования показывают, что водорастворимые фракции нефти и водорастворимые фракции нефти в сочетании с лаурилсульфатом натрия оказывают различное токсическое воздействие на ряску малую, проявляющееся как в морфологических изменениях растений, так и в изменении их ростовых характеристик.

На морфологическом уровне наблюдались структурные и функциональные повреждения тканей ряски малой, на уровне роста численности ряски происходило снижение скорости размножения.

Данное исследование подтверждает высокую чувствительность *Lemna minor* к нефтяному загрязнению и целесообразность использования этого вида в качестве индикаторного организма для мониторинга качества водной среды.

Литература:

1. Лебедь-Шарлевич Я. И. Опасность загрязнения водных объектов нефтью с учетом растворения и стратификации ее компонентов / Я. И. Лебедь-Шарлевич, З. И. Жолдакова, Р. А. Мамонов, Н. И. Беляева // Российский журнал прикладной экологии. 2020. № 3 (23). С. 46-52.
2. Цаценко Л. В. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование / Л. В. Цаценко, О. П. Мелехова, П. Л. Егорова. Москва : Академия, 2007. 199 с.
3. Шугуров П. В. Исследование влияния ионов тяжелых металлов на Ряску малую / П. В. Шугуров, В. П. Тищенко, О. А. Мищенко // Инновации и инвестиции. 2021. № 2. С. 90-95.

УДК 574:378.4

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ЭКОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА

Газя Г. В.¹, Газя Н. Ф.²

¹ *Югорский государственный университет, Ханты-Мансийск;
e-mail: 86wsr@rambler.ru*

² *Сургутский государственный университет, Сургут;
e-mail: nata_stratan@mail.ru*

Аннотация. Протестирован программный комплекс «CardioINS» на основе гибридной искусственной нейронной сети для оценки влияния производственных факторов окружающей среды на состояние сердечно-сосудистой системы. Комплекс анализирует 20 диагностических параметров у работников вредных производств, демонстрируя точность классификации до 87,14%. Результаты исследования позволяют оценить влияние экологических факторов на здоровье человека и разрабатывать продвинутые профилактические мероприятия.

Ключевые слова: искусственные нейронные сети, экология человека, производственные факторы, сердечно-сосудистая система, экологическая медицина.

APPLICATION OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS IN HUMAN ECOLOGY

Gazy G. V.¹, Gazy N. F.²

¹ *Yugra State University, Khanty-Mansiysk;
e-mail: 86wsr@rambler.ru*

² *Surgut State University, Surgut;
e-mail: nata_stratan@mail.ru*

Abstract. The «CardioINS» software complex based on a hybrid artificial neural network has been developed to assess the impact of industrial environmental factors on the cardiovascular system. The complex analyzes 20 diagnostic parameters in workers of hazardous industries, demonstrating a classification accuracy of up to 87,14%. The research results allow quantifying the impact of environmental factors on human health and developing targeted preventive measures.

Keywords: artificial neural networks, human ecology, industrial factors, cardiovascular system, environmental medicine.

Экология человека как междисциплинарная наука о взаимодействии человека с окружающей средой требует разработки продвинутых методов оценки влияния производственных факторов на здоровье [1]. Особую актуальность приобретает мониторинг состояния сердечно-сосудистой системы (ССС) у работников, подверженных комбинированному воздействию таких факторов, как шум, вибрация, электромагнитное излучение [3] и климатические условия Крайнего Севера. Традиционные методы статистического анализа часто не позволяют выявить сложные нелинейные взаимосвязи между множественными экологическими факторами и параметрами здоровья [2].

Целью работы является апробация программного комплекса «CardioINS» на основе искусственных нейронных сетей (ИНС) для оценки влияния производственных факторов окружающей среды на состояние сердечно-сосудистой системы в контексте экологии человека.

Материалы и методы. В исследовании использовались данные 120 женщин-работниц газоперерабатывающего завода в возрасте 19-54 лет, постоянно подвергающихся комбинированному воздействию производственных факторов (шум, вибрация, электромагнитное излучение) в условиях Крайнего Севера. Обследование проводилось неинвазивными методами и полностью соответствовало этическим нормам Хельсинкской декларации (2000 г.). Разработанный комплекс «CardioINS» реализован на Python с использованием TensorFlow, PyTorch и Scikit-learn. Архитектура системы включает: модуль предобработки данных (фильтрация и нормализация кардиологических параметров), гибридную нейронную сеть для анализа 20 диагностических признаков CCC, методы оценки важности признаков (SHAP, L1-регуляризация), генерацию экологических рекомендаций.

Результаты и обсуждение. Апробация комплекса «CardioINS» показала высокую эффективность в оценке влияния производственных факторов на состояние CCC. Основные метрики качества составили: ассигасу – 87,14%, precision – 85,43%, recall – 87,14%, F1-score – 86,29%. Анализ важности признаков позволил выявить наиболее чувствительные параметры CCC к воздействию изучаемых производственных факторов (табл. 1).

Таблица 1.

Влияние производственных факторов на параметры CCC по данным ИНС-анализа

Производственный фактор	Наиболее значимые параметры CCC	Степень влияния
Шумовой воздействие	SDNN, LF/HF	Высокая
Вибрационная нагрузка	RMSSD, pNN50	Средняя
Электромагнитное излучение	QT-интервал, QRS-комплекс	Умеренная

Визуализация результатов (рис. 1) демонстрирует четкую корреляцию между интенсивностью воздействия производственных факторов и изменениями параметров CCC, что подтверждает эффективность ИНС для решения задач экологической медицины.

График (рис. 1) демонстрирует чёткую обратную зависимость между уровнем шума и SDNN (черная линия снижается), а также прямую зависимость с показателем LF/HF (красная линия растёт). Критическая точка — 85 дБА, после которой изменения параметров становятся особенно выраженными.

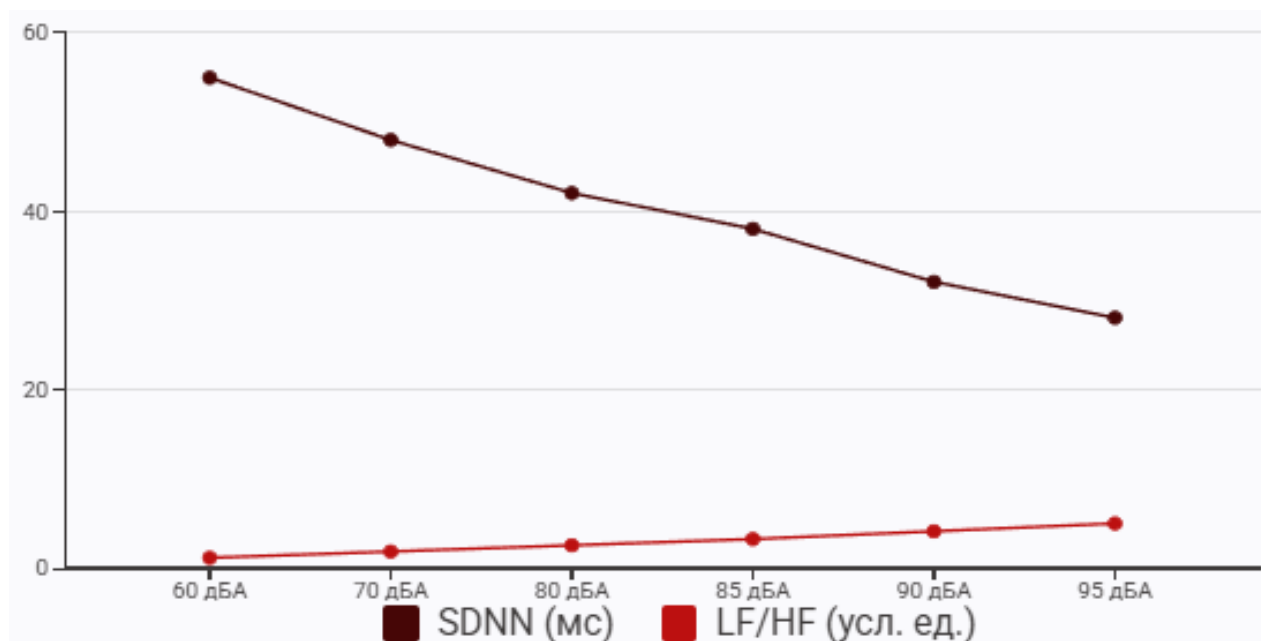


Рис. 1. Корреляция между уровнем производственного шума и параметрами вариабельности сердечного ритма (BCP)

Выводы. Программный комплекс «CardioINS» является эффективным инструментом экологии человека, позволяющим количественно оценивать влияние производственных факторов окружающей среды на состояние сердечно-сосудистой системы. Полученные результаты создают предпосылки для разработки целенаправленных профилактических программ, оптимизации условий труда на вредных производствах и прогнозирования экологически обусловленных рисков для здоровья населения.

Перспективы развития проекта включают интеграцию с системами экологического мониторинга и расширение функционала для анализа других показателей здоровья в контексте экологии человека.

Литература:

1. WHO global guidelines on the health impacts of environmental noise. Geneva : World Health Organization, 2018. 150 с.
2. Gazya G. V. Neural Network Technologies in Industrial Ecology / G. V. Gazya, V. V. Eskov, T. V. Gavrilenko // AIP Conference Proceeding. 2023. Vol. 2700. № 050033.
3. Neumann J. T. Environmental stressors and cardiovascular risk in industrial regions of the Arctic zone / J. T. Neumann, V. L. Cammann, C. Meyer [et al.] // International Journal of Environmental Research and Public Health. 2021. Vol. 18. № 21. Article № 11345.

УДК 574.58

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КАРЬЕРА «ГОЛУБЫЕ ОЗЕРА» НА ОСНОВЕ ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Губайдуллина Р. Н.

*Сургутский государственный университет, Сургут;
e-mail: gubajdullina_rn@edu.surgu.ru*

Аннотация. В период с 9 по 29 сентября 2024 года были осуществлены полевые исследования обводненного карьера «Голубые озера» (пгт. Федоровский Сургутский район) с целью оценки экологического состояния водоема. Работа написана по результатам численности и видового разнообразия гидробионтов карьера. Данный анализ позволил выявить точки отбора проб, наиболее подверженные антропогенному загрязнению, сапробность водоема и степень его загрязнённости.

Ключевые слова: зоопланктон, зообентос, карьер «Голубые озера», гидробиологические показатели, антропогенная нагрузка, сапробность водоема.

ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL STATE OF THE BLUE LAKES QUARRY BASED ON HYDROBIOLOGICAL INDICATORS

Gubaydullina R. N.

*Surgut State University, Surgut;
e-mail: gubajdullina_rn@edu.surgu.ru*

Abstract. In the period from September 9 to September 29, 2024, field studies of the flooded Blue Lakes quarry (Fedorovsky village, Surgut district) were carried out in order to assess the ecological condition of the reservoir. The work is based on the results of the abundance and species diversity of aquatic organisms in the quarry. This analysis revealed the sampling points most susceptible to anthropogenic pollution, the saprobicity of the reservoir and the degree of its contamination.

Keywords: zooplankton, zoobenthos, «Blue Lakes» quarry, hydrobiological indicators, anthropogenic load, saprobity of a reservoir.

Обводненный карьер «Голубые озера» представляет собой водоем, который активно используется населением пгт. Федоровский (Сургутский район) в качестве места отдыха, рыбалки и купания в летний период. Помимо этого, вблизи расположены действующие кусты НГДУ «Федоровскнефть» и разведочная скважина, которые могут оказывать влияние на качество воды карьера. Экологическая оценка позволит выявить возможные загрязнители и определить текущее состояние водоема. Проведение исследований особенно важно в условиях отсутствия регулярного мониторинга.

Цель исследования – оценить экологическое состояние обводненного карьера «Голубые озера» на основе гидробиологических показателей.



Рис. 1. Карта-схема расположения точек отбора проб на обводненном карьере «Голубые озера»

Полевые работы проводились в сентябре 2024 года. Отбор гидробиологических проб проходил из 4 точек (рис. 1) по общепринятым гидробиологическим методикам. Зоопланктон отбирался с помощью планктонной сети, зообентос трубчатым дночерпателем.

Точка 1 располагается рядом с контрольно-пропускным пунктом НГДУ «Федоровскнефть», где часто рабочие оставляют личные транспортные средства, вещи и мусор после себя. Вода имеет желтовато-зеленый оттенок, плавают множество пластикового мусора, исходит запах гниения и нефтепродуктов.

Точка 2 также имеет доступ к дороге. Здесь могут развернуться или припарковаться личные и грузовые машины. Пользуется большим спросом у рыбаков. Вода также имеет желтовато-зеленый цвет, местами чувствуется неприятный запах.

Точки 3 и 4 располагаются в более удаленных, рекреационных зонах, активно используемых в летний период для купания и кемпинга. Вода там прозрачнее, песок на берегах чистый, без заметного заиливания, а мусор вывозится регулярно во время субботников.

Гидробионты в водоемах выступают важными индикаторами состояния водных экосистем. Численность и видовой состав данных организмов прямо зависит от сложившихся в водоеме условий среды.

Расчеты проводились отдельно для зоопланктона и зообентоса. Это было необходимо для получения более точной информации о состоянии карьера «Голубые озера». Эти группы организмов имеют разные экологические функции и чувствительность к загрязнению.

Зоопланктон – подвижные организмы, быстро реагирующие на изменения условий среды и загрязнения. Их видовой состав и численность дают оперативную информацию о текущем состоянии водоема.

Зообентос – донные организмы, малоподвижные и способные отражать накопленные и долгосрочные изменения в экосистеме, зачастую характеризующие локальные условия конкретных участков дна [3].

В ходе биондикации проводилось определение вида гидробионты и его численность в сообществе. По полученным данным обнаружено 12 видов зоопланктона карьера «Голубые озера» из четырёх таксономических классов: Crustacea (включает полифемообразных, дафнеобразных, подокопид, циклопообразных), Oligohymenophorea, Insecta (личинки крылатых насекомых из отряда стрекоз) и Arachnida. Многочисленными и доминирующими среди них являются *Polyphemus pediculus* (56,01%), *Bosmina longirostri* (17,01%). Наиболее многочисленными являются точки отбора 1 и 2.

Зообентоса выявлено 8 видов, представленные 5 классами: Hirudinea, Oligochaeta (семейства Tubificidae, Enchytraeidae, Naididae), Gastropoda, Insecta, Hydrozoa. Доминирующие организмы: *Tubifex tubifex* (39,15%), *Chironomus plumosus* (26,76%) и брюхоногий моллюск *Planorbis corneus* (14,86%). Аналогично зоопланктону наибольшее биоразнообразие и численность зообентоса отмечалась в точках 1 и 2 [1; 5].

В точках отбора проб 3 и 4 численность и разнообразие гидробионтов не столь разнообразно, как в точках 1 и 2. Это может свидетельствовать о неоднородности экологического состояния водоема. По результатам оценки численности и видового состава организмов рассчитаны индексы сапробности и уровня загрязнения водоема отдельно по зоопланктону и зообентосу. Для объективной оценки сапробности и степени загрязнения водоема применялись биоиндикационные показатели и индексы: показатель Андрониловой, индекс видового разнообразия Шеннона, Индекс Пантле-Букк в модификации Чертопруд и в модификации Сладечек, показатель Цанера, олигохетный индекс Гуднайта-Уотлея [2; 4; 6].

Расчеты с использованием различных показателей и индексов по зоопланктону показали, что карьер «Голубые озера» относится к мезосапробному типу с колебаниями состояния от β - до α -мезосапробного, что говорит о среднем уровне органического загрязнения. Состояние водоема варьируется от умеренно (слабо) загрязненного водоема до загрязненного. По зообентосу водоем также мезосапробный. В зависимости от метода определения значения показывают β -мезосапробный и α -мезосапробный водоем. Состояние водоема варьируется от удовлетворительно чистого до загрязненного.

В сентябре 2024 г. обводненный карьер «Голубые озера» испытывает выраженное антропогенное воздействие. Точки 1 и 2 в большей степени подвержены антропогенной нагрузке со стороны автотранспорта и структур нефтегазодобычи (рядом расположен нефтегазодобывающий куст 77 и 88 разведочная скважина), что сказывается на повышении численности гидробионтов. Точки 3 и 4 испытывают в летний период рекреационную нагрузку. Здесь наблюдается понижение численности и видового разнообразия организмов.

В ходе гидробиологического анализа по индексам и показателям сапробности выявлено, что карьер «Голубые озера» мезосапробный. Это указывает на умеренный уровень органического загрязнения. Экологическое состояние водоема по зоопланктону оценивается от умеренно (слабо) загрязненного до загрязненного. По зообентосу варьируется от удовлетворительно чистого до загрязненного. Экологическое состояние обводненного карьера «Голубые озера» можно характеризовать как водоем со слабым уровнем загрязнения при умеренной антропогенной нагрузке, что требует систематического мониторинга.

Литература:

1. Маюрова, С. В. Атлас-определитель пресноводных беспозвоночных ХМАО-Югры. Сургут : МБОУ ДО СЮН, 2016. 89 с.
2. Методы оценки качества вод по гидробиологическим показателям : Учеб.-метод. разработка по курсу «Гидробиология» / сост. : О. Ю. Деревенская. Казань : КФУ, 2015. 44 с.
3. Садчиков А. П. Изменение структуры планктонного сообщества при эвтрофировании водоемов // М-лы по флоре и фауне респ. Башкортостан. 2016. № 11. С. 18-25.
4. Чертопруд М. В. Расширенная модификация индекса сапробности Пантле-Букка для водоемов европейской России // Водные ресурсы. Т. 29. Москва : Биологический факультет МГУ, 2015. 6 с.
5. Чертопруд М. В. Краткий определитель беспозвоночных пресных вод центра Европейской России / М. В. Чертопруд, Е. С. Чертопруд. 4-е изд. Москва, 2005. 185 с.
6. Шабанов В. В. Методика эколого-водохозяйственной оценки водных объектов / В. В. Шабанов, В. Н. Маркин. Москва : РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2009. 162 с.

УДК 556.535.8

ОЦЕНКА НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА р. РЯЗАНСКИЙ ЁГАН

Дерябкина Н. А., Сабирзянова О. В.

Нижевартовский государственный университет, Нижневартовск;

e-mail: 79129321039@yandex.ru

Аннотация. В последние десятилетия проблема загрязнения водоемов, в частности малых рек, стала одной из наиболее актуальных экологических задач, стоящих перед человечеством. Загрязнение малых рек может иметь серьезные последствия, как для экосистемы, так и для здоровья человека, что подчеркивает необходимость разработки и внедрения эффективных технологий очистки. Река Рязанский Ёган, протекающая с западной стороны города Нижневартовска, собирает все сточные воды промышленной зоны города, подвергается антропогенным изменениям около 50 лет. С целью определения негативного влияния на воды р. Рязанский Ёган были определены токсичность, тяжелые металлы, физико-химические параметры проб вод и донных отложений.

Ключевые слова: экологическая опасность, донные отложения, пробы воды, тяжелые металлы, негативное воздействие.

EVALUATION OF NEGATIVE IMPACT ON THE RYAZANSKY YEGAN RIVER

Deryabkina N. A., Sabirzyanova O. V.

Nizhnevartovsk State University, Nizhnevartovsk;

e-mail: 79129321039@yandex.ru

Abstract. In recent decades, the problem of pollution of water bodies, in particular small rivers, has become one of the most pressing environmental challenges facing humanity. Pollution of small rivers can have serious consequences for both the ecosystem and human health, which underscores the need to develop and implement effective treatment technologies. The Ryazansky Yegan River, which flows from the western side of the city of Nizhnevartovsk, collects all wastewater from the industrial zone of the city and has been undergoing anthropogenic changes for about 50 years. In order to determine the negative impact on the waters of the Ryazansky Yegan River, toxicity, heavy metals, and physico-chemical parameters of water samples and sediments were determined.

Keywords: environmental hazard, bottom sediments, water samples, heavy metals, negative impact.

Река Рязанский Ёган является рекой второго порядка, представляет собой небольшой водоток, относящийся к бассейну Оби. Река берет начало из озера Кымыл-Эмтора, которое располагается выше по уровню и представляет собой озерно-аллювиальную террасу, сложенную в среднем плейстоцене [1; 4].

Негативное воздействие на реку достаточно высокое. Устьевой участок располагается на Самотлорском месторождении, на озере Кымыл-Эмтор. Здесь обустроены инженерные конструкции добычи нефти: кустовые площадки, линии трубопроводов; в прошлом происходили частые аварийные ситуации по разливу нефти, загрязнения попадали в р. Рязанский Ёган и далее в р. Обь. В верховье реку пересекают дороги к кустовым площадкам, далее река протекает в непосредственной близости с СОНТ «Энергетик-82», пересекает

железнодорожные пути и проходит по промышленной зоне города Нижневартовска. В городе в реку стекают несанкционированные промышленные стоки, загрязнение происходит проливными стоками акватории и от производственных территорий вдоль берегов. Здесь же происходит сброс очищенных вод от городских канализационных очистных сооружений. По берегам реки Рязанский Ёган располагаются СОНТы вплоть до русла в р. Обь (рис. 1) [3; 5].

Рязанский Ёган представляет собой небольшую реку долины р. Обь, характеризующуюся высоким уровнем негативного воздействия и сохранением природных условий. Длина исследуемого участка реки Рязанский Ёган составляет 2700 м [2]. Ширина реки на момент съемки составляет в среднем 14,5 м. Средняя скорость течения реки составляет 0,25 м/с до 0,33 м/с. Это необходимые данные для расчетов динамики загрязняющего вещества в речных водах р. Рязанский Ёган.

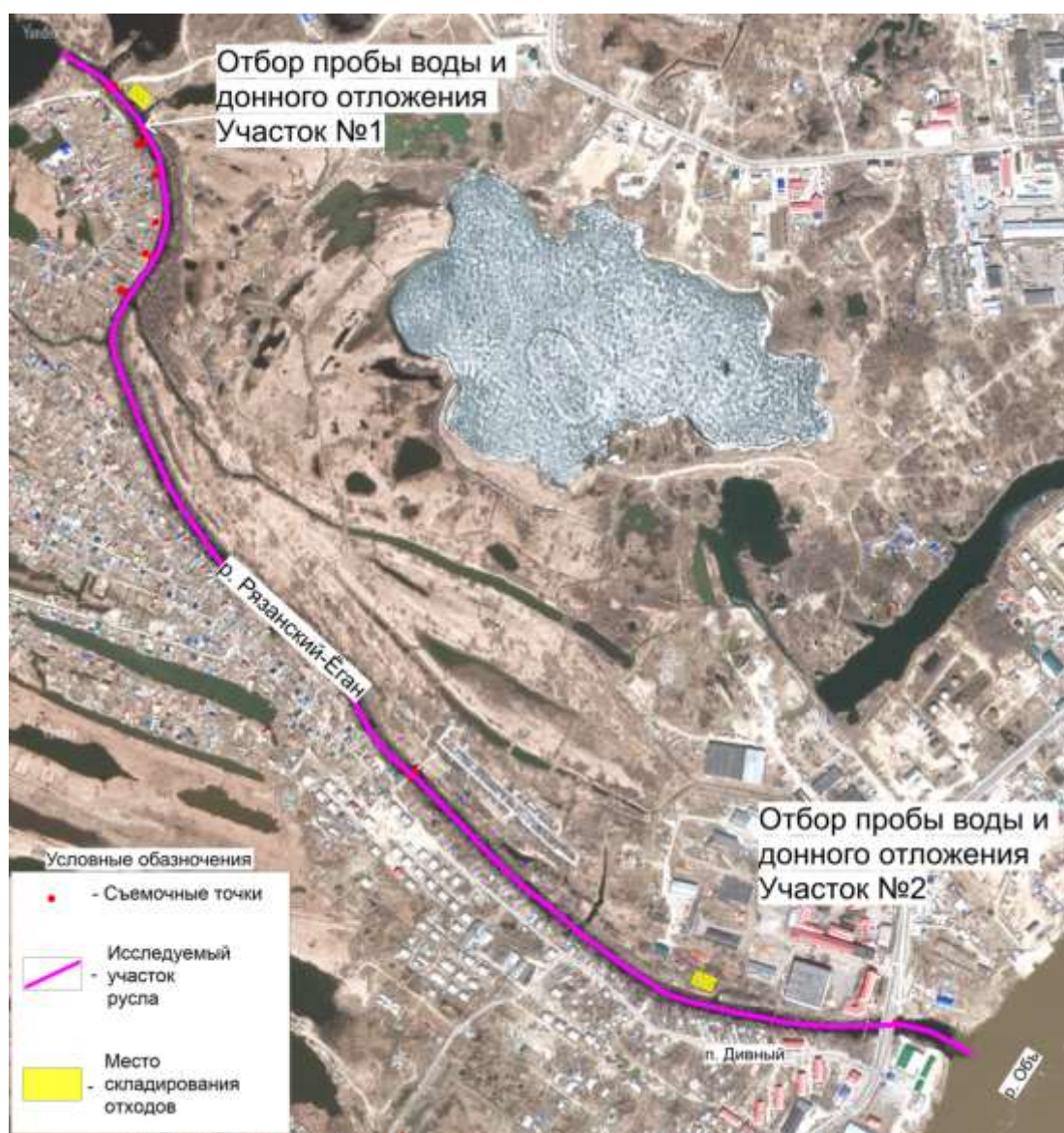


Рис. 1. Схема исследуемого участка р. Рязанский Ёган

Особенности гидрохимического режима:

- вода нейтральная 6,36–6,40;
- прозрачность низкая вследствие большого количества взвешенных частиц;
- минерализация невысокая 1,97–2,07, типично для рек подобного типа.

Основные результаты определения и оценки негативного влияния на воды р. Рязанский Ёган в сравнении с предельно допустимыми концентрациями (ПДК):

ПДК оксида серы составляет 500 мг/л, в водах р. Рязанский Ёган находятся в пределах нормы и не вызывают экологическую опасность.

ПДК ионов хлора составляет 350 мг/л, они важны для всех живых организмов, участвуют в регулировании водного обмена живых организмов. В пробах вод р. Рязанский Ёган находятся в пределах нормы и не вызывают экологическую опасность.

ПДК диоксид азота 3 мг/л. Важное соединение – связывается с кислородом, не превышает норму.

ПДК нитрат-иона составляет 45 мг/л. Превышают норму практически в два раза.

ПДК иона аммония составляет 2 мг/л. Является органическим загрязнителем, опасный для рыбного хозяйства. В воде образуется аммиак, затрудняется биохимия кислорода. Образуется в результате сточных вод.

ПДК ортофосфорной кислоты составляет 3,5 мг/л, находится в пределах нормы.

ПДК ионизированного кальция составляет 200 мг/л. Природные факторы: аллювиальные отложения не обладают минералами, в составе которых есть кальций. Антропогенное загрязнение кальцием не выявлено.

ПДК ион магния составляет 50 мг/л, он участвует в сотнях химических реакций. В водах не превышает.

Основные результаты определения и оценки негативного воздействия на донные отложения р. Рязанский Ёган в сравнении с нормативами:

Концентрация сульфатов составляет 117,9 мг/л. Допустимая концентрация по СанПиН – менее 500 мг/л, следовательно, этот показатель находится в пределах нормы.

Хлоридов 60,9 мг/л ниже предельной концентрации (< 350 мг/л) и не представляет угрозы.

Нитраты на уровне 2,6 мг/л, норма – менее 45 мг/л, значит нитратов тоже немного.

Аммиачный азот равен 6,6 мг/л, предельно допустимый уровень аммиака ок. 0,5–1,5 мг/л, это значение превышает норму и сигнализирует о возможной антропогенной нагрузке.

Фосфор присутствует в количестве 164,2 мг/л, превышая безопасный предел (< 0,3 мг/л), высокий уровень фосфора способствует эвтрофикации водоемов.

Кальций и магний присутствуют в умеренных количествах (40,1 и 12,2 мг/л соответственно), что нормально для пресноводных водоемов.

Гидрокарбонаты. Их количество равно 198,3 мг/л, нормальная величина, необходимая для поддержания щелочности воды.

Основные результаты определения и оценки негативного воздействия тяжёлых металлов в образцах воды и донных отложениях:

Железо. По результатам анализа железо в воде, равное 0,75 мг/л первой пробы и 0,82 мг/л второй, превышает предельно допустимый концентрат. Также предельно допустимый концентрат превышен и в донных отложениях равным 171,48 мг/л в первой пробы и 140,48 мг/л во второй пробы. ПДК в руслах реки составляет 0,3 мг/л.

Медь. По результатам анализа медь в воде, равное 0 мг/л в обоих пробах, не превышает предельно допустимый концентрат, донные отложения не превышает предельно допустимый концентрат так как равны 0 мг/л в обеих пробах. ПДК в руслах реки составляет 1 мг/л.

Марганец. По результатам анализа марганец в воде первой пробы равен 0,6 мг/л и второй пробы 0,66 мг/л превышен, также донные отложения превышают предельно допустимые концентраты так как равны 0,36 мг/л первой пробы и 0,28 мг/л второй пробы. ПДК в руслах реки составляет 0,1 мг/л.

Хлор. По результатам анализа хлор в воде первой и второй пробы равны 0 мг/л, донные отложения первой пробы равны 0,29 мг/л, второй пробы 0,09 мг/л, химический элемент не превышает предельно допустимых концентратов, так как в руслах реки отсутствует предел.

Цинк. По результатам анализа цинк в воде первой и второй пробы составил 0,02 мг/л и не превышает нормы, в отличие от донных отложений, анализ которых выявил большое количество, равное 21,86 мг/л первой пробы и 21,50 мг/л второй пробы, этим самым превышает предельно допустимые концентрации. ПДК в руслах реки составляет 1 мг/л.

Никель. По результатам анализа никель в воде первой пробы находится на пределе превышения предельно допустимого концентрата, так как равен 0,02 мг/л, вторая проба воды показала, что нет превышения, так как никель равен 0,01 мг/л, донные отложения превышают предельно допустимые концентрации в обеих пробах, которые равны 0,06 мг/л и 0,09 мг/л. ПДК в руслах реки составляет 0,02 мг/л.

Кадмий. По результатам анализа кадмий в воде отсутствует. Химический элемент Cd донных отложений сильно превышает предельно допустимый концентрат, результат первой пробы показал 4,36 мг/л и 2,64 мг/л. ПДК в руслах реки составляет 0,001 мг/л.

Все значения элементов находятся значительно ниже ПДК. Анализируемые образцы воды экологически безопасны относительно указанных тяжёлых металлов.

По результатам токсичности, вода оценивается как очень токсичная. Эта вода не пригодна для рыбного хозяйства и является опасной для биологических ресурсов реки. Дачные участки и городские КОС, расположенные по двум берегам реки, несут серьёзную нагрузку. Об этом и свидетельствуют органические загрязнения от городских КОС и удобрений сельскохозяйственного происхождения от садово-огороднических участков.

Основной риск для реки Рязанский Ёган представляют высокие уровни аммония и фосфатов, способствующие развитию эвтрофикации и нарушению кислородного баланса в водоемах. Результаты показывают умеренное загрязнение исследуемых образцов, но повышенные концентрации азота и фосфора требуют природоохранных мер.

В остальном пробы воды и донных отложений соответствуют нормам, включая сульфаты, хлориды, нитриты, фосфаты, кальций и магний.

Значительное снижение показателей жесткости (кальций и магний) не наблюдается, вода достаточно минерализована.

Донные отложения содержат повышенное содержание железа и цинка, особенно железо значительно превышает фоновые значения. Эти элементы имеют высокую сорбционную активность и могут аккумулироваться в донных осадках, повышая риски вторичного загрязнения водоёма при изменении условий среды (например, повышении температуры или снижении pH).

Кадмий и никель присутствуют в значительных количествах, не достигая опасных значений, но накопление кадмия в организме рыб опасно для здоровья человека.

Рекомендации: провести дополнительные исследования, особенно по источникам загрязнения нитратов и аммония; мониторинг состояния водоема и оценка воздействия антропогенных факторов.

Литература:

1. Гаевая Е. В. Эколого-геохимический анализ поверхностных водоемов в зоне влияния нефтедобычи на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югра / Е. В. Гаевая, Е. В. Захарова // Вестник КрасГАУ. 2016. № 11 (122). С. 137-144.
2. Григорьева Н. Ю. Аналитический обзор рыбохозяйственной значимости пресных водоемов ХМАО-Югры // Междунар. науч.-исслед. ж-. 2023. № 2(128). С. 61. DOI 10.23670/IRJ.2023.128.61.
3. Лоншакова А. А. Исследование пространственного распространения токсичности от полигона твердых коммунальных отходов в пределах Среднеобской низменности / А. А. Лоншакова, Е. А. Коркина // Антропогенная трансформация природной среды. 2018. № 4. С. 170-174.

4. Московченко Д. В. Гидрохимическая характеристика водосборных бассейнов Ханты-Мансийского автономного округа / Д. В. Московченко, В. А. Пуртов, И. В. Завьялова // ВЭЛЛ. 2008. №8. С. 141-148.

5. Назаров Н. Н. Продольные профили, морфология и динамика русел рек горно-равнинных областей / Н. Н. Назаров, Р. С. Чалов, С. Р. Чалов, А. В. Чернов // Географический вестник. 2006. № 2(4). С. 37-47.

УДК 574.58

**ДОЛГОСРОЧНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
НА ПРЕСНОВОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ МАЛЫХ РЕК СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ
(БАРЕНЦЕВ РЕГИОН)**

Загидуллина А. Т.², Динкелакер Н. Ф.¹, Динкелакер Н. В.¹, Ситников П. Т.³

¹ Университет ИТМО, Санкт-Петербург;

² Институт географии РАН, Москва;

e-mail: asiya-z@yandex.ru

³ Лицей «Физико-техническая школа», Санкт-Петербург

Аннотация. Лесозаготовки в бореальных лесах влияют на гидрологические и эрозионные процессы как кумулятивное нарушение лесного и почвенного покрова. При сплошных рубках в равнинных таежных лесах древостой удаляется с площади 50 га и больше в течение короткого периода. Наше исследование направлено на изучение влияния лесозаготовок на пресноводные экосистемы и их геохимический баланс в водосборе Мезени с учетом возраста и доли вырубki в водосборе.

Ключевые слова: лесозаготовки, бореальные леса, пресноводные экосистемы малых рек, макрозообентос, геохимический статус, Баренцев регион.

**LONG-TERM IMPACTS OF HARVESTING
ON FRESHWATER ECOSYSTEMS OF NORTHERN TAIGA
(BARENTS REGION)**

Zagidullina A. T.², Dinkelaker N. F.¹, Dinkelaker N. V.¹, Sitnikov P. T.³

¹ ITMO University, St. Petersburg;

² Institute of Geography, RAS, Moscow;

e-mail: asiya-z@yandex.ru

³ Lyceum Physical-Technical High School, St. Petersburg

Abstract. Harvesting in boreal forests affects hydrological and erosion processes within the context of cumulative forest disturbance on various spatial scales. A recent study of the macrozoobenthos of Mezen river (Barents region) tributaries whose watersheds were mostly harvested in the 1970–1990s showed a decline in biodiversity and abundance. Our study focuses on the harvesting impact on freshwater ecosystems and their geochemical balance in the Mezen's watershed considering the age and proportion of harvesting in the catchment. Field samples were collected in 2022. Standard methods for sampling and fixation of water, sediments and benthos were used. The samples were processed using laboratory chemical analysis and X-ray fluorescence methods. The zonal statistics tool of QGIS 3 was used to estimate the age and area of harvesting by catchment during the forestry period (1970–2021). Diversity and total abundance of macrozoobenthos decreases with increasing age and harvesting area, which may also be mediated by habitat change (gradual siltation of stones and pebbles, sand accumulation due to erosion). Negative changes in the geochemical balance, silting and structure of freshwater ecosystems spread within watersheds and along rivers, damaging a food supply and spawning grounds of salmonids.

Keywords: Harvesting, Boreal forests, Freshwater Ecosystems, Geochemical state, Macrozoobenthos, Barents Region.

Недавнее исследование макрозообентоса притоков реки Мезень (Баренцев регион), водосборы которых в основном вырубались сплошными концентрированными рубками в 1970–1990-х гг. и более поздними рубками 2000–2020-х, показало снижение его разнообразия, численности и биомассы [1]. Наши полевые исследования были выполнены в период летней межени 2022 г. в Удорском районе республики Коми. В ходе работы было оценено состояние пресноводных местообитаний на 25 створах притоков Мезени по нескольким параметрам. Применялись стандартные методы отбора проб и фиксации воды, донных отложений, планктона и бентоса, также отбирались образцы грунта с прибрежной полосы и с коренного берега. Образцы были обработаны с использованием лабораторного химического анализа и методов рентгенофлуоресценции. Инструмент зональной статистики QGIS 3x использовался для оценки возраста и площади рубки по водосборам в лесохозяйственный период (1970–2021). Как основа анализа использовались опубликованные датасеты водосборов и потерь лесного покрова (с 1985 г). [2; 3]. Водосборный слой был создан с использованием набора данных <https://bassepr.kpfu.ru/> [4] с дальнейшим подразделением на суббассейны. Растровый слой рубок создан с использованием наборов данных GLAD по потере лесного покрова. Более ранние нарушения были восстановлены по доступным нам данным лесоустройства. Было показано, что сплошные рубки текущего года влияют на потребление кислорода в воде. Прочие геохимические особенности и структура макрозообентоса водотоков во многом зависит от давности и площади рубок в суббассейне, и это влияние прослеживается спустя десятилетия после нарушений. Так, разнообразие и общая численность макрозообентоса снижаются с увеличением возраста и площади рубок в водосборе, что может быть в частности опосредованно связано с изменением местообитаний (постепенное накопление песка и заиление камней и гальки вследствие длительной эрозии). Негативные изменения геохимического баланса (накопление тяжелых металлов), донных местообитаний и структуры пресноводных экосистем распространяются в пределах водосборов и вдоль рек, нанося ущерб кормовой базе и нерестилищам лососевых рыб. Эти изменения связаны с нарушением движения химических элементов между экосистемами водосборов, что повышает риск эвтрофикации и накопления тяжелых металлов в пищевых цепях.

Литература:

1. Батурина М. А. Водные беспозвоночные бассейна реки Мезень. Качество поверхностных вод по результатам оценки зообентоса / М. А. Батурина, О. Н. Кононова // Река Мезень: в ожидании разумного хозяина. Сыктывкар, 2020. 198 с.
2. Hansen M. C. High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change / M. C. Hansen, P. V. Potapov, R. Moore [et al.] // Science. 2013. Vol. 342. P. 850-853.
3. Potapov P. V. Eastern Europe's forest cover dynamics from 1985 to 2012 quantified from the full Landsat archive / P. V. Potapov, S. A. Turubanova, A. Tyukavina [et al.] // Remote Sensing of Environment. 2015. Vol. 159. P. 28-43.
4. Ermolaev O. P. Cartographic Model of River Basins of European Russia / O. P. Ermolaev, K. A. Mal'tsev, S. S. Mukharamova [et al.] // Geography and Natural Resources. 2017. Vol. 38 (2). P. 131-138.

УДК 574.24

ВЛИЯНИЕ СОЛЕЙ МЕДИ И ЗАСОЛЕНИЯ НА РОСТ ВОДОРΟΣЛИ *CHLORELLA VULGARIS*

Клейменова Е. В.

Сургутский государственный университет, Сургут;
e-mail: kleymenovawtf@mail.ru

Аннотация. В работе представлены результаты исследования влияния солей меди, засоления и их комбинированное действие на рост водоросли *Chlorella vulgaris*. Установлено, что ионы меди, вводимые как изолированно, так и в сочетании с условиями повышенной солености, оказывают ингибирующее действие на рост водоросли *Chlorella vulgaris*. Полученные данные подтверждают роль тяжелых металлов (в частности, меди) и засоления как абиотических стрессоров, подавляющих развитие фитопланктона.

Ключевые слова: водоросль, *Chlorella vulgaris*, влияние солей тяжелых металлов, засоление, токсичность.

THE EFFECT OF COPPER SALTS AND SALINITY ON THE GROWTH OF *CHLORELLA VULGARIS* ALGAE

Kleymenova E. V.

Surgut State University, Surgut;
e-mail: kleymenovawtf@mail.ru

Abstract. The paper presents the results of a study of the effect of copper salts, salinity and their combined effect on the growth of *Chlorella vulgaris* algae. It has been established that copper ions, introduced both in isolation and in combination with conditions of increased salinity, have an inhibitory effect on the growth of the algae *Chlorella vulgaris*. The data obtained confirm the role of heavy metals (in particular, copper) and salinity as abiotic stressors suppressing the development of phytoplankton.

Keywords: the algae, *Chlorella vulgaris*, influence of heavy metal salts, salinity, toxicity.

В районах добычи нефти содержание ряда элементов часто повышается в связи с тем, что они извлекаются на поверхность вместе с нефтью или производственной деятельностью при добыче нефти. Промышленные предприятия, увеличиваясь с каждым годом, производят все большее количество сбросов и выбросов, загрязняющих окружающую среду. Среди этих загрязнителей самыми устойчивыми являются тяжелые металлы [4]. Известно, что в определенных концентрациях они не только влияют на качество пресных вод, но и становятся токсичными для гидробионтов и аккумулируются в их тканях. По трофическим цепям металлы могут попадать в организм человека [2]. Не менее значимой экологической проблемой для пресных водоемов является засоление, в частности, увеличение содержания хлоридов и сульфатов. Увеличение содержания тяжелых металлов и повышение солености в пресноводных экосистемах приводят к угнетению ростовых характеристик фитопланктона [4].

Целью данной работы является оценка влияния ионов меди на рост численности клеток тест-культуры *Chlorella vulgaris* при повышенном содержании хлорида натрия в среде.

Для определения путем биотестирования токсичности солей тяжелых металлов на живые организмы, тест-объектом выбрана одноклеточная водоросль *Chlorella vulgaris*, так как у них короткий жизненный цикл, что позволяет наблюдать изменения [5].

Методика основана на измерении различий в оптической плотности водорослей *Chlorella vulgaris*, выращенных в нетоксичной среде (контроль), и испытуемых образцов, содержащих токсичные вещества [1].

В ходе проведения эксперимента оценивали влияние токсикантов (CuCl_2 ; NaCl), а также их комбинированное действие на рост и одноклеточной зеленой водоросли *Chlorella vulgaris*. Результаты влияния NaCl в концентрациях (мг/л): 2000; 1500; 1000; 500; 300 на численность клеток водоросли представлены на рисунке 1.

Для оценки токсичности тяжелых металлов использовали соль CuCl_2 с концентрациями: 0,0001, 0,001, 0,01, 0,1 и 1 мг/л. Для моделирования засоления водной среды использовали NaCl с концентрациями 2000; 1500; 1000; 500; 300 мг/л.

Для определения токсического действия при комбинированном воздействии тяжелых металлов и засоления приготовили раствор хлорида меди в концентрациях 0,00001, 0,0001, 0,001, 0,01, 0,1 мг/л и хлорида натрия в концентрациях 300 и 700 мг/л. Каждую концентрацию растворов делали в четырёхкратной повторности. Растворы готовили на дистиллированной воде. Токсичной для водоросли принималось снижение оптической плотности суспензии на 20 процентов и более.

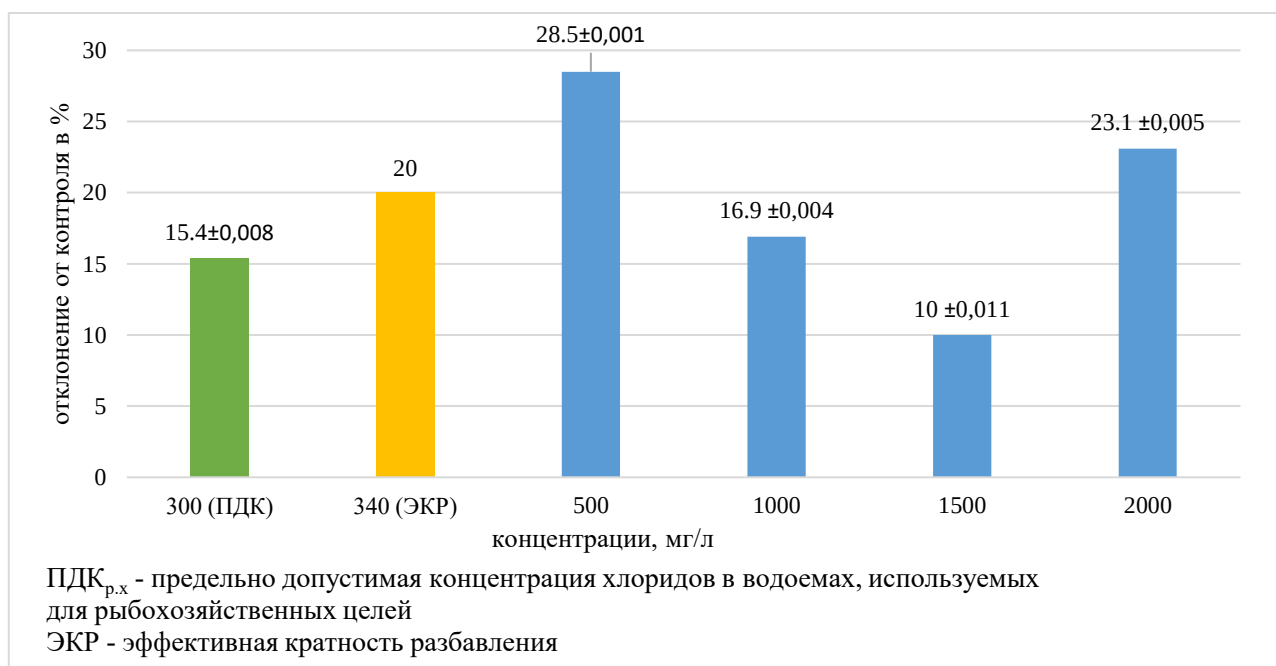


Рис. 1. Относительная разница между величинами тест-реакции для каждого разведения по сравнению с контролем (в %)

Из представленных данных видно, что при концентрации, соответствующей ПДК_{р.х} для хлоридов (300 мг/л) отсутствует токсический эффект, тестируемая проба не оказывает острого токсического действия. В концентрациях 500 и 2000 мг/л мы наблюдаем токсический эффект (угнетение роста на 28,5 и 23,1 процента соответственно). При концентрации токсиканта 340 мг/л происходит подавление роста культуры микроводоросли *Chlorella vulgaris* на 20% по сравнению с контролем.

Ссылаясь на результаты, представленные в работе Н. О. Жила, Г. С. Калачевой и Т. Г. Воловой, можно предположить, что микроводоросли демонстрируют повышенную

жизнеспособность в условиях слабосоленой среды (с концентрацией солей 1000–2000 мг/л) по сравнению с условиями нормальной пресной воды (500–1000 мг/л) [3].

Выявленная устойчивость пресноводных зеленых микроводорослей к увеличению концентрации солей может свидетельствовать об их потенциальной галофильности. Среди зеленых микроводорослей, такие как *Chlorella*, *Scenedesmus* и *Chlorococcum*, продемонстрировали способность к пролиферации в условиях повышенной солености. Механизмы такой адаптации, вероятно, включают осмотическую регуляцию, обеспечивающую сохранение внутриклеточного потенциала воды, и защиту клеточных белков от денатурации, что способствует выживаемости организмов в условиях с высокой соленостью.

Ч. З. Тимергалиева в своей работе показала, что при концентрации 0,01 мг/л хлорид меди начинал проявлять своё элиминирующее воздействие на водоросли. При этом даже малые дозы хлорида меди (0,001 мг/л) могли вызывать первые признаки плазмолиза клеток, что приводило к изменению их формы с шаровидной на эллиптическую форму, в то время как в нормальном состоянии клетки хлореллы имеют шаровидную форму [6].

На рисунке 2 представлены результаты расчета оптической плотности суспензии микроводоросли при действии хлорида меди.

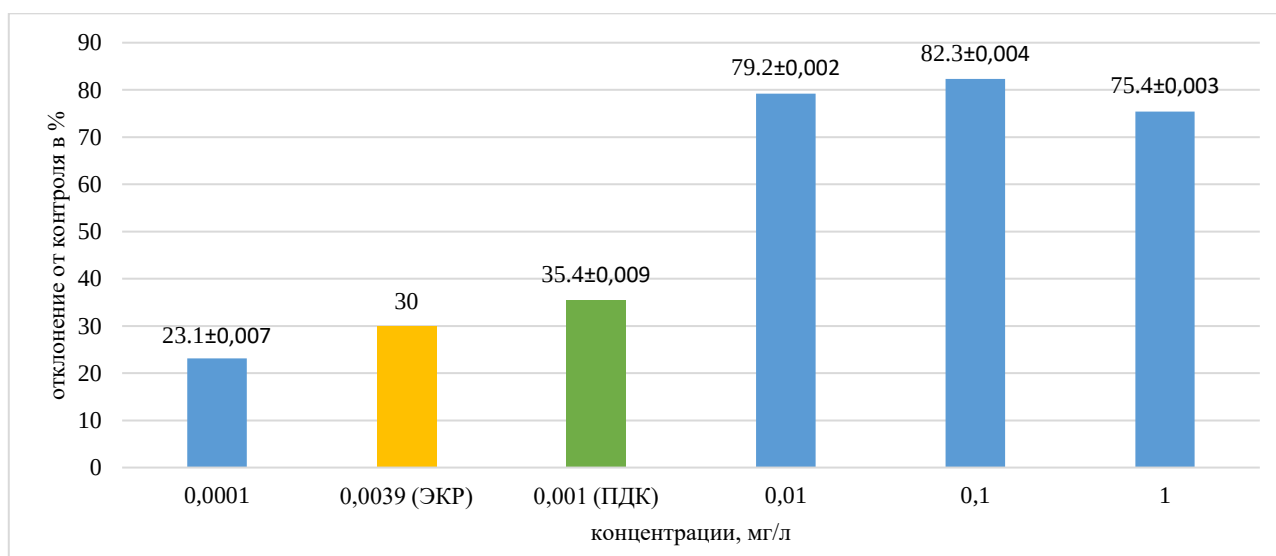


Рис. 2. Относительная разница между величинами тест-реакции для каждого разведения по сравнению с контролем (в %)

Эксперимент с использованием хлорида меди показал, что с увеличением концентрации ионов меди в растворе оптическая плотность суспензии водоросли снижается. Снижение оптической плотности на 23% наблюдается в концентрации 0,0001 мг/л. Снижение оптической плотности на 30% происходит в растворе хлорида меди с концентрацией 0,0039 мг/л.

При концентрации, соответствующей ПДК_х по меди (0,001 мг/л), зафиксирован токсический эффект, отклонение оптической плотности от контроля составило 35,4%.

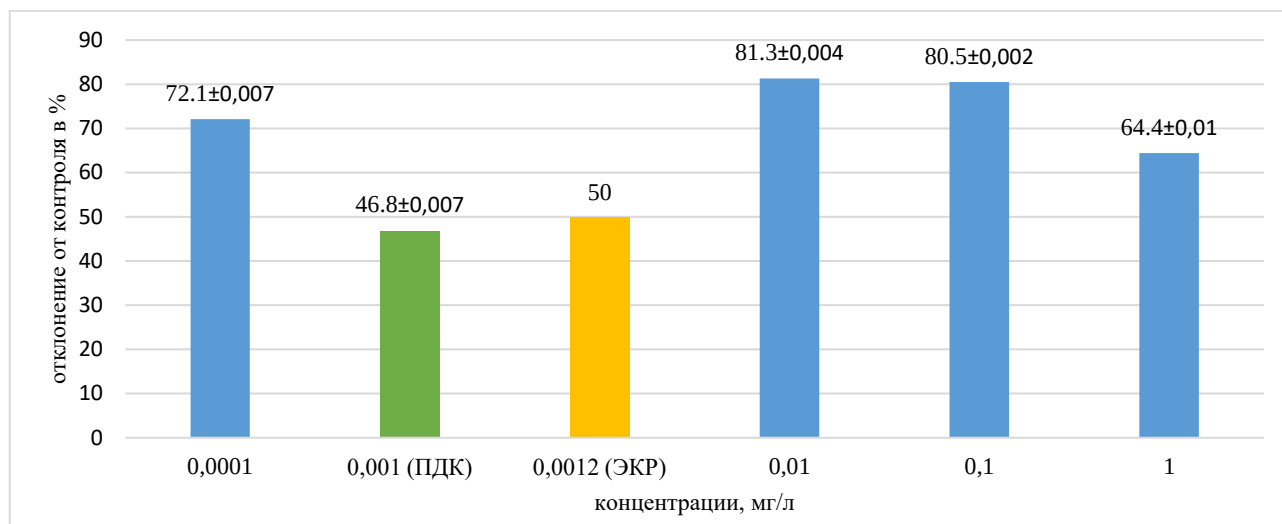


Рис. 3. Относительная разница между величинами тест-реакции для каждого разведения по сравнению с контролем (в %)

Результаты влияния CuCl_2 и NaCl 300 мг/л на численность клеток водоросли представлены на рисунке 3.

При концентрации, соответствующей ПДК_{р.х} по меди (0,001 мг/л), был зафиксирован токсический эффект, отклонение от контроля составило 46,85%. В остальных концентрациях отклонение от контроля составило 64 и более процентов. По полученным данным рассчитали ЭКР₅₀, который равен 0,0012 мг/л.

Результаты комбинированного влияния CuCl_2 и NaCl 700 мг/л на численность клеток водоросли представлены на рисунке 4.

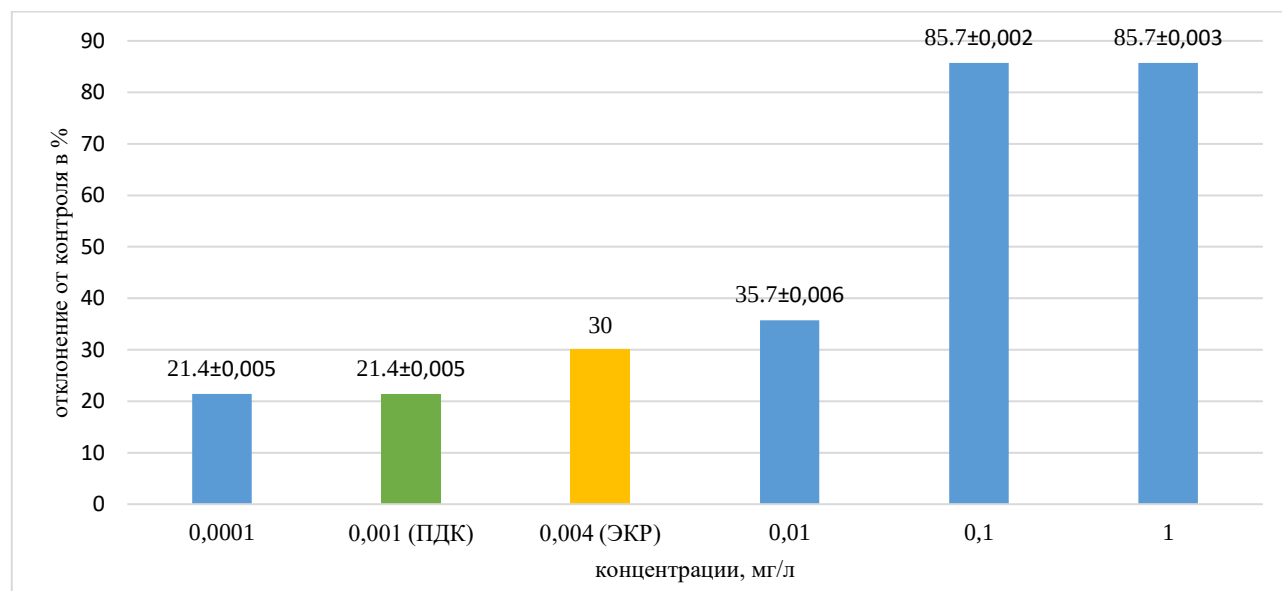


Рис. 4. Относительная разница между величинами тест-реакции для каждого разведения по сравнению с контролем (в %)

Эксперимент с комбинированным действием солей меди и хлорида натрия в концентрации 700 мг/л показал, что при увеличении концентрации ионов меди увеличивается ингибирующий эффект.

При концентрации, соответствующей ПДК для рыбохозяйственных водоемов по меди (0,001 мг/л), был зафиксирован токсический эффект, отклонение от контроля составило 21,4%.

Наибольшее отклонение от контроля обнаружено в концентрациях 0,1 и 1 мг/л и составило 85,7%. Снижение оптической плотности на 30% происходит в варианте опыта с концентрацией хлорида меди концентрации 0,004 мг/л.

В результате выполненных исследований установлено, что тест-культура микроводоросли *Chlorella vulgaris* способна адаптироваться к хлоридному засолению. Концентрации хлорида натрия в диапазоне от 300 мг/л до 2000 мг/л незначительно снижают рост численности клеток.

При изолированном действии хлорида меди снижается рост численности клеток водоросли *Chlorella vulgaris* в концентрациях выше ПДК р.х. В концентрациях ниже ПДК р.х токсическое действие металла на рост численности клеток тест-культуры не выявлено.

Комбинированное действие тяжелых металлов на уровне ПДК р.х и хлорида натрия в концентрациях 300 и 700 мг/л оказывает больший токсический эффект, чем при изолированном воздействии тяжелых металлов на тест-культуру *Chlorella vulgaris*, что проявляется в угнетении роста численности клеток микроводоросли.

Литература:

1. ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.10-04, Т 16.1:2:2.3:3.7-04 Токсикологические методы контроля. Методика измерений оптической плотности культуры водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris* Beijer) для определения токсичности питьевых, пресных природных и сточных вод, водных вытяжек из грунтов, почв, осадков сточных вод, отходов производства и потребления. Москва, 2014. 38 с.
2. Бродский А. К. Общая экология : Учеб. для вузов. Москва : Академия, 2006. 256 с.
3. Жила Н. О. Влияние солености среды на рост и биохимический состав зеленой микроводоросли *Botryococcus braunii* Kütz IPPAS Н-252 / Н. О. Жила, Г. С. Калачева, Т. Г. Волова // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Биология. 2011. Т. 4. № 3. С. 229-242. EDN OPXQWT.
4. О состоянии окружающей среды Ханты-Мансийского автономного округа – Югры в 2006–2007 гг. : Инф. бюллетень. Ханты-Мансийск : Полиграф, 2008. 111 с.
5. Привалова Н. М. Биологическая очистка промышленных нефтезагрязненных сточных вод / Н. М. Привалова, М. В. Двадненко, К. Ю. Хруцкий, Е. В. Лявина // Успехи современного естествознания. 2009. № 5. С. 81.
6. Тимергалиева Ч. З. Особенности влияния тяжелых металлов на *Chlorella vulgaris* Beeyerink на примере меди, как наиболее приоритетного загрязнителя почвы / Ч. З. Тимергалиева, А. Р. Резяпова, А. И. Фазлутдинова // Синтез науки и общества в решении глобальных проблем современности : сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф. (Волгоград, 20 июня 2018 г.). Ч. 2. Волгоград : Аэтерна, 2018. С. 23-29.

УДК 612.13, 57.087

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ КАРДИОИНТЕРВАЛОВ ЖЕНЩИН, ПРОЖИВАЮЩИХ В РАЗНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Кухарева А. Ю.¹, Рахимова А. С.¹, Чиркова Р. В.², Чеберяк М. И.²

¹ Сургутский государственный университет, Сургут;
e-mail: rahimova_as@surgu.ru

² Сургутский государственный педагогический университет, г. Сургут

Аннотация. Общеизвестно, что проживание человека на Севере (пришлые население) приводит к уменьшению продолжительности жизни и падению качества жизни. Выполнен статистический анализ параметров кардиоинтервалов у женщин, проживающих в экстремальных климатических условиях Севера России. Целью работы было выявление различий в состоянии сердечно-сосудистой системы между женщинами коренного (ханты) и приезжего населения. В исследовании приняли участие три возрастные группы женщин (всего 228 человек), у которых регистрировались шесть спектральных параметров вариабельности сердечного ритма. Статистический анализ с использованием критерия Манна–Уитни показал отсутствие достоверных различий по большинству параметров между сравниваемыми группами. Единственное исключение составил высокочастотный компонент (HF), который статистически различался в младшей возрастной группе. В работе также продемонстрирован феномен неопределенности второго типа и эффект Еськова–Зинченко, заключающийся в уникальности последовательных выборок кардиоинтервалов у одного испытуемого. Это ставит под сомнение применимость традиционных детерминистско-стохастических методов для анализа подобных данных. Полученные результаты важны для понимания адаптационных механизмов сердечно-сосудистой системы и разработки новых подходов к оценке функционального состояния человека в условиях Севера.

Ключевые слова: сердечно-сосудистая система, стохастика, неопределенность второго типа, эффект Еськова–Зинченко.

STATISTICAL ANALYSIS OF CARDIOVISUAL INTERVALS PARAMETERS OF WOMEN LIVING IN DIFFERENT CLIMATIC CONDITIONS

Kukhareva A. Yu.¹, Rakhimova A. S.¹, Chirkova R. V.², Cheberyak M. I.²

¹ Surgut State University, Surgut;
e-mail: rahimova_as@surgu.ru

² Surgut State Pedagogical University, Surgut

Abstract. It is well known that living in the North (an alien population) leads to a decrease in life expectancy and a decrease in the quality of life. A statistical analysis of the parameters of cardiac intervals in women living in the extreme climatic conditions of the North of Russia was performed. The aim of the work was to identify differences in the state of the cardiovascular system between indigenous (Khanty) and visiting women. The study involved three age groups of women (228 people in total), who recorded six spectral parameters of heart rate variability. Statistical analysis using the Mann–Whitney test showed that there were no significant differences in most parameters between the compared groups. The only exception was the high frequency component (HF), which was statistically different in the younger age group. The work also demonstrates the phenomenon of

uncertainty of the second type and the Eskov–Zinchenko effect, which consists in the uniqueness of consecutive samples of cardiac intervals in one subject. This casts doubt on the applicability of traditional deterministic-stochastic methods for analyzing such data. The results obtained are important for understanding the adaptive mechanisms of the cardiovascular system and developing new approaches to assessing the functional state of a person in the conditions of the North.

Keywords: cardiovascular system, stochasticity, second-type uncertainty, and the Yeskov–Zinchenko effect.

Актуальность. Северные регионы относятся к зоне экстремальных природно-климатических условий. К гипокомфортным условиям данной территории относят продолжительный и суровый зимний период. В это время наблюдаются резкие перепады температур и атмосферного давления, кроме того, в северных широтах ярко выражен ультрафиолетовый дефицит и колебания электромагнитного поля. Все эти факторы в совокупности создают значительную нагрузку на функциональные системы организма человека и предъявляют повышенные требования к состоянию человеческого организма, заставляя его запускать адаптационные механизмы [1].

Сердечно-сосудистая система (ССС) является ключевым звеном в формировании физиологической адаптации человеческого организма, в связи с чем создает первичную реакцию на изменение окружающей среды. Она определяет и дальнейшие приспособительные возможности организма в целом. Поэтому, при оценке воздействия факторов окружающей среды на человека, одним из главных критериев выступает состояние СССР.

Патологические заболевания сердечно-сосудистой системы являются одной из основных причин смертности во всём мире. Это положение согласуется с данными, приведенными в ежегодном докладе департамента здравоохранения ХМАО – Югры «О состоянии здоровья населения Ханты-Мансийского автономного округа – Югры в 2022 году». Болезни, касающиеся системы кровообращения, продолжают занимать лидирующие позиции в структуре общей заболеваемости и смертности в округе.

Мероприятия по поддержанию здоровья населения Крайнего Севера не могут выстраиваться без теоретического понимания сущности действия экстремальных условий в этом регионе и значимости адаптивных процессов для жизненного цикла человека и популяции в целом. При этом решение поставленных вопросов может быть найдено с позиции новой теории изучения биологических систем.

Методы исследований. Обследовалось три возрастные группы женщин ханты и три возрастные группы приезжих женщин (младшие группы имели средний возраст $\langle T1 \rangle = 27$ лет, средние – $\langle T2 \rangle = 43$ года и старшие группы имели средний возраст $\langle T3 \rangle = 58$ лет). Каждая группа состояла из 38 человек и все они обследовались запатентованным прибором «Элокс-01». Обследование проводилось неинвазивными методами и полностью соответствовало этическим нормам Хельсинкской декларации (2000 г.).

Длительность регистрации каждой выборки кардиоинтервалов (КИ) составляла 5 минут, так, что в каждой выборке было около 300 значений КИ (в миллисекундах). Всего было обработано (для каждого из шести параметров $x_i(t)$) для спектральной плотности сигнала (СПС) с помощью быстрого преобразования Фурье 114 выборок КИ для ханты и 114 выборок КИ для приезжих женщин (всего для каждого x_i 228 выборок). Мы рассчитывали шесть основных параметров СПС [2].

Эти шесть параметров СПС для КИ включали:

x_1 (VLF) – спектральная плотность очень низких частот СПС;

x_2 (LF) – спектральная плотность низкочастотных сигналов;

x_3 (HF) – плотность высокочастотного спектра;

x_4 ($LF(p)$) – нормализованная величина LF ;

x_5 ($HF(p)$) – нормализованная величина HF ;

$x_6 (LF/HF)$ – отношение LF к HF (все это в условных единицах – у.е.).

Для каждой выборки (из 300 значений) находилась медиана – Me (все распределения были непараметрические) и далее выборки из 38 таких Me сравнивались для разных возрастных групп. Сравнение таких выборок производилось по критерию Манна–Уитни p . В итоге мы получили шесть разных колонок (для всех 6 параметров СПС для КИ) для этих трех разных возрастных групп. Для детального изучения возрастных изменений между ханты и приезжими мы дополнительно сравнивали выборки всех шести $x_i(t)$ для СПС между одинаковыми по возрасту группами ханты и не ханты (группы 1-1, 2-2 и 3-3). В итоге была рассчитана таблица 1, которая демонстрирует различие групп с одинаковым возрастом (между аборигенами и приезжими) [3].

Таблица 1.

Результаты попарного сравнения средних значений рангов (допустимого уровня значимости параметров СПС сердечного ритма групп женщин коренного и некоренного населения Югры по возрасту), спектральные параметры изучали с помощью критерия Манна – Уитни

Отмеченные критерии значимы на уровне $p < 0,05$			
Параметры	p – уровень 1 с 1	p – уровень 2 со 2	p – уровень 3 с 3
VLF	0,42	0,16	0,28
LF	0,05	0,40	0,94
HF	0,01	0,92	0,86
LF(p)	0,60	0,51	1,00
HF(p)	0,60	0,51	0,99
LF/HF	0,51	0,36	0,92

Анализируя полученные данные в таблице 1, можно отметить, что ситуация складывается похожим образом, но результаты еще более неутешительные, чем в таблице 1. Здесь почти все пары выборок $x_i(t)$ статистически совпадают. Только один признак ($x_3 - HF$) для первой пары одинакового возраста (1-1) статистически различается ($p_{ij} = 0,01$). Для всех остальных пар $p_{ij} \geq 0,05$. В итоге из 18 пар только одна различается.

Такой вывод возникает из-за наличия неопределенности первого типа для параметров $x_i(t)$ у разных возрастных групп. При этом другие методы на основе теории хаоса-самоорганизации (ТХС) могут показать различия.

Существует неопределенность второго типа [4]. Ее сущность проявляется, если мы подряд зарегистрируем у одного и того же испытуемого 15 выборок КИ (каждая выборка не менее 5 минут регистрации) и затем эти 15 выборок КИ попарно сравниваем.

Для примера мы представляем типичную таблицу 2 в виде матрицы парных сравнений этих 15 выборок КИ (от одного испытуемого). В таблице 2 мы вносим критерий Вилкоксона p_{ij} . Если $p_{ij} \geq 0,05$, то такая i -я и j -я выборки (одна пара) будут статистически совпадать. В таблице 2 таких пар с $p_{ij} \geq 0,05$ будет $k = 10$. Это очень малое число, т.к. более 90% пар статистически не совпадают.

Таблица 2.

Матрица парного сравнения выборок кардиоинтервалов (КИ) одного и того же человека (в покое), использовался критерий Вилкоксона (критерий различий $p < 0,05$, число совпадений $k = 10$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,00		0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00		0,00	0,04	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,02	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00		0,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,78		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,77
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,25	0,04	0,67	0,73	0,00
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25		0,02	0,38	0,49	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,02		0,08	0,14	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,38	0,08		0,30	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,73	0,49	0,14	0,30		0,00
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

В итоге, мы имеем доказательство эффекта Еськова–Зинченко (ЭЕЗ), в котором доказано отсутствие статистических совпадений выборок. Мы рассчитали и построили несколько тысяч таких матриц (как в таблице 2), где исследовались сотни разных испытуемых и везде общая закономерность: $k \leq 15\%$ от всех пар для любых выборок КИ.

Все это доказывает отсутствие статистических совпадений выборок КИ, т.е. выборки уникальны. Как известно, с уникальными выборками современная детерминистская и стохастическая наука (ДСН) не может работать [5]. Мы не можем прогнозировать будущее состояние ССС, а любая выборка КИ описывает только прошлое ССС. Подчеркнем, что ЭЕЗ глобален, он охватывает все параметры организма человека.

Литература:

1. Воронюк Т. В. Стохастический анализ параметров кардиоинтервалов женщин, проживающих в разных климатических условиях / Т. В. Воронюк, М. И. Музиева, И. А. Гриценко, А. Д. Галимзянова // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2023. № 2. С. 12-27. DOI 10.12737/2306-174X-2023-2-16-24. – EDN COIMTR.
2. Еськов В. В. Возрастные аспекты изменения параметров кардиоритма женского населения Севера РФ / В. В. Еськов, Г. В. Газя, Е. А. Асриев // Вестник новых медицинских технологий. 2022. Т. 29. № 2. С. 100-103. DOI 10.24412/1609-2163-2022-2-100-103. EDN ВЕНСЕА.
3. Филатова О. Е. Возрастная динамика нейровегетативного статуса приезжего населения Югры / О. Е. Филатова, Е. Г. Мельникова, Л. С. Шакирова [и др.] // Вестник новых медицинских технологий. 2021. Т. 15. № 3. С. 107-112. DOI 10.24412/2075-4094-2021-3-3-7. EDN WUUKPM.
4. Филатова О. Е. Неопределенности 1-го и 2-го типов в нейронауках / О. Е. Филатова, В. В. Еськов, А. Ю. Кухарева, В. М. Еськов // Нейронаука для медицины и психологии : материалы XX Международного междисциплинарного конгресса (Судак, 30 мая – 10 июня 2024 г.). Москва : МАКС Пресс, 2024. С. 283-284. DOI 10.29003/m4047.sudak.ns2024-20/283-284. EDN YNBCH1.
5. Горбунов Д. В. Метод матриц парных сравнений выборок для анализа интегрально-временных характеристик сердечного ритма человека / Д. В. Горбунов, Е. Г. Мельникова, И. С. Самойленко [и др.] // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2024. № 2. С.17-27.

УДК 556.114.3

КАЧЕСТВО ВОДЫ ВОДОХРАНИЛИЩА-ОХЛАДИТЕЛЯ СУРГУТСКОЙ ГРЭС

Леонтьева В. В., Шорникова Е. А.

*Сургутский государственный университет, Сургут;
e-mail: Valya.leonteva.03@mail.ru, shornikova_ea@surgu.ru*

Аннотация. В работе рассмотрено качество воды водохранилища-охладителя Сургутской ГРЭС. Представлены результаты анализа основных химических и физико-химических показателей. Определено соответствие нормативам качества воды для водоемов рыбохозяйственного значения. Проведена статистическая обработка результатов исследования и сделаны выводы о влиянии деятельности ГРЭС на водную экосистему водохранилища-охладителя.

Ключевые слова: водохранилище-охладитель, оценка качества воды, гидрохимические показатели, антропогенная нагрузка.

WATER QUALITY OF THE COOLING RESERVOIR OF THE SURGUT POWER STATION

Leonteva V. V., Shornikova E. A.

*Surgut State University, Surgut;
e-mail: Valya.leonteva.03@mail.ru, shornikova_ea@surgu.ru*

Abstract. The paper considers the data on water quality of the cooling reservoir of the Surgut power station. The results of hydrochemical analysis of the main chemical and physico-chemical parameters are presented. Compliance with water quality standards for fishery has been determined. Statistical processing of the results has been carried out and conclusions have been drawn about the impact of the power station activities on the aquatic ecosystem of the cooling reservoir.

Keywords: cooling reservoir, water quality assessment, hydrochemical indicators, anthropogenic load.

Водохранилища-охладители тепловых электростанций представляют собой особый тип техногенных водоемов, функцией которых является отвод тепла в процессе работы энергоблоков. Такие водоемы отличаются гидрологическим и гидрохимическим режимом, формирующимся под воздействием антропогенных факторов [1]. Исследование качества воды в водохранилище-охладителе Сургутской ГРЭС представляет значительный научный и практический интерес в связи с необходимостью комплексной оценки антропогенной нагрузки на водный объект. Данная оценка позволит выявить риски эвтрофикации, загрязнения тяжелыми металлами и другими приоритетными загрязнителями. Для Сургута и Сургутского района вопрос качества воды в водохранилище-охладителе остается недостаточно изученным, что подчеркивает необходимость получения новых данных [8].

Объектом исследования является объединенный водоем-охладитель (водохранилище) Сургутских ГРЭС-1 и ГРЭС-2, расположенный на территории города Сургута Ханты-Мансийского автономного округа – Югры в русле р. Черная. Река Черная – сравнительно небольшой правобережный приток р. Оби в среднем ее течении. Длина реки до устья составляет 93,0 км, площадь водосбора – 776 км² [3; 5].

Отбор проб осуществлялся в 15 контрольных створах в прибрежной части реки Черной и акватории водохранилища в сентябре 2024 г. в соответствии с требованиями ГОСТ Р 59024-2020 [2]. Схема расположения точек отбора проб воды представлена на рис. 1.

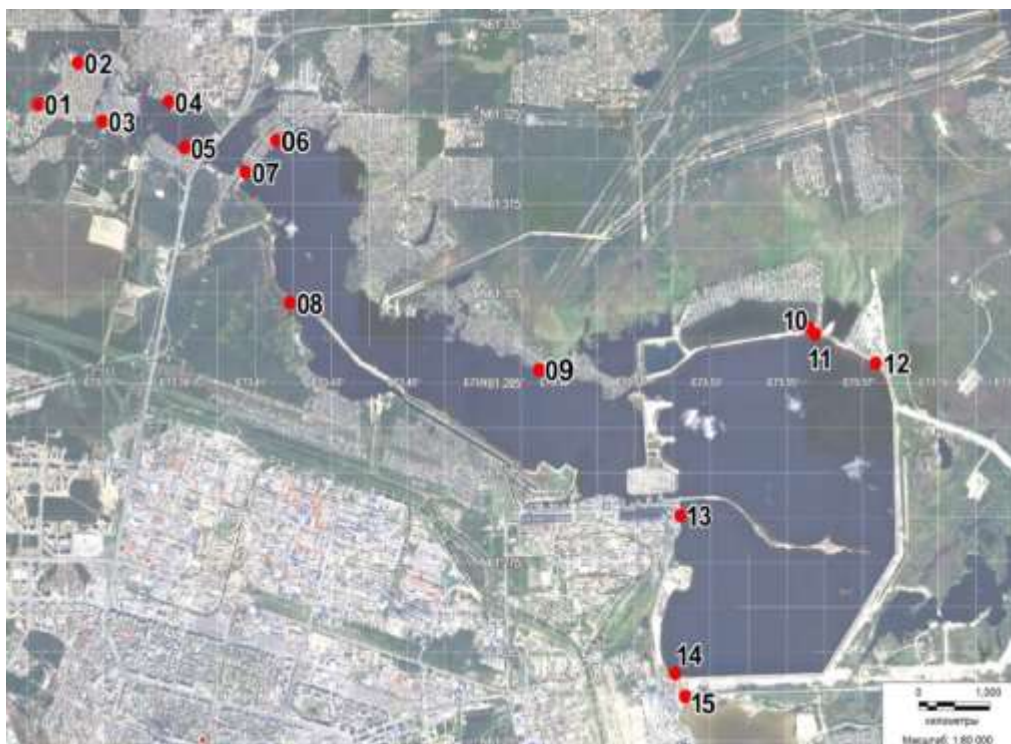


Рис. 1. Расположение контрольных створов

Для оценки качества вод в акватории водохранилища реки Черной было выбрано 17 показателей: 12 показателей химического состава и 5 физико-химических показателей с использованием методов титриметрии, термометрии, йодометрии, аргентометрии, флуориметрии, фотометрии и атомно-абсорбционной спектроскопии [7].

Оценка качества воды – в сопоставлении концентраций гидрохимических показателей с нормативными значениями ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения (ПДК_{вр}) [4], а также с использованием классификации качества поверхностных вод по эколого-санитарным показателям (по О. П. Окснюк и В. Н. Жукинскому) [6].

Для определения корреляции между показателями, полученными в ходе исследования, применялся метод параметрической статистики – критерий корреляции Пирсона.

Согласно оценке классификации качества поверхностных вод по эколого-санитарным показателям [6], приведенной в табл. 1. Вода в водохранилище-охладителе относится к категориям от «очень чистая» (O₂, % насыщения) до «очень грязная» (ПО).

Таблица 1.

Категории качества вод водохранилища-охладителя ГРЭС согласно классификации поверхностных вод по эколого-санитарным показателям (по О. П. Окснюк и В. Н. Жукинскому)

Гидрохимические показатели	Средняя концентрация	Категория качества вод
pH	7,31	чистое
O ₂ , % насыщения	111,6	очень чистое
БПК ₅ , мг/дм ³	2,85	чистое
ПО, мг/дм ³	13,83	очень грязное
NH ₄ ⁺ , мг/дм ³	1,172	загрязненное
NO ₂ ⁻ , мг/дм ³	0,022	очень чистое

Результаты исследования физико-химических показателей и концентрации металлов в воде водохранилища охладителя представлены в табл. 2–3.

Таблица 2.

Гидрохимические показатели качества воды в водохранилище-охладителе за 2024 г.

Показатель	2024 год	% проб, превышающих ПДК _{вр} / кратность превышения ПДК _{вр}
T, °C	$8 - 23$ $13,4 \pm 2,68$	–
pH	$6,84 - 8,18$ $7,31 \pm 0,2$	–
O ₂ , мг/дм ³	$9,32 - 12,72$ $11,6 \pm 0,49$	–
БПК ₅ , мг/дм ³	$1,27 - 6,58$ $2,85 \pm 0,86$	60 / 1,36
Перманганатная окисляемость, мг/дм ³	$7,2 - 23,96$ $13,83 \pm 2,47$	47 / 1,6
Хлориды, мг/дм ³	$10,28 - 18,83$ $13,89 \pm 1,61$	–
Аммония ион, мг/дм ³	$0,352 - 2,152$ $1,172 \pm 0,215$	93 / 2,93
Нитриты, мг/дм ³	$0 - 0,0649$ $0,0223 \pm 0,0107$	–
Нефтепродукты, мг/дм ³	$0,006 - 0,022$ $0,012 \pm 0,003$	–
Примечание: в числителе приведены минимальные и максимальные значения показателей, в знаменателе – среднее значение $\pm$ доверительный интервал.		

Среднее значение pH составило 7,3. В зоне влияния водосбросного канала ГРЭС наблюдается увеличение pH, вода становится более щелочной. Это может быть обусловлено использованием щелочных реагентов в водоподготовке, вымыванием щелочных минералов из конструкций канала теплой водой, или изменением биологических процессов, вызванных повышением температуры.

В водохранилище-охладителе наблюдается высокое содержание растворенного кислорода, в среднем около 12 мг/дм³. Что обусловлено незамерзающим режимом водохранилища-охладителя и активной аэрацией воды при прохождении через гидротехнические сооружения ГРЭС. Эти факторы способствуют насыщению воды кислородом, компенсируя возможный дефицит, связанный с термическим загрязнением. Среднее процентное насыщение воды кислородом составило 112%.

Среднее значение БПК₅ составило 2,85 мг/дм³, что превышает ПДК_{вр} в 1,4 раза. В 60% проб значения биохимического потребления кислорода превысили норматив ПДК_{вр}. Наибольшее значение БПК₅ выявлены в зоне влияния Сургутской ГРЭС.

Среднее значение перманганатной окисляемости составило 13,83 мг/дм³. В 47% проб значения перманганатной окисляемости превысили норматив ПДК_{вр}. Максимальное значение выявлено в районе городского пляжа и железной дороги.

Превышение ПДК_{вр} ионов аммония, зафиксированное в 93% проб, свидетельствует о широком распространении загрязнения по всей акватории водохранилища-охладителя. Что может быть связано с поверхностным стоком с прилегающих территорий.

Несмотря на то, что концентрация нитрит-ионов не превышает ПДК_{вр}, их присутствие рассматривается как индикатор неблагоприятного санитарного состояния водоема. Наблюдается увеличение концентрации в зоне влияния водосбросного канала ГРЭС.

Таблица 3.

Содержание тяжелых металлов в пробах воды

Показатель	2024 год	% проб превышающих ПДК _{вр} / кратность превышения ПДК _{вр}
Железо, мг/дм ³	$\frac{0,179 - 1,955}{0,908 \pm 0,332}$	100 / 9,08
Медь, мг/дм ³	$\frac{0,002 - 0,129}{0,034 \pm 0,02}$	100 / 33,87
Марганец, мг/дм ³	$\frac{0,004 - 0,198}{0,061 \pm 0,034}$	67 / 6,12
Цинк, мг/дм ³	$\frac{0,022 - 0,143}{0,072 \pm 0,019}$	100 / 7,17
Никель, мг/дм ³	$\frac{0,0001 - 0,002}{0,001 \pm 0,0003}$	–
Хром, мг/дм ³	$\frac{0,0001 - 0,0005}{0,0002 \pm 0,00005}$	–
Кадмий, мг/дм ³	$\frac{0,00004 - 0,005}{0,0005 \pm 0,0006}$	–
Свинец, мг/дм ³	$\frac{0,00001 - 0,0006}{0,0002 \pm 0,00008}$	–
Примечание: в числителе приведены минимальные и максимальные значения показателей, в знаменателе – среднее значение $\pm$ доверительный интервал		

В 100% проб зафиксировано превышение предельно допустимой концентрации железа, в среднем в 9 раз. Наблюдается снижение концентрации железа в зоне влияния водосбросного канала, что может быть связано с разбавлением водами, поступающими с ГРЭС, а также возможными процессами осаждения и адсорбции в зоне водосброса.

Превышение норматива предельно допустимой концентрации меди и цинка наблюдается в 100% проб. Концентрация меди превышает ПДК_{вр} в 34 раза, цинка – примерно в 7 раз. Превышение ПДК_{вр} концентрации марганца зафиксировано в 67% проб, в среднем в 6 раз. Массовая концентрация никеля, хрома кадмия и свинца не превышает ПДК_{вр} во всех контрольных створах. Наибольшие концентрации наблюдаются в зоне влияния ГРЭС.

Установлены корреляционные взаимосвязи между исследуемыми показателями.

Сильные положительные корреляции выявлены между температурой и концентрацией меди ($r = 0,9$), нитритами и медью ($r = 0,8$), медью и никелем ($r = 0,7$), температурой и хлоридами ($r = 0,7$), а также между pH и нитритами ($r = 0,7$). Эти связи указывают на влияние температуры и химических условий на повышение содержания данных веществ, а также на наличие общих источников загрязнения.

Сильные отрицательные корреляции обнаружены между температурой и железом ($r = -0,8$), железом и медью/никелем ($r = -0,7$ и $r = -0,8$), а также между нефтепродуктами и никелем ($r = -0,7$). Они отражают конкуренцию и различные химические процессы, влияющие на снижение концентраций некоторых элементов при изменении условий среды. На рис. 2 изображены наиболее значимые корреляционные взаимосвязи между исследуемыми показателями.

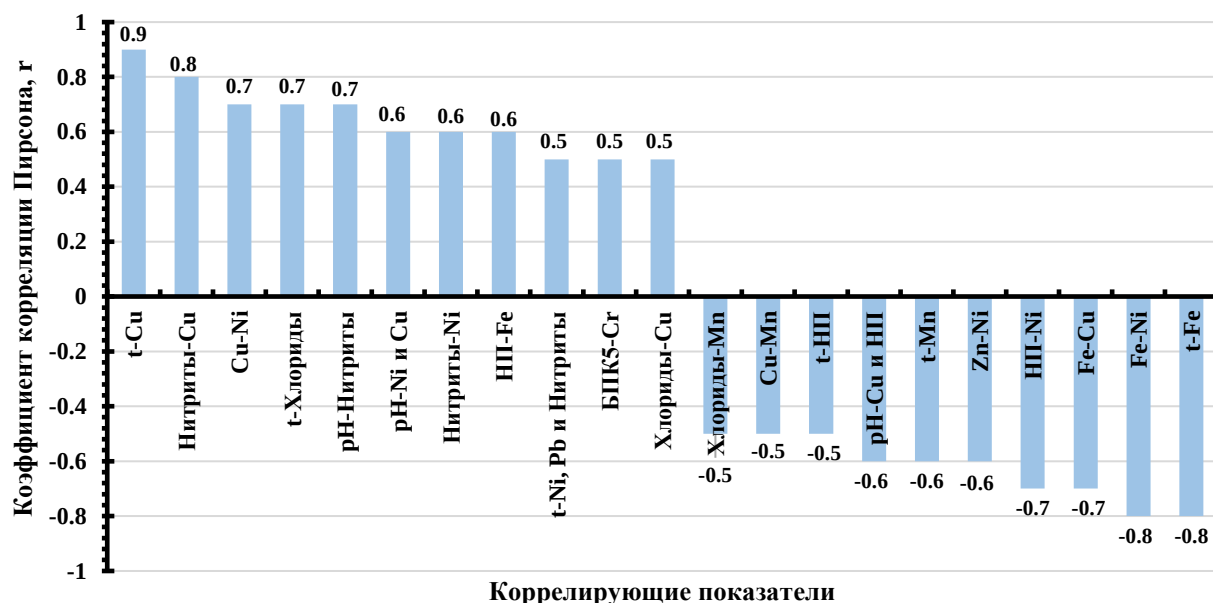


Рис. 2. Корреляционные взаимосвязи в пробах воды

Заключение. Воды водохранилища-охладителя Сургутской ГРЭС характеризуются сочетанием факторов, влияющих на общее качество воды. Несмотря на нейтральный уровень рН и низкую минерализацию, в водохранилище наблюдается высокая концентрация биогенных ионов и повышенный уровень органических веществ.

В пробах воды отмечены высокие концентрации типоморфных для данной территории металлов: железа, марганца, меди, цинка с превышением (постоянным или эпизодически-локальным) нормативов ПДК_{вр}.

Корреляционный анализ показывает, что на качество воды в водохранилище-охладителе влияет комплекс факторов, среди которых ключевым является термическое воздействие Сургутской ГРЭС. Оно сопровождается изменениями температурного режима, что влияет на подвижность тяжелых металлов, содержание растворимых и нерастворимых форм веществ, а также на процессы трансформации азотсодержащих соединений. рН оказывает заметное влияние на распределение загрязняющих веществ. Содержание Cu, Ni и нитритов указывает на техногенную нагрузку.

Литература:

1. Авакян А. Б. Водохранилища мира / А. Б. Авакян, В. А. Шарапов. Москва : Мысль, 1987. 323 с.
2. ГОСТ Р 59024-2020. Вода. Общие требования к отбору проб.
3. Московченко Д. В. Особенности формирования гидротехнических аномалий в районах нефтедобычи на севере Западной Сибири / Д. В. Московченко, Г. Н. Артамонова, А. Г. Бабушкин // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология, Геокриология. 2008. № 5. С. 411-419.
4. Об утверждении нормативов качества водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов ПДК вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного назначения : приказ Минсельхоза России от 13.12.2016 № 552.
5. Обзор состояния окружающей среды города Сургута 1993-2000 гг. Сургут : Дефис, 2003. 207 с.

6. Оксьюк О. П. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши / О. П. Оксьюк, В. Н. Жукинский [и др.] // Гидробиологический журнал. 1993. Т. 29, Вып. 4. С. 62-76.

7. Шорникова Е. А. Методические рекомендации по планированию, организации и ведению мониторинга поверхностных водотоков: гидрохимические и микробиологические методы / Е. А. Шорникова. Сургут : Дефис, 2007. 88 с.

8. Шорникова Е. А. Гидрохимическая характеристика прибрежных участков акватории Сургутского водохранилища / Е. А. Шорникова, Е. А. Рыбчак // Водное хозяйство России. 2018. № 1. С. 88-101.

УДК 577.15

ФЕРМЕНТАТИВНЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ

Лонишакова-Мукина В. И.^{1,2,3*}, Громова А. А.^{1,3}, Кратасюк В. А.^{1,2}

¹ Сибирский федеральный университет, Красноярск;

*e-mail: vlonshakova@sfu-kras.ru

² Институт биофизики СО РАН, Красноярск;

³ Сургутский государственный университет, Сургут

Аннотация. В работе исследовали активность двух сопряженных биолуминесцентных ферментных систем в присутствии почвенных вытяжек, загрязненных различными количествами дизельного топлива (ДТ). Показано, что остаточная активность ферментных систем уменьшалась при увеличении количества внесенного ДТ в почву. Продемонстрирована возможность использования ферментативных систем в ингибиторном анализе нефтяного загрязнения почв.

Ключевые слова: ферменты, ингибиторный анализ, нефтепродукты, бактериальная биолуминесценция.

ENZYMATIC METHODS OF ANALYSIS FOR ASSESSING THE EXTENT OF OIL POLLUTION OF SOILS

Lonshakova-Mukina V. I.^{1,2,3*}, Gromova A. A.^{1,3}, Kratasyuk V. A.^{1,2}

¹ Siberian Federal University, Krasnoyarsk;

*e-mail: vlonshakova@sfu-kras.ru

² Institute of Biophysics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Krasnoyarsk;

³ Surgut State University, Surgut

Abstract. This study investigated the activity of two coupled bioluminescent enzyme systems in the presence of soil extracts contaminated with varying amounts of diesel fuel (DF). It was shown that the residual activity of the enzyme systems decreased with increasing amounts of DF applied to the soil. The potential for using enzyme systems in inhibitor analysis of oil contamination of soils was demonstrated.

Keywords: enzymes, inhibitor analysis, petroleum products, bacterial bioluminescence.

В России, как и в зарубежных странах, утечки, происходящие вокруг нефтеперерабатывающих заводов и хранилищ, вносят значительный вклад в загрязнение почвенных экосистем. Это обуславливает необходимость создания эффективных методов экологического мониторинга для определения уровней нефтяного загрязнения как в момент утечки, так и с учетом временной динамики естественной деструкции нефти и нефтепродуктов [1]. Целью настоящей работы является оценка возможности использования ферментативных методов анализа для определения степени нефтяного загрязнения почвы.

Исследована возможность применения в ингибиторном анализе двух ферментативных систем: биферментной (НАД(Ф)Н:ФМН-оксидоредуктаза+люцифераза (R+L)) и триферментной (алкогольдегидрогеназа+НАД(Ф)Н:ФМН-оксидоредуктазой+люциферазой (A+R+L)). Первым этапом работы было определение влияния органических растворителей на

ферментативные системы и подбор оптимальных концентраций. В качестве растворителей использовали растворы этанола, ацетона, ДМСО. Показано, что исследуемые растворители оказывали различную степень воздействия на ферментативные системы.

Для определения влияния растворителей на ферментативные системы, построены зависимости максимальной интенсивности свечения систем R+L и A+R+L от концентрации растворителя в реакционном растворе (рис. 1).

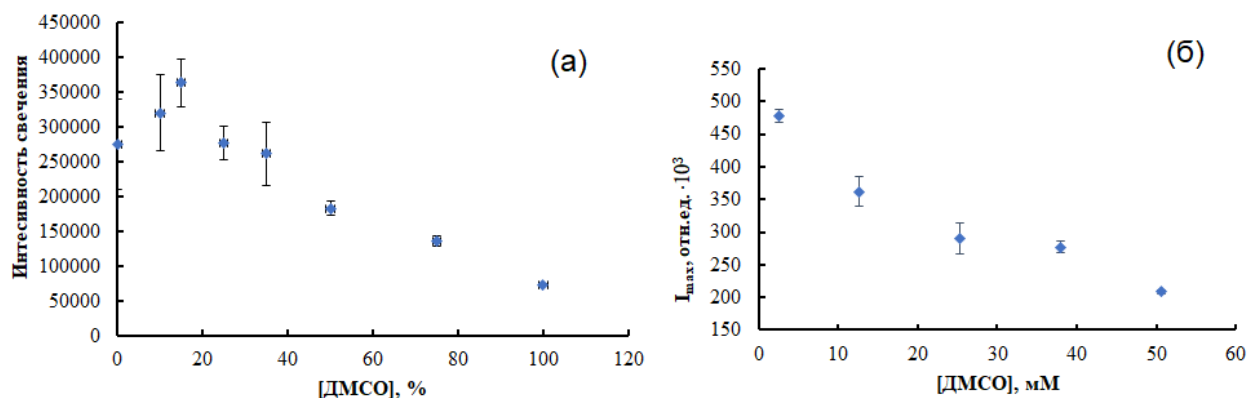


Рис. 1. Зависимость максимальной интенсивности свечения (а) R+L и (б) A+R+L от концентрации ДМСО в растворе

В присутствии раствора ДМСО в концентрации менее 25% максимальная интенсивность свечения достоверно не отличается от максимальной интенсивности в буферном растворе, похожий результат получен для системы A+R+L. Следовательно, для экстракции нефтепродуктов из почвенных образцов с целью дальнейшего ферментативного анализа может быть использован раствор ДМСО (25%).

Далее исследовали активность сопряженных ферментных систем в присутствии почвенных вытяжек, полученных из образцов почв, загрязненных различными количествами дизельного топлива (ДТ). Показано, что остаточная активность ферментных систем уменьшалась при увеличении количества внесенного ДТ в почву (рис. 2). Например, в присутствии вытяжки из почв, содержащей 5 г/кг ДТ, максимальная интенсивность свечения системы L+R уменьшалась в 1,7 раза. Похожие результаты получены для триферментной системы A+L+R.

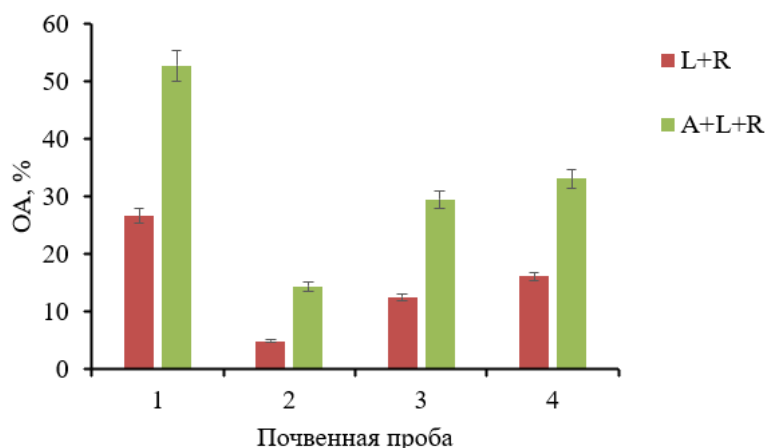


Рис. 2. Зависимость остаточной активности (ОА) ферментных систем от вида почвенной вытяжки.
1 – чистая почва, 2 – почва + ДТ 20 г/кг, 3 – почва + ДТ 10 г/кг, 4 – почва + ДТ 5 г/кг
(дата загрязнения 23.04.2024).

В настоящей работе продемонстрирована потенциальная возможность использования биолюминесцентных систем в ингибиторном анализе нефтяного загрязнения почв, а также для анализа деградации нефтепродуктов в почвенной среде наряду с организменными методами анализа.

Исследование поддержано Департаментом образования и науки Ханты-Мансийского автономного округа – Югры, проект № 2023-227-05.

Литература:

1. Ogbo E. M. Biodegradation of aliphatic, aromatic, resinic and asphaltic fractions of crude oil contaminated soils by *Pleurotus tuber-regium* Fr. Singer-a white rot fungus / E. M. Ogbo, J. A. Okhuoya // *African Journal of Biotechnology*. 2008. Vol. 7. №. 23. P. 4291.

УДК 519.237

АНАЛИЗ СЕЗОННОЙ ДИНАМИКИ ПАРАМЕТРОВ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ МОЛОДЫХ ЖЕНЩИН НА ТЕРРИТОРИИ УРБАНИЗИРОВАННОГО СЕВЕРА

Малаксиано К. О.

*Сургутский государственный университет, г. Сургут;
e-mail: kmalaksiano@mail.ru*

Аннотация. Исследования были проведены на базе Сургутского государственного университета. Всего было обследовано 16 испытуемых и выполнено 48 измерений. В исследовании принимали участие девушки в возрасте от 19 до 21 года, не имеющие хронических заболеваний сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Регистрация параметров вариабельности сердечного ритма (BCP) проводилась в мае 2024 года, сентябре и январе 2025 года неинвазивными методами и полностью соответствовало этическим нормам Хельсинкской декларации (2000 г.). Данное исследование позволило выявить, как экстремальные климатические условия урбанизированного Севера оказывают значительное влияние на сердечно-сосудистую систему (ССС) молодых женщин.

Ключевые слова: статистический анализ, климато-экологические факторы, сердечно-сосудистая система (ССС), вариабельность сердечного ритма (BCP), многомерное фазовое пространство.

ANALYSIS OF SEASONAL DYNAMICS OF PARAMETERS OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM OF YOUNG WOMEN IN THE URBANIZED NORTH

Malaksiano K. O.

*Surgut State University, Surgut;
e-mail: kmalaksiano@mail.ru*

Abstract. The research was conducted at the Surgut State University. A total of 16 subjects were examined and 48 measurements were performed. The study involved girls aged 19 to 21 who did not have any chronic diseases of the cardiovascular and respiratory systems. The registration of heart rate variability (HRV) parameters was conducted in May 2024, September 2024, and January 2025 using non-invasive methods and fully complied with the ethical standards of the Helsinki Declaration (2000). This study revealed that the extreme climatic conditions of the urbanized North have a significant impact on the cardiovascular system (CVS) of young women.

Keywords: statistical analysis, climatic and environmental factors, cardiovascular diseases.

Рассмотрение воздействия экстремальных климатических факторов на организм человека представляется крайне важным и актуальным, поскольку оно является неотъемлемой частью более широкой проблемы адаптации к северным широтам [5].

Цель исследования – установить закономерности сезонной динамики параметров сердечно-сосудистой системы (ССС) девушек с использованием методов математической статистики и метода многомерных фазовых пространств.

В ходе исследования проанализировали изменения климато-экологических факторов за период 2024–2025 годов (табл. 1). За основу взяли среднесуточные показатели метеопараметров: температуру атмосферного воздуха (Т, °С), атмосферное давление (Р, мм. рт. ст.), относительную влажность (φ, %) и скорость ветра (V, м/с). Используемые метеорологические данные были получены из открытого источника в формате архива метеорологической станции аэропорта имени Ф. К. Салманова г. Сургута [3; 5].

Таблица 1.

Свод среднемесячных значений параметров климато-экологических факторов за 2024-25 гг.

Месяц	Год	Среднее значение температуры воздуха (Т, °С)	Среднее значение атмосферного давления (Р, мм. рт. ст.)	Среднее значение влажности атмосферного воздуха (φ, %)	Среднее значение скорости ветра (V, м/с)
Май	2024	+3,6 ± 0,5	752,3 ± 2	67 ± 3	4,7 ± 0,3
Сентябрь	2024	+8,9 ± 0,5	757,5 ± 2	84 ± 3	4,4 ± 0,3
Январь	2025	-11,3 ± 0,5	754,1 ± 2	89 ± 3	5,3 ± 0,3

Все три месяца имеют разные паттерны изменений, что позволяет предположить, что в разные месяцы на нас влияют разные атмосферные процессы: в январе минимальная t, максимальная влажность и скорость ветра, а в сентябре – максимальное давление [6].

Полученные в ходе исследования данные – количественные. Выбор мер для их описания зависит от типа их распределения. В этом случае тип распределения можно определить с помощью критерия Шапиро–Уилка для выборок с числом наблюдений 50 и менее. Проверка данных представлена в таблице 2.

Таблица 2.

Результаты проверки на нормальное распределение и статистическая обработка параметров ВСР по критерию Шапиро–Уилка (при < 0,05)

Регистрируемые показатели	Май 2024 г.		Сентябрь 2024 г.		Январь 2025 г.	
	W	p	W	p	W	p
SIM	0,8662	0,02382854	0,8231	0,00561937	0,6779	0,00009727
PAR	0,9582	0,62966365	0,9651	0,75414622	0,9397	0,34553595
HR	0,974	0,89910706	0,9781	0,94627342	0,9138	0,13377947
SDNN	0,9306	0,24927272	0,9256	0,20743422	0,9565	0,59919614
SPO2	0,8078	0,0034636	0,7872	0,00185183	0,7146	0,00024533
IB	0,9001	0,08074737	0,8214	0,00530879	0,6235	0,00002725
VLF	0,7152	0,00024942	0,7326	0,00039502	0,934	0,28203547
LF	0,8841	0,0449491	0,8956	0,06844518	0,7775	0,00138802
HF	0,7934	0,00222668	0,841	0,01006079	0,8765	0,034192
Lfnorm	0,9526	0,53189457	0,9274	0,2218902	0,9158	0,14416262
Hfnorm	0,9526	1,53189457	0,9274	0,2218902	0,9158	0,14416262
LF/HF	0,7141	0,00000189	0,7704	0,00001186	0,6872	0,00000056

Все данные, которые меньше, чем критический уровень значимости = 0,05, выделены красным цветом и считаются распределением, отличным от нормального. В нашем случае в соотношении 50/50.

Так как данные не подчиняются закону нормального распределения, то для их описания применяется расчет среднего значения – т.е. медианы (Me), полученные результаты которой представлены в таблице 3.

Таблица 3.

Полученные результаты медианы (Me) набора данных

Регистрируемые показатели	Медиана (Me)		
	Весна	Осень	Зима
SIM	2,5	3	3,5
PAR	12,5	13,5	9
HR	85,5	87	89
SDNN	52,5	52	38,5
SPO2	98	98	98,5
ИБ	39,5	39,5	51,5
VLF	2 438,5	2 190,5	1 689,5
LF	2 797,5	3 187	1 990
HF	1 266	1 455	1 124
Lfnorm	65	67	68,5
Hfnorm	35	33	31,5
LF/HF	1,9	2	2,2

Для статистического сравнения двух связанных групп следует воспользоваться критерием Вилкоксона, полученные данные которого представлены в таблице 4. Он позволяет установить не только направленность изменений, но и их выраженность, т.е. определить, является ли сдвиг показателей в одном направлении более интенсивным, чем в другом.

Таблица 4.

Полученные данные по Т-критерию Вилкоксона

Регистрируемые показатели	Май– Сентябрь	Сентябрь– Январь	Январь–Май
SIM	T=50	T=41	T=38,5
PAR	T=60,5	T=34,5	T=27,5
HR	T=40	T=42,5	T=26,5
SDNN	T=61,5	T=32	T=32,5
SPO2	T=37	T=51,5	T=54,5
ИБ	T=48,5	T=31,5	T=26
VLF	T=60	T=37	T=20
LF	T=76	T=45	T=55
HF	T=56	T=37	T=48
Lfnorm	T=62	T=64	T=59,5
Hfnorm	T=62	T=64	T=76,5
LF/HF	T=65	T=64	T=67

По оси значимости, представленной на рис. 1, в ходе полученных результатов принимается нулевая гипотеза: т.е. интенсивность сдвигов в типичном направлении не превосходит интенсивности сдвигов в нетипичном направлении. Как итог – обе группы принадлежат одной генеральной совокупности [4].

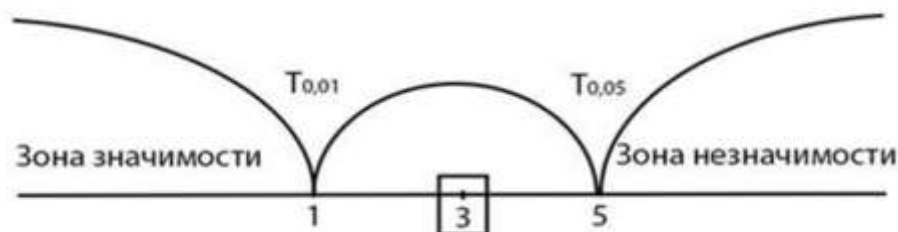


Рис. 1. Ось значимости Т-критерия Вилкоксона
($T_{эмп} > T_{кр}(0,05)$ – эмпирическое значение T попадает в зону незначимости;
 $T_{эмп} < T_{кр}(0,05)$ – эмпирическое значение T попадает в зону неопределенности;
 $T_{эмп} < T_{кр}(0,01)$ – эмпирическое значение T попадает в зону значимости)

Для анализа динамики ССС были построены гистограммы распределения значений *спектральной мощности частотных компонентов VLF* (очень низкие), *LF* (низкие частоты) и *HF* (высокие частоты), а для исследования взаимосвязей между этими компонентами – *фазовое пространство* [1-2].

Цель построения – визуализация характера распределения данных, выявление типичных значений и определение степени их концентрации.

Литература:

1. Анохин П. К. Кибернетика функциональных систем. Москва : Медицина, 1998. 285 с.
2. Брагинский М. Я. Исследование функциональных систем организма студентов Югры в условиях мышечной нагрузки методом фазового пространства / М. Я. Брагинский, А. А. Балтикова, В. В. Козлова, Е. В. Майстренко // Современные наукоемкие технологии. 2010. № 12. С. 23-24.
3. Данишевский Г. М. Патология человека и профилактика заболеваний на Севере / Г. М. Данишевский. Москва : Медицина, 1968. 190 с.
4. Добрынина И. Ю. Особенности кардиоинтервалов: хаос и стохастика в описании сложных биосистем / И. Ю. Добрынина, Д. В. Горбунов, В. В. Козлова [и др.] // Вестник новых медицинских технологий. 2015. Т. 22. № 2. С. 19-26.
5. Еськов В. М. Экологические факторы Ханты-Мансийского автономного округа. Ч. II. Безопасность жизнедеятельности человека на севере РФ / В. М. Еськов, О. Е. Филатова, В. А. Карпин, В. А. Папшев. Самара : Офорт, 2004. 172 с.
6. RP5. Погода в мире // RP5. URL: <http://rp5.ru> (дата обращения: 10.02.2025).

УДК 502.5

ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ЭКОСИСТЕМУ САЙМЫ И ЕЁ БАССЕЙНА

Марусич М. В.

*Сургутский государственный университет, Сургут;
e-mail: Marusich.misha@yandex.ru*

Аннотация. Рассматривается современное состояние экосистемы реки Сайма в черте города Сургута. Обсуждаются основные источники антропогенного загрязнения, включая поверхностный сток и рекреационную нагрузку, а также влияние гидротехнических изменений русла на процесс эвтрофикации и заиливания водоема. Предложены рекомендации по снижению негативного воздействия на водный объект.

Ключевые слова: река Сайма, ХМАО-Югра, урбанизация, антропогенная нагрузка, поверхностный сток.

THE IMPACT OF EXTERNAL INFLUENCES ON THE ECOSYSTEM OF SAIMAA AND ITS BASIN

Marusich M. V.

*Surgut State University, Surgut;
e-mail: Marusich.misha@yandex.ru*

Abstract. The current state of the ecosystem of the Saimaa River in the city of Surgut is considered. The main sources of anthropogenic pollution, including surface runoff and recreational load, as well as the impact of hydraulic changes in the riverbed on the process of eutrophication and siltation of the reservoir are discussed. Recommendations for reducing the negative impact on the water body are proposed.

Keywords: Saimaa River, Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra, urbanization, anthropogenic load, surface runoff.

Малые реки урбанизированных территорий Севера играют ключевую роль в формировании микроклимата и рекреационного потенциала городов, однако они наиболее уязвимы к антропогенному воздействию. Река Сайма, протекающая по территории города Сургута (Ханты-Мансийский автономный округ – Югра) и образующаяся от слияния трех рукавов, является типичным примером водотока, испытывающего колоссальное давление со стороны городской инфраструктуры. Река Сайма является частью сложной гидрологической системы бассейна Средней Оби. В черте города Сургута водоток представляет собой зарегулированную систему, фактически превращенную в каскад прудов-отстойников из-за строительства дамб и мостовых переходов. Водосборный бассейн реки практически полностью находится в зоне городской застройки, что предопределяет характер поступления загрязняющих веществ [3].

Можно выделить несколько групп внешних воздействий, оказывающих критическое влияние на экосистему Саймы.

Одним из немаловажных факторов является загрязнение поверхностным стоком. Это основной фактор деградации воды в реке. Ввиду недостаточной развитости системы ливневой

канализации с очистными сооружениями в Сайму поступают талые и дождевые воды с селитебных территорий и автодорог, а также наблюдается регулярное превышение предельно допустимых концентраций (ПДК) по ряду показателей, в частности:

нефтепродукты – превышение ПДК в 2–5 раз, что обусловлено смывом горюче-смазочных материалов с улично-дорожной сети [1; 4];

хлориды и сульфаты – рост концентраций в весенний период, связанный с использованием противогололедных реагентов;

тяжелые металлы (свинец, кадмий, цинк) – аккумулируются в донных отложениях, создавая риск вторичного загрязнения воды [6].

Высокое содержание железа и марганца двойственно: с одной стороны, это региональная геохимическая особенность заболоченных территорий Западной Сибири, с другой — следствие коррозии металлических конструкций и техногенных стоков [5].

Следующим фактором можно выделить гидротехническую трансформацию русла. Это искусственное изменение гидрологического режима (строительство дамб), одним из последствий которого является снижение скорости течения. Данный фактор безусловно провоцирует *активное заиливание дна* (накопление иловых масс мощностью более 1 метра), *снижение способности реки к самоочищению, температурную стратификацию и дефицит растворенного кислорода в зимний период (заморные явления)*.

Рекреационная нагрузка. Территория парка «За Саймой» является популярным местом отдыха горожан. Неорганизованный туризм, вытаптывание прибрежной растительности и замусоривание береговой линии твердыми бытовыми отходами (пластик, стекло) нарушают целостность береговых биоценозов. Подкормка водоплавающих птиц (уток) способствует локальному органическому загрязнению и эвтрофикации воды.

Биологическое загрязнение и эвтрофикация. Поступление биогенных элементов (азота и фосфора) с хозяйственно-бытовыми стоками и поверхностным стоком вызывает развитие фитопланктона («цветение» воды) и высшей водной растительности (ряска, элодея). Это приводит к изменению видового состава гидробионтов: доминируют эврибионтные виды, устойчивые к загрязнению, в то время как стенобионтные виды исчезают [3].

Экосистема реки Сайма находится в состоянии глубокой антропогенной трансформации. Основными негативными факторами являются неконтролируемый поверхностный сток и гидрологический застой.

Для реабилитации экосистемы необходим комплекс мероприятий:

- организация перехвата и очистки ливневых стоков перед сбросом в реку;
- проведение дноуглубительных работ для удаления токсичных донных отложений (можно апробировать, например, разработку Сибирского института рационального природопользования, г. Нижневартовск) [2];

- восстановление проточности водоема посредством реконструкции гидротехнических сооружений (на данный момент имеется устьевая плотина со шлюзом, которая работает не в полной мере и требует, в первую очередь, отладки технического состояния);

- внедрение системы фитомелиорации – высадка растений-биофильтраторов (данный метод хорошо подходит для локального размещения в районе ботанического сада; на этом участке логично использовать водные и прибрежно-водные растения, которые фильтруют воду, а также поддерживают среду для животных).

Необходимо принятие срочных мер, процесс деградации Саймы может стать необратимым, что приведет к утрате рекой ее рекреационного и экологического значения.

Исходя из вышесказанного, можно сказать, что состояние реки Саймы демонстрирует глубокое экологическое неблагополучие. Однако для разработки эффективных мер реабилитации, недостаточно просто иметь факт загрязнения или заиливания. Основная проблема заключается в том, что прослеживается лишь конечный результат длительного процесса антропогенной трансформации. Чтобы понять, возможно ли восстановление

экосистемы и в каком объеме, необходимо дать ответ на ряд вопросов: какими были исходные параметры реки? как менялись границы её водосбора в процессе застройки Сургута? является ли существующий водный объект рекой в гидрологическом смысле, или же мы имеем дело с техногенно-модифицированной озерно-прудовой системой? Следовательно, логическим продолжением работы является переход от констатации текущих проблем к комплексному ретроспективному исследованию. Для этого были выделены задачи.

Одной из таких задач является выявление границ водосборного бассейна методами ГИС-технологий. Необходимо провести сравнительный анализ исторических и современных картографических материалов, космических и аэрофотоснимков. Оцифровка и сопоставление архивных карт с современным планом города. Это позволит: определить исходные границы водосборной площади Саймы до начала активного освоения территории; вычислить масштабы потерь водосбора из-за городской застройки, прокладки дорожной сети и изменения рельефа; а также визуализировать этапы трансформации русла и водосбора, выявить места спрямления, засыпки старых рукавов и создания искусственных преград.

Следующей же задачей является анализ исторической динамики антропогенной нагрузки. Планируется провести корреляцию между этапами развития Сургута (от заселения территории до создания водохранилища ГРЭС и современной плотной застройки) и изменениями гидрологического режима Саймы. Архивный поиск позволит установить, когда именно произошли ключевые изменения: переход от проточного режима к зарегулированному, начало масштабного загрязнения и изменение морфометрии русла.

Дальнейшая задача – уточнение гидрологического статуса объекта. Здесь важен вопрос: «Является ли Сайма рекой?». Исследование позволит классифицировать объект с точки зрения современной науки, определив его как природно-антропогенный комплекс.

Последняя задача – разработка научно обоснованной стратегии реабилитации; итог – перечень мер (очистка, дноуглубление) и обоснование сценария рациональной трансформации Саймы на основе исторического потенциала. В итоге, можно будет ответить на вопрос о целесообразности возвращения реки к исходному состоянию или ее поддержании в нынешнем состоянии с элементами фитомелиорации и искусственной аэрации.

Литература:

1. Бабушкин А. Г. Гидрохимический мониторинг поверхностных вод Ханты-Мансийского автономного округа – Югры / А. Г. Бабушкин, Д. В. Московченко, С. В. Пикунов. Новосибирск : Наука, 2007. 152 с.
2. Перминова В. В. Технологические аспекты очистки донных отложений нефтезагрязненных озер: Нижневартовский район, ХМАО – Югра : автореферат дис. ... канд. тех. наук. Томск, 2023. 25 с.
3. Свириденко Б. Ф. Фототрофный компонент экосистемы водохранилища на реке Сайма (г. Сургут) / Б. Ф. Свириденко, Т. В. Свириденко // Северный регион: наука, образование, культура. 2008. № 2 (18). С. 89-99.
4. Смолка Я. С. Роль микробного сообщества в трансформации органического вещества в воде р. Сайма (ХМАО-Югра) / Я. С. Смолка, Е. А. Шорникова // Фундаментальные и прикладные исследования в гидрометеорологии : м-лы междунар. науч.-практ. конф., посв. 50-летию каф. общего землеведения и гидрометеорологии БГУ. Минск, 2023. С. 107.
5. Уварова В. И. Современное состояние качества воды р. Оби в пределах Тюменской области // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. Тюмень : Изд-во ИПОС СО РАН, 2000. Вып. 1. С. 18-26.
6. Шорникова Е. А. Характеристика экологического состояния реки Сайма (по гидрохимическим и микробиологическим показателям) // Экологический вестник Югории. Сургут ; Ханты-Мансийск, 2005. Т. 2. № 2. С. 53-63.

УДК 630*181.351+ 551.34

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГЛУБИНЫ СЕЗОННОГО ПРОТАИВАНИЯ ПРИ ПОТЕПЛЕНИИ КЛИМАТА В СИБИРИ

Парфенова Е. И., Чебакова Н. М.

*Институт леса им. В. Н. Сукачева ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск;
e-mail: lyeti@ksc.krasn.ru*

Аннотация. В работе спрогнозированы глубина протаивания почвы в зоне распространения вечной мерзлоты и потенциальные ареалы лесобразующих хвойных пород в Сибири при потеплении климата к середине текущего века. В прогнозах использованы биоклиматическая модель ареалов основных лесобразующих хвойных пород, зависимость глубины протаивания почвы от климатических параметров и данные выходов российской климатической модели INM-CM5-0 для двух крайних сценариев социально-экономического развития МГЭИК: мягкого ssp126 («зеленая» энергетика) и жесткого ssp585 (ископаемое топливо). Вследствие увеличения слоя летнего протаивания при потеплении климата критическая граница сезонного протаивания 2 м продвинется к северо-востоку, за которой последуют потенциальное лесное пространство и ареалы основных лесобразующих пород. В целом лесное пространство Сибири увеличится: на севере за счет продвижения лиственницы даурской в тундровые местообитания; на южной границе современной вечной мерзлоты создадутся условия для поселения темнохвойных пород.

Ключевые слова: биоклиматические модели, потенциальные ареалы лесобразующих пород, сценарии изменения климата.

MAIN FOREST-FORMING TREE SPECIES DISTRIBUTION DEPENDING ON SEASONAL THAW DEPTH IN A WARMING CLIMATE

Parfenova E. I., Tchebakova N. M.

*V. N. Sukachev Forest Institute of FRC KSC SB RAS, Krasnoyarsk;
e-mail: lyeti@ksc.krasn.ru*

Abstract. In the paper, seasonal thaw depths and related potential ranges of main forest-forming tree species were predicted in a warming climate by the midcentury in Siberia. In our predictions, our bioclimatic model of the main forest-forming tree species, a regression model between seasonal thaw depth and climate parameters, and output climate data of the Russian climate model INM-CM5-0 for two opposite social-economic scenarios IPCC: moderate ssp126 (green energy) and extreme ssp585 (fossil fuel) were used. Due to the increased summer thaw depth under predicted climate warming the potential forest space and main forest-forming trees' ranges would extend and shift north-eastward: Dahurian larch would shift into tundra; climate conditions would be suitable for dark-needled trees at the southern permafrost border; at the southern forest border climate conditions would be suitable for the mixed conifer-broadleaf forest.

Keywords: bioclimatic models, potential areas of forest-forming tree species, climate change scenarios.

Восемьдесят процентов территории Сибири связаны с проявлениями вечной мерзлоты [2]. Только одна древесная порода – лиственница даурская (*Larix dahurica* Laws.) – способна расти на почвах, подстилаемых вечной мерзлотой с сезонным протаиванием менее 1–2 м [6]. Глубина сезонного протаивания верхнего слоя почвы является важным фактором окружающей среды при прогнозах составов и структуры сибирских лесов. В нашей биоклиматической модели ареалов основных лесообразующих хвойных пород Сибири [10] помимо трех биоклиматических индексов (сумм тепла выше 5°C, сумм холода ниже 0°C, и индекса увлажнения, равного соотношению суммы тепла выше 5°C и годового количества осадков), используется эдафо-литогенный показатель – глубина сезонного протаивания. Из экспериментальных данных было установлено, что глубина сезонного протаивания 2 м разделяет ареалы произрастания *L. dahurica* и всех других хвойных.

Цель настоящей работы – показать, как изменение глубины протаивания вечной мерзлоты может скорректировать перераспределение основных лесообразующих пород на севере Сибири при прогнозном потеплении климата к середине текущего века.

Объекты и методы: наши расчеты проведены для территории Сибири в окне с координатами 60–140° в.д./ 50–75° с.ш. По данным 300 метеостанций, репрезентативно расположенных по территории, были получены климатические слои распределения июльской и январской температур и годового количества осадков, усредненных за 30-летний базовый период (1961–1990 гг.). Слои трех этих базовых метеозадающих элементов были пересчитаны в слои биоклиматических индексов, характеризующих потребность растений в тепле (суммы градусо-дней за период с температурой выше 5°C); устойчивость к холоду (суммы отрицательных температур ниже 0°C) и недостатку влаги (индексу увлажнения). Все построения проводились в растровом пакете TerrSet v.20. Слой глубин сезонного протаивания для базового климата был рассчитан по формуле, полученной нами на основе картосхемы из работ [3; 8]; изолинии глубин протаивания были оцифрованы, интерполированы и растеризованы с разрешением 0,1 градуса. Далее процедурой MULTIREG был проведен регрессионный анализ и получена зависимость глубины сезонного протаивания от трех климатических индексов, отражающих годовой баланс накопленных сумм тепла и холода. Детальное описание дано в [9]. Зависимость глубины сезонного протаивания от климатических индексов приземного слоя воздуха имеет вид:

$$ALD = 164.8 + 0.1115 * GDD_5 + 0.0287 * DD_0 + 0.0342 * RMM, \quad (1)$$

$R^2 \text{ adj} = 0.87$, $F(3, 7599996) = 16290492$, $N = 7,600,000$ пикселей, где

ALD, active layer depth, – глубина сезонного протаивания, см;

GDD_5 , growing degree-days, – сумма градусо-дней периода с температурами выше 5°C;

DD_0 , negative degree-days, – сумма температур ниже 0°C;

RMM – годовая сумма осадков, мм.

Для получения слоев будущего климата мы использовали данные модели INM-CM5-0 общей циркуляции атмосферы и океана (МОЦАО) [1] и сценарии последней версии Обобщенного Доклада МГЭИК (ipcc-data.org) [5], усредненные для периода 2040–2060 гг. для двух крайних сценариев изменения концентрации углекислого газа в атмосфере – мягкого (green energy, ssp 126) и жесткого (fossil fuel, ssp 585).

Для расчета глубин протаивания в условиях будущего климата была использована модифицированная формула Стефана [2]:

$$ALD_2 = ALD_1 * (GDD_2 / GDD_1)^{1/2}, \quad (2)$$

где – ALD_1 и ALD_2 – соответственно глубины протаивания для условий современного и будущего климата; GDD_1 и GDD_2 – суммы градусо-дней теплого периода для условий современного и будущего климата.

Результаты: Получены карты распределения глубины сезонного протаивания для современного и будущего климата (рис. 1). Сравнение критической для распространения большинства основных лесообразующих пород границы глубины протаивания, равной 2 м, с

независимыми картами распространения типов вечной мерзлоты [7] показало, что она совпадает с южной границей прерывистой мерзлоты.

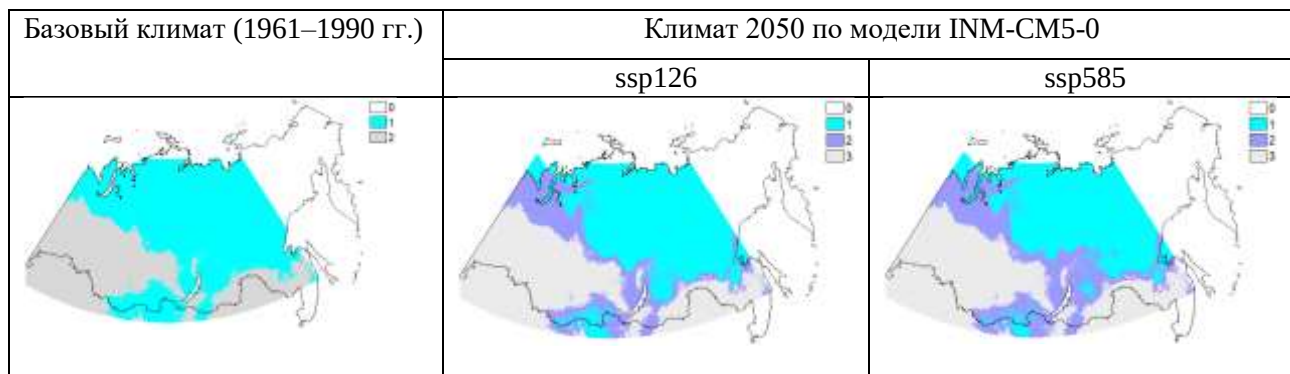


Рис. 1. Распределение глубины сезонного протаивания 2 м по территории Сибири в условиях базового и прогнозного климата: 1. Глубина протаивания менее 2 м; 2. Зона увеличения сезонного протаивания до 2 м за период 1990-2050 гг.; 3. Глубина протаивания более 2 м

Получены карты потенциального распределения лесообразующих хвойных пород Сибири в условиях базового и прогнозного климата (рис. 2). Показано общее пространство потенциальных ареалов лесообразующих хвойных пород и ареал лиственницы даурской, способной выживать на почвах с тонким слоем сезонного протаивания менее 1,5-2 м.

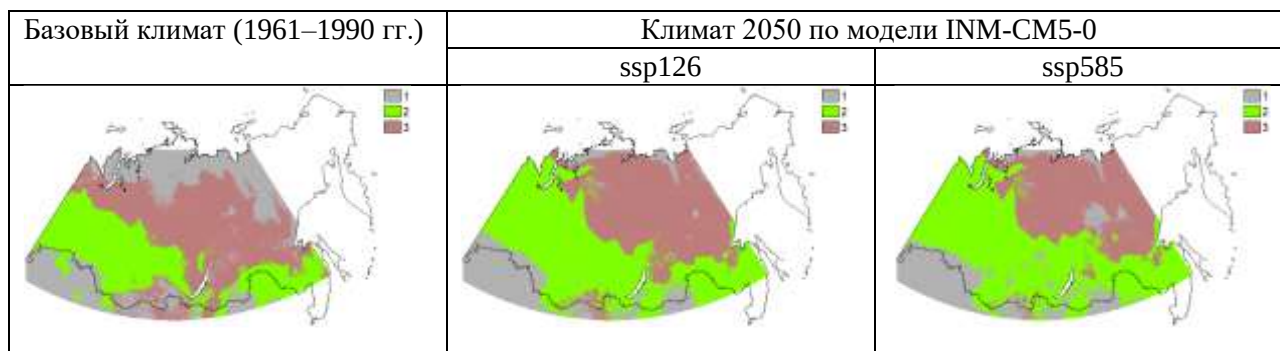


Рис. 2. Распределение лесной зоны по территории Сибири в условиях базового и прогнозного климата: 1. Безлесная зона; 2 и 3 – лесная зона: 2 – породы, растущие вне зоны вечной мерзлоты (сезонный слой протаивания более 2 м) и 3 – ареал лиственницы даурской в зоне сезонного протаивания менее 2 м

Обсуждение и заключение: для распространения таких основных лесообразующих пород, как кедр сибирский, сосна обыкновенная, лиственница сибирская, пихта сибирская и ель сибирская, глубина протаивания менее 2 м является критической [6]. В таких местообитаниях только лиственница даурская может формировать насаждения. Поэтому при прогнозах изменения географических ареалов основных лесообразующих пород глубина сезонного протаивания является одним из значимых показателей. Площадь с проявлениями сплошной и прерывистой вечной мерзлоты в Сибири сократится к середине века с 60 до 40%, а граница мерзлоты будет перемещаться на северо-восток вслед за уменьшением континентальности климата. Несмотря на значительное повышение зимних и летних температур приземного слоя воздуха, увеличение сезонноталого слоя будет происходить медленнее, чем прогревание воздуха, как следует из формулы Стефана. Полученная зависимость глубины сезонного протаивания от климатических факторов не учитывает различия в свойствах напочвенного покрова (например, изолирующего слоя мхов) и грунтов (теплопроводность, влажность и т.п.), которые вносят свои поправки в определение глубины

сезонного протаивания конкретных местообитаний [4]. Таяние мерзлоты существенно изменит гидрологический режим, а, следовательно, условия увлажнения, которые в свою очередь контролируются формой рельефа и мехсоставом почвы: на плоском рельефе может сформироваться застойный водный режим, а в пересеченном рельефе – повышенный речной сток. Условия увлажнения наравне с термическим режимом, являются определяющими в формировании структуры и продуктивности растительного покрова.

Расширится пространство обитания основных лесообразующих пород Сибири: на севере за счет продвижения лиственницы даурской в тундровые местообитания; за счет увеличения глубины протаивания вечной мерзлоты на ее южной границе создадутся условия для поселения темнохвойных пород; на южной границе леса создадутся условия для появления смешанных хвойно-широколиственных лесов.

Работа выполнена при поддержке базового проекта FWES-2024-0023.

Литература:

1. Володин Е. М. Вероятные изменения климата в XXI веке на территории России по данным модели климата INM-CM5-0 // Метеорология и гидрология. 2022. № 5. С. 5-13.
2. Достовалов Б. Н. Общее мерзловедение / Б. Н. Достовалов, В. А. Кудрявцев. Москва : Издательство МГУ, 1967. 404 с.
3. Малевский-Малевиц С. П. Оценки возможных изменений глубин протаивания многолетнемерзлых грунтов на территории России в XXI веке / С. П. Малевский-Малевиц, Е. К. Молькентин, Е. Д. Надежина [и др.] // Метеорология и гидрология. 2003. № 12. С. 80-88.
4. Малевский-Малевиц С. П. Модельные расчеты мощности толщи многолетнемерзлых пород и распределения глубин сезонного протаивания суглинков при современном климате на севере Западной Сибири / С. П. Малевский-Малевиц, Е. К. Молькентин, Е. Д. Надежина [и др.] // Криосфера Земли. 2000. № 4. С. 36-49.
5. Резюме для политиков // Изменение климата, 2021 год: Физическая научная основа. Вклад Рабочей группы I в Шестой оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата / В. Массон-Дельмотт, П. Чжай, А. Пирани [и др.] (ред.) ; МГЭИК. Кембридж : Кембридж юниверсити пресс, 2021. DOI 10.1017/9781009157896.001 (дата обращения: 10.10.2025).
6. Поздняков Л. К. Лес на вечной мерзлоте. Новосибирск : Наука, 1983. 96 с.
7. Kotlyakov, V. Land Resources of Russia – Maps of Permafrost and Ground Ice. Version 1 / V. Kotlyakov, T. Khromova // Boulder, Colorado USA. NSIDC: National Snow and Ice Data Center. 2002. URL: https://nsidc.org/fgdc/maps/perm_ext_browse.html (дата обращения: 10.10.2025).
8. Numerical simulation of permafrost parameters distribution in Russia / S. P. Malevsky-Malevich, E. K. Molkentin, E. D. Nadyozhina, O. B. Shklyarevich // Cold Regions Science and Technology. 2001. Vol. 32 (1). P. 1-11. DOI 10.1016/S0165-232X(01)00018-0 (дата обращения: 10.10.2025).
9. Parfenova E. I. Assessing landscape potential for human sustainability and ‘attractiveness’ across Asian Russia in a warmer 21st century / E. I. Parfenova, N. M. Tchebakova, A. J. Soja // Environ. Res. Lett. 2019. Vol. 14. P. 065004. URL: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab10a8> (дата обращения: 10.10.2025).
10. Tchebakova N. M. The 21st century climate change effects on the forests and primary conifers in Central Siberia / N. M. Tchebakova, E. I. Parfenova. // Bosque. 2012. Vol. 33. № 3. P. 253–259. DOI 10.4067/S0717-92002012000300004 (дата обращения: 10.10.2025).

УДК 504.054

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ПРЕДЕЛАХ НЕФТЕГАЗОВЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Сафаргалиева А. Н., Бикмухаметова Л. М.

*Сургутский государственный университет, Сургут;
e-mail: safargalieva_an@edu.surgu.ru*

Аннотация. В статье представлены результаты комплексной оценки качества атмосферного воздуха на промышленной территории г. Сургута по данным инструментальных измерений концентраций загрязняющих веществ (метана, оксида азота, диоксидов серы и азота) и биоиндикационного анализа состояния хвои сосны обыкновенной. Исследование охватило разные сезоны года, что позволило оценить сезонную динамику загрязнения. Расчет индекса загрязнения атмосферы (ИЗА) для 10 исследуемых источников загрязнения атмосферы в июне и сентябре показал низкие значения (0,23–1,04), соответствующие малозагрязненному типу воздуха. Биоиндикационный анализ выявил преобладание хвои 1 класса (без пятен), что указывает на благоприятные экологические условия и отсутствие токсического воздействия загрязняющих веществ. Полученные результаты подтверждают высокое качество воздушной среды и экологическую безопасность рассматриваемого района, демонстрируя эффективность биоиндикационного и инструментального подхода для мониторинга атмосферного воздуха.

Ключевые слова: атмосферный воздух, выбросы, загрязняющие вещества, биоиндикация, хвоя сосны.

COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF ATMOSPHERIC AIR QUALITY WITHIN OIL AND GAS ENTERPRISES

Safargalieva A. N., Bikmuhametova L. M.

*Surgut State University, Surgut;
e-mail: safargalieva_an@edu.surgu.ru*

Abstract. This article presents the results of a comprehensive assessment of atmospheric air quality in the industrial area of Surgut based on instrumental measurements of pollutant concentrations (methane, nitrogen oxide, sulfur and nitrogen dioxides) and bioindication analysis of Scots pine needle condition. The study covered different seasons of the year, allowing the evaluation of seasonal pollution dynamics. The calculation of the Atmospheric Pollution Index (API) for 10 studied sources in June and September showed low values (0,23–1,04), corresponding to a slightly polluted air type. Bioindication analysis revealed a predominance of class 1 needles (without spots), indicating favorable ecological conditions and the absence of toxic effects from pollutants. The obtained results confirm the high quality of the air environment and the environmental safety of the studied area, demonstrating the effectiveness of the combined bioindication and instrumental approach for atmospheric air monitoring.

Keywords: atmospheric air, emissions, pollutants, bioindication, pine needles.

За последние годы загрязнение воздуха в городах, оказывающее долгосрочное и краткосрочное воздействие на здоровье людей, состояние окружающей среды, стало

общепризнанной проблемой. Наиболее остро проблема загрязнения атмосферы проявляется в городах и промышленных зонах, где источниками вредных примесей становятся промышленные предприятия, например, нефтегазовые месторождения. На протяжении всего технологического цикла их разработки (от геологоразведки до сбыта углеводородов) наблюдаются негативные процессы, связанные с загрязнением атмосферного воздуха [1].

Выбросы производятся локальными источниками (факелы сжигания попутного нефтяного газа, дымовые трубы котельных, турбины насосов, выхлопные трубы автотранспорта и др.), которые обычно распределены на значительной территории, формируя общий негативный фон в районном масштабе [2]. Несмотря на осуществление регулярного производственного экологического мониторинга на месторождениях, исходные данные о качестве атмосферного воздуха остаются малодоступными. В связи с этим возрастает актуальность оценки влияния источников выбросов в окружающую среду [3].

Основной объем нефти и газа в России добывается в Западной Сибири – здесь находятся крупнейшие месторождения, которые имеют длительную историю эксплуатации и развитую инфраструктуру. Важным ресурсным регионом является Ханты-Мансийский автономный округ, в котором более 60 лет ведется разработка многочисленных средних и мелких месторождений. Город Сургут является одним из ключевых центров добычи нефти и газа в ХМАО [4].

В рамках данной работы в пределах Сургутского района было выбрано 10 точек отбора проб воздуха. Отбор проб осуществлялся посредством компрессора во фторопластовые пакеты в течение 20 минут, на высоте около полутора метров над землей. Анализ проб проводился при помощи приборов двух типов: газовый монитор, в котором используется метод фотоакустической инфракрасной спектроскопии (для определения концентраций метана и оксида углерода), и автоматические газоанализаторы, основанные на гетерогенной хемилюминесценции (для определения концентраций оксида азота и диоксидов серы и азота). Дополнительно проведен биоиндикационный анализ хвои сосны обыкновенной. Пробы хвои 2–3 года жизни в количестве 200 шт. отобраны с 5 деревьев вблизи источника загрязнения атмосферного воздуха.

Во всех пробах среди газов-загрязнителей наибольшую концентрацию имеют метан и оксид углерода, в то время как диоксид азота выявлен в минимальных количествах. Доминирование метана в пробах напрямую связано с деятельностью нефтегазового комплекса и объясняется прямыми технологическими выбросами, а также сжиганием попутного нефтяного газа. Резкие всплески концентрации угарного газа, зафиксированные в отдельные месяцы, с высокой долей вероятности обусловлены масштабными выбросами от природных лесных пожаров. Выявлено характерное снижение концентраций некоторых загрязняющих газов в осенний период по сравнению с летним, что может быть связано с ослаблением солнечной радиации, увеличением частоты осадков и снижением активности биологических процессов. По результатам химического анализа получены значения индекса загрязнения атмосферы для 10 источников загрязнения атмосферного воздуха в летний (июнь) и осенний (сентябрь) сезоны 2025 г., представленные на рисунке 1.

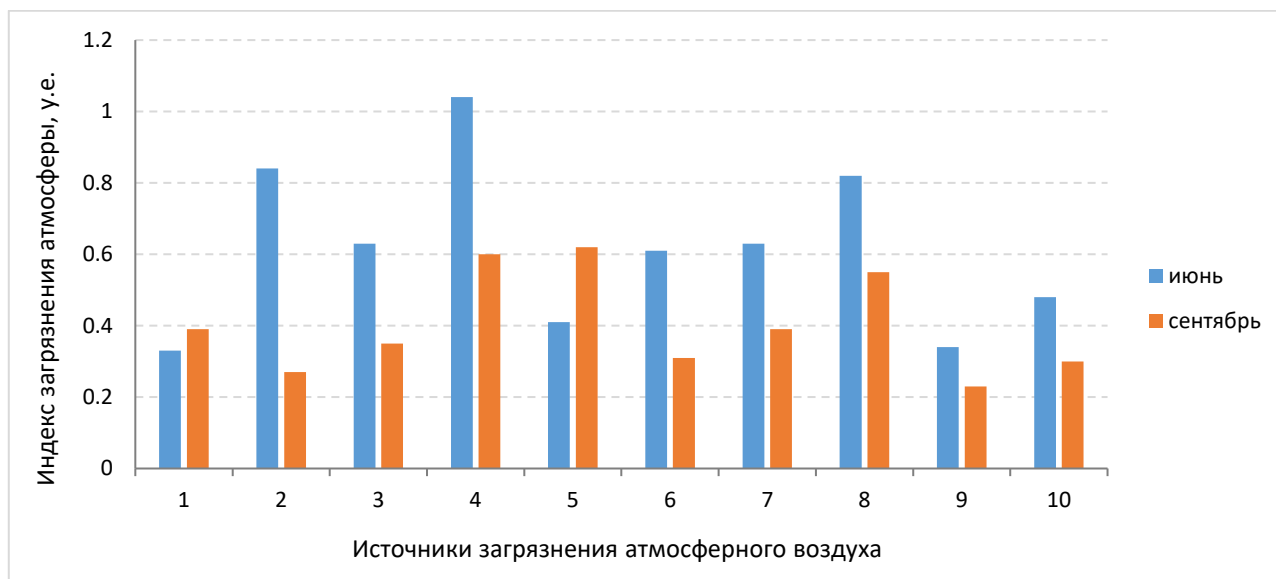


Рис. 1. Динамика индекса загрязнения атмосферы по источникам в разные сезоны

Во всех источниках и для обоих сезонов индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) находится в диапазоне от 0,23 до 1,04, что соответствует низкому уровню загрязнения воздуха. Качество атмосферного воздуха оценивается как благоприятное – концентрации вредных веществ существенно ниже санитарных нормативов. Значения ИЗА во всех точках не достигают порога, характерного для умеренно или сильно загрязненного воздуха ($\text{ИЗА} \geq 2$). Отсутствие источников с повышенными значениями ИЗА подтверждает экологическую безопасность зоны мониторинга, неблагоприятное влияние на здоровье населения не отмечается. Такие показатели характерны для территорий с эффективным природоохранным контролем и отражают экологически благополучную ситуацию в исследуемый период.

Данные из рисунка 2 отражают распределение хвои сосны обыкновенной по классам повреждений, наиболее полно иллюстрируя биоиндикационную оценку качества воздуха.

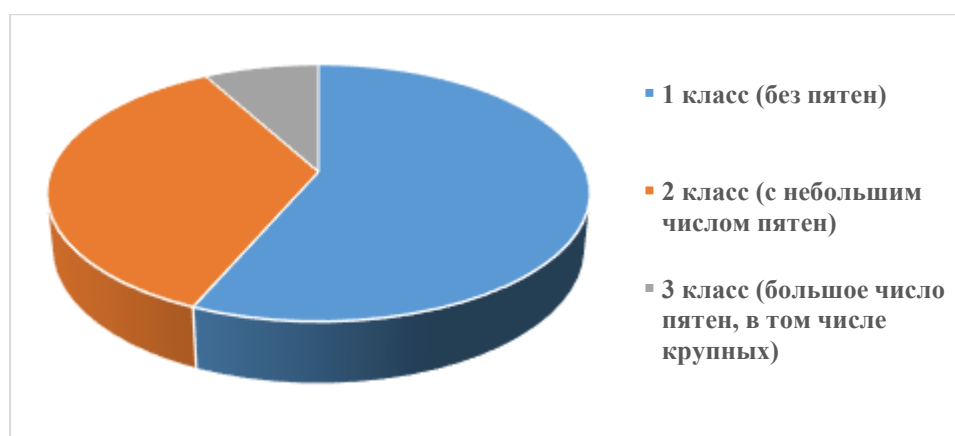


Рис. 2. Распределение хвои сосны обыкновенной по классам повреждений, %

Преобладает хвоя, относящаяся к 1 классу (56,5%) – этот класс включает иголки, полностью сохраняющие зеленую окраску, без признаков некроза, хлороза, пятнистости, усыхания или других морфологических дефектов. Такие иголки характеризуются как здоровые с физиологической точки зрения, что возможно только при низких концентрациях загрязняющих веществ в атмосфере и отсутствии длительного стрессового воздействия.

Соотношение здоровой и поврежденной хвои свидетельствует о преобладании благоприятных условий для роста сосны, показатели не превышают стандартный порог экологического риска.

По состоянию хвои качество воздуха признается хорошим или удовлетворительным: заметных признаков вредного влияния загрязняющих веществ не установлено, хвоя преимущественно здорова, а процент сильно поврежденных образцов минимален.

Проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы. Во всех пробах среди газов-загрязнителей наибольшую концентрацию имеют метан и оксид углерода, в то время как диоксид азота выявлен в минимальных количествах. Доминирование метана в пробах напрямую связано с деятельностью нефтегазового комплекса и объясняется прямыми технологическими выбросами, а также сжиганием попутного нефтяного газа. Резкие всплески концентрации угарного газа, зафиксированные в отдельные месяцы, с высокой долей вероятности обусловлены масштабными выбросами от природных лесных пожаров. Выявлено характерное снижение концентраций некоторых загрязняющих газов в осенний период по сравнению с летним, что может быть связано с ослаблением солнечной радиации, увеличением частоты осадков и снижением активности биологических процессов. Комплексный подход, совмещающий биоиндикацию по состоянию хвои сосны и инструментальные методы анализа, позволил объективно оценить качество атмосферного воздуха на территории нефтегазовых предприятий Сургута.

Литература:

11. Ахтиманкина А. В. Загрязнение атмосферного воздуха выбросами промышленных предприятий Иркутской области // Изв. Иркутского гос. ун-та. Сер.: Науки о Земле. 2013. Т. 1. С. 3-19.
2. Березняков А. И. Комплексный мониторинг природно-технических систем как технология управления надежностью инженерных сооружений / А. И. Березняков, Г. К. Смолов, А. П. Попов [и др.] // Проблемы экологии в газовой промышленности : научно-техн. сб. Москва : ИРЦ Газпром, 2002. № 3. С. 19-31.
3. Морозова А. Э. Дистанционная оценка качества атмосферного воздуха в населенных пунктах нефтегазовой специализации Ямало-Ненецкого автономного округа / А. Э. Морозова, О. С. Сизов, М. А. Миронова, Н. Е. Лобжанидзе // Геодезия и картография. 2023. № 11. С. 31-42. DOI 10.22389/0016-7126-2023-1001-11-31-42.
4. Московченко В. Д. Экогеохимия нефтегазодобывающих районов Западной Сибири. Новосибирск : Гео, 2013. С. 238.

УДК 612.13, 57.087

ВЛИЯНИЕ ГИПЕРТЕРМИИ НА ПАРАМЕТРЫ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ЧЕЛОВЕКА

Филатов М. А., Самойленко И. С., Валеева Р. Р., Матаева А. Ш., Истомина Л. С.
Сургутский государственный университет, Сургут;
e-mail: filatovmik@yandex.ru

Аннотация. Выполненное исследование посвящено анализу влияния кратковременной экзогенной гипертермии на параметры вариабельности сердечного ритма (ВСР) человека. В эксперименте участвовали 30 человек старшей возрастной группы (15 мужчин и 15 женщин, средний возраст 64 года). Воздействие моделировалось в условиях сауны с температурой 70°C и влажностью 60% в течение 30 минут. У всех испытуемых регистрировались ключевые параметры ВСР до и после теплового воздействия. Результаты показали статистически значимую активацию симпатического отдела вегетативной нервной системы и подавление парасимпатического у обеих групп. У мужчин отмечено более выраженное увеличение индекса напряжения Баевского и снижение вариабельности (SDNN). Выявленные изменения демонстрируют реакцию сердечно-сосудистой системы на тепловой стресс и её адаптационные возможности. Исследование подтверждает дозозависимый характер влияния гипертермии на вегетативный баланс. Полученные данные важны для оценки функционального состояния организма в условиях экстремальных температурных нагрузок. Результаты могут быть использованы в профилактической медицине и при оценке рисков для лиц, работающих в условиях высокой температуры.

Ключевые слова: группы женщин и мужчин, стохастика, сердечно-сосудистая система, гипертермия.

INFLUENCE OF HYPERTHERMIA ON PARAMETERS VARIABILITY OF THE HUMAN CARDIAC RHYTHM

Filatov M. A., Samoilenko I. S., Valeeva R. R., Mataeva A. Sh., Istomina L. S.
Surgut State University, Surgut;
e-mail: filatovmik@yandex.ru

Abstract. The performed study is devoted to the analysis of the effect of short-term exogenous hyperthermia on human heart rate variability (HRV) parameters. The experiment involved 30 people in the older age group (15 men and 15 women, with an average age of 64 years). The exposure was simulated in a sauna with a temperature of 70°C and humidity of 60% for 30 minutes. Key HRV parameters were recorded in all subjects before and after heat exposure. The results showed statistically significant activation of the sympathetic division of the autonomic nervous system and suppression of the parasympathetic in both groups. Men showed a more pronounced increase in the Bayevsky stress index and a decrease in variability (SDNN). The revealed changes demonstrate the reaction of the cardiovascular system to heat stress and its adaptive capabilities. The study confirms the dose-dependent nature of the effect of hyperthermia on the vegetative balance. The data obtained are important for assessing the functional state of the body under extreme temperature loads. The results can be used in preventive medicine and in risk assessment for people working in high temperature conditions.

Keywords: groups of women and men, stochastic, cardiovascular system, hyperthermia.

Актуальность. Последние годы во многих регионах России активно используют сауну в качестве оздоровительных мероприятий для спортсменов и для разных категорий населения. Подчеркнём, что проблема гипертермических воздействий актуальна во всей физиологии ССС, т.к. довольно часто жители Севера РФ мигрируют на юг, где подвергаются жаркому и сухому климату на протяжении длительного (летне-осеннего) периода.

Адаптация организма человека к резким изменениям температуры окружающей природной среды крайне важна при смене места жительства (как отмечалось выше, переезда с северных регионов в южные), в период межсезонья. Кроме того, высокая температура может оказывать воздействие на человека в разных ситуациях: в производственной деятельности (работа в горячем цеху), в период оздоровительных процедур (баня, сауна). Появление экзогенной гипертермии в основном определяется температурой окружающей природной среды [1]. Наряду с параметрами внешней среды и теплового баланса организма существенное значение имеет состояние физиологических систем, отвечающих за компенсацию экзогенной тепловой нагрузки. В условиях резко-континентального климата Севера РФ сезонный десинхроноз (поздняя весна, резкие и частые перепады температур, низкая влажность), человеческий организм подвергается негативному воздействию на здоровье. Противоположную ситуацию можно наблюдать в условиях умеренно-континентального климата (ранняя весна, высокая влажность) с отсутствием гуморальных перестроек организма под воздействием температурных перепадов. Поэтому исследование температурного воздействия на организм человека актуально как для экологии человека, так и для прогноза продолжительности и улучшения качества жизни населения.

Методы исследований. В рамках детерминистско-стохастических и новых синергетических подходов, и методов в работе используются результаты обследования вегетативного статуса старшей возрастной группы женщин и мужчин [2]. Исследования были проведены на базе ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет».

Всего было обследовано 30 человек (женщин и мужчин) из них:

- 15 женщин, средний возраст $\langle T \rangle = 64$ года;
- 15 мужчин, средний возраст $\langle T \rangle = 64$ года.

Целью исследования была идентификация особенностей и характеристик воздействия внешней тепловой нагрузки (экзогенной гипертермии) на организм человека с помощью авторского автоматизированного комплекса на базе ЭВМ. Для исследования воздействия экзогенной гипертермии на организм человека мониторинг проводился до гипертермического воздействия и после него (в искусственно созданных условиях, в сауне). Исследование было проведено в следующих условиях: температура сауны около 70 градусов Цельсия, при влажности 60%, время нахождения в сауне 30 минут. Обследование проводилось неинвазивными методами и полностью соответствовало этическим нормам Хельсинкской декларации (2000 г.). Оценка воздействия гипертермии на функциональную систему организма (ФСО) испытуемых производилась в шестимерном фазовом пространстве состояний (BCC) в виде $x = x(t) = (x_1, x_2, \dots, x_m)^T$, где $m=6$.

- x_1 – SIM, показатель симпатического отдела вегетативной нервной системы (у.е.);
- x_2 – PAR, показатель парасимпатического отдела вегетативной нервной системы (у.е.);
- x_3 – SDNN – стандартное отклонение измеряемых кардиоинтервалов (миллисекунды);
- x_4 – INB – индекс напряжения (по Р. М. Баевскому) (у.е.);
- x_5 – SpO₂ – уровень оксигенации крови (%);
- x_6 – HF – спектральная мощность высоких частот (мс²).

Данные о состоянии сердечно-сосудистой системы получены с помощью пульсоксиметра «ЭЛОКС-01С» (на базе приборно-программного обеспечения). Группы

испытуемых находились в положении сидя, в одинаковых комфортных условиях. По реакции вегетативной нервной системы на дозированное тепловое воздействие (наст. исследование) определяют сдвиги (изменения), которые в дальнейшем могут быть применены для диагностики заболеваний, связанных, в основном, с сердечно-сосудистой системой человека.

По результатам проверки на нормальное распределение и статистической обработки параметров variability сердечного ритма в условиях гипертермии группы мужчин ($n=15$), до и после нахождения в экспериментальных условиях (сауна), выявлено непараметрическое распределение данных. У мужчин (сауна) наблюдаются следующие изменения параметров ВСР: значение показателя активности симпатической вегетативной нервной системы (SIM) увеличилось в 2,14 раза, в свою очередь значение показателя активности парасимпатической вегетативной нервной системы (PAR) наоборот уменьшилось в 3 раза, значения показателя NN уменьшилось в 1,2 раза, значения показателя INB увеличилось в 3,44 раза, показатели SDNN и SpO_2 не показывают больших статистических различий.

В условиях гипертермического воздействия (сауна) у группы женщин наблюдаются изменения параметров ВСР: значение показателя активности симпатической вегетативной нервной системы (SIM) увеличилось в 1,75 раза; значение показателя активности парасимпатической вегетативной нервной системы (PAR) наоборот уменьшилось в 1,75 раз, значения показателя INB увеличилось в 2,37 раза, показатели SDNN, NN и SpO_2 не показывают больших статистических различий. Медиана (Me) SIM увеличилась с 8,00 до 14,00 ($p = 0,016$), а INB – с 80,00 до 190,00 ($p = 0,0098$), однако изменения были менее выражены, чем у мужчин. PAR снизился с 7,00 до 4,00, но без статистической значимости ($p = 0,121$). SDNN уменьшился с 34,00 до 20,00 ($p = 0,0019$), что согласуется с общей тенденцией снижения variability.

На рис. 1 и 2 представлены сводные результаты параметров симпатической и парасимпатической систем групп мужчин и женщин после нахождения испытуемых в экспериментальных условиях (сауна). Следует отметить, что гипертермия вызывает дозозависимую активацию симпатической нервной системы, особенно у мужчин, что связано с их физиологическими особенностями (большая мышечная масса, интенсивный метаболизм). Снижение SDNN у обеих групп подтверждает теорию о том, что тепловой стресс снижает адаптационную гибкость сердечно-сосудистой системы.

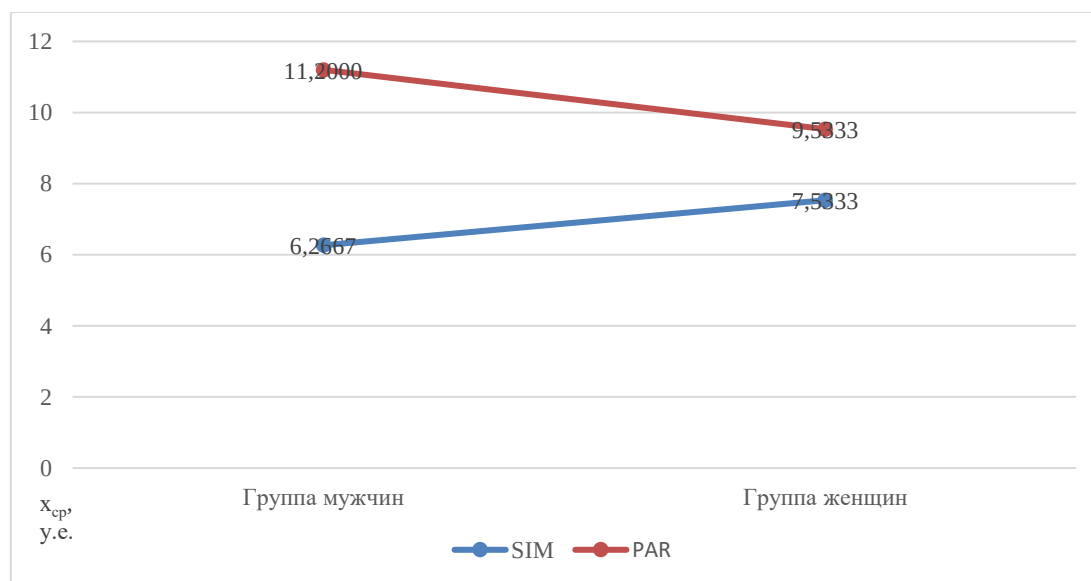


Рис. 1. Сводные результаты параметров симпатической и парасимпатической систем групп мужчин и женщин до нахождения испытуемых в экспериментальных условиях (сауна); $x_{ср}$ – среднее значение, SIM – показатель активности симпатической вегетативной нервной системы (ВНС), PAR – показатель активности парасимпатической ВНС.

Опираясь на графики (рис. 1 и 2), можно отметить, что при увеличении значений параметра симпатической нервной системы (SIM) значения параметра парасимпатической нервной системы (PAR) уменьшаются и наоборот. Следовательно, наблюдается обратно пропорциональная зависимость между этими параметрами.

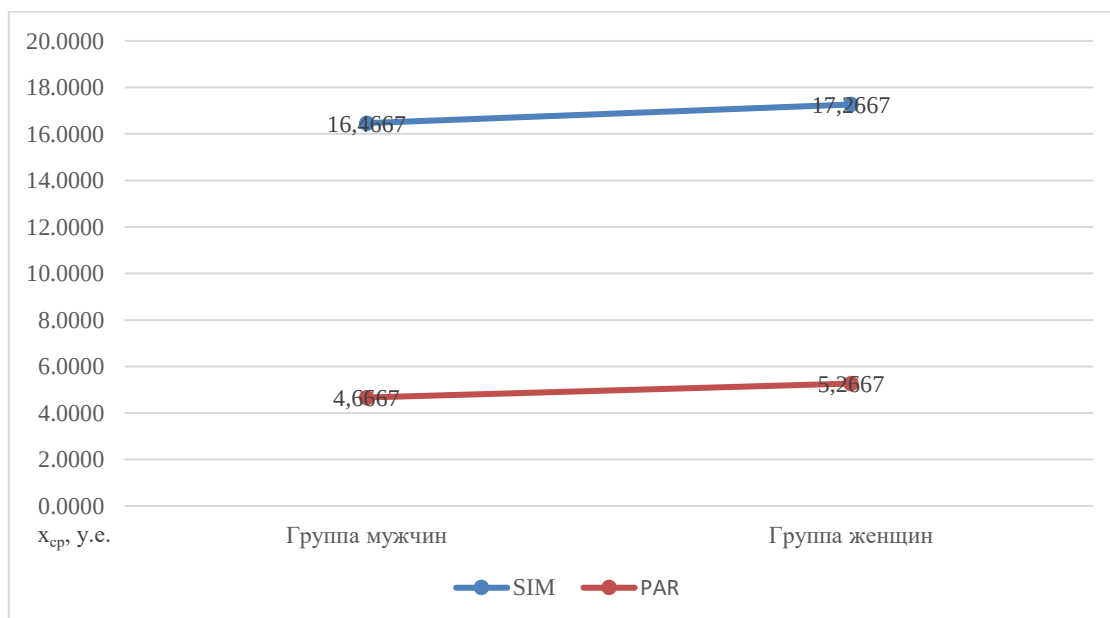


Рис. 2. Сводные результаты параметров симпатической и парасимпатической систем групп мужчин и женщин после нахождения испытуемых в экспериментальных условиях (сауна); $x_{\text{ср}}$ – среднее значение, SIM – показатель активности симпатической вегетативной нервной системы (ВНС), PAR – показатель активности парасимпатической ВНС.

На рис. 3 представлены сводные результаты показателей индекса Баевского (INB) групп мужчин и женщин до и после нахождения в экспериментальных условиях (сауна).

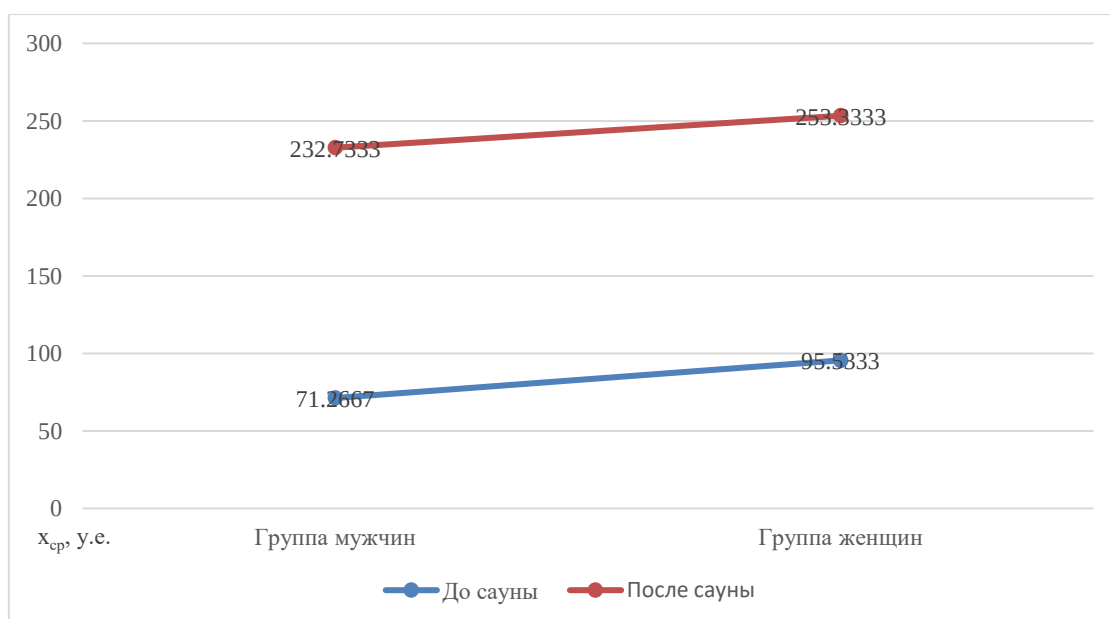


Рис. 3. Сводные результаты показателей индекса Баевского групп мужчин и женщин до и после нахождения испытуемых в экспериментальных условиях (сауна); $x_{\text{ср}}$ – среднее значение

На графике (рисунок 3) представлена динамика изменений средних значений (x_{cp}) индекса Баевского (INB) до и после нахождения испытуемых в экспериментальных условиях (сауна) группой мужчин и группой женщин.

Таким образом, статистический анализ шести параметров variability сердечного ритма при сравнении двух групп испытуемых показывает отсутствие достоверных различий до и после гипертермии (неопределенность 1-го типа). Кардиоинтервалы (КИ) характеризуют непрерывное изменение параметров x_i , описывающих гомеостаз ССС организма человека, как сложной биосистемы. Параметры КИ ($x_1(t)$, $x_2(t)$, и $x_3(t)$), демонстрируют неповторимую динамику, которую невозможно изучать в рамках традиционной науки (детерминизма или стохастики) (неопределенность 2-го типа) [3].

Исследование изменений активности вегетативной нервной системы человека на действие неблагоприятных факторов (гипертермии) позволяет выявлять сдвиги, которые являются диагностическими для определения некоторых заболеваний, особенно связанных с сердечно-сосудистой системой человека. Динамика изменения основных параметров сердечно-сосудистой системы человека (SIM, PAR, NN, SDNN, INB, SpO2), отражает адаптационные возможности организма человека. Подробное изучение закономерностей влияния гипертермии на параметры сердечно-сосудистой системы человека позволит более полно понять механизмы действия гипертермии на организм человека, профессиональная деятельность которого связана с воздействием предельных высокотемпературных нагрузок, а также при широтных перемещениях и в условиях сезонного десинхронизма.

Литература:

1. Башкатова Ю. В. Реакция сердечно-сосудистой системы женщин на гипертермические воздействия / Ю. В. Башкатова, Л. С. Шакирова, О. Е. Филатова, Л. С. Чемпалова // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2022. № 3. С. 27-39.
2. Газя Г. В. Системный анализ параметров сердечно-сосудистой системы мужчин и женщин Югры / Г. В. Газя, В. В. Еськов, О. Н. Бодин, В. В. Веденеев // Вестник новых медицинских технологий. 2021. Т. 28. № 4. С. 26-29.
3. Филатова О. Е. Неопределенности 1-го и 2-го типов в нейронауках / О. Е. Филатова, В. В. Еськов, А. Ю. Кухарева, В. М. Еськов // Нейронаука для медицины и психологии : м-лы XX Междунар. междисциплинарного конгресса (Судак, 30 мая - 10 июня 2024 г.). Москва : МАКС Пресс, 2024. С. 283-284. DOI 10.29003/m4047.sudak.ns2024-20/283-284. EDN YNBCHI.

УДК 378.14

КОМПЛЕКСНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНО-ПРОФОРИЕНТАЦИОННАЯ ПРОГРАММА ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ СРЕДНИХ КЛАССОВ

Хоцкова Л. В., Омаров Р. С.

*Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск;
e-mail: khotskova77@mail.ru, omarov97rs@mail.ru*

Аннотация. Статья посвящена разработке и внедрению в образовательный процесс обучающихся школ программы теоретических и практических занятий геоэкологической направленности по полевому исследованию территории детского оздоровительного лагеря «Солнечный» с последующей камеральной обработкой полученных материалов. На полевом этапе уделено внимание развитию навыков рекогносцировки местности и работе с GPS-трекером для фиксирования координат. При камеральной обработке производилось обучение школьников навыкам работы в специализированных географических информационных системах (ГИС) с последующим выводом итоговых результатов в виде карты-схемы территории детского лагеря с нанесением необходимых объектов на пространственно-привязанную картографическую основу. В итоге реализации образовательной программы получены материалы, позволяющие установить новые функциональные зоны территорий под озеленение в пределах лагеря.

Ключевые слова: ГИС, экологическое образование, профориентация, геоэкология, озеленение, обучение, навыки, знания, умения.

COMPLEX EDUCATIONAL AND PROFESSIONAL GUIDANCE PROGRAM FOR SECONDARY SCHOOL STUDENTS

Khotskova L. V., Omarov R. S.

*National Research Tomsk State University, Tomsk;
e-mail: khotskova77@mail.ru, omarov97rs@mail.ru*

Abstract. The article is devoted to the development and implementation of a program of theoretical and practical classes of a geo-ecological orientation in the educational process of school students for the field study of the territory of the children's health camp «Solnechny» with subsequent cameral processing of the obtained materials. At the field stage, attention is paid to the development of skills in reconnaissance of the area and working with a GPS tracker for fixing coordinates. During the cameral processing, the students were taught how to work in specialized geographic information systems (GIS), followed by the presentation of the final results in the form of a map of the children's camp territory, with the necessary objects displayed on a spatial-referenced cartographic base. As a result of the educational program, materials were obtained that allow for the establishment of new functional zones for landscaping within the camp.

Keywords: GIS, environmental education, career guidance, geoecology, landscaping, training, navigation.

В настоящее время наблюдается проблема профильного образования и профориентации обучающихся школ. Изучение природных объектов и явлений не теряет

своей актуальности на протяжении многих десятилетий и представляет собой перспективное сегодня направление. Комплексная образовательно-профориентационная программа естественнонаучной направленности для средних классов «Исследование территорий» основывается на последних достижениях наук о Земле, опирается на классические научные основы экологии, географии, картографии, геоинформатики и смежных направлений и ставит своей целью профориентационные мероприятия для учащихся 6-9 классов и формирование метапредметных компетенций в области естественнонаучного профиля.

Данная образовательная программа апробирована в 2024/2025 учебном году на примере построения плана функционального зонирования территории Центра профессиональных компетенций (ЦПК) (детского оздоровительного лагеря) «Солнечный» (село Калтай, Томский район, Томская область) для проектирования участков под озеленение.

Целью настоящего исследования является внедрение единой методики обучения школьников принципам комплексного геоэкологического анализа территории для проектирования новых функциональных зон.

В рамках выполнения цели поставлены следующие задачи:

1. Разработать и адаптировать программу теоретических и практических занятий для учащихся;
2. Провести профориентационную образовательную работу со школьниками на примере выполнения практической работы;
3. Оценить востребованность естественнонаучных образовательных программ в среде обучающихся школ.

Данная программа показывает комплекс приемов по проведению полевого анализа территории с применением современных методов, а также методику обработки полученных материалов с помощью программных средств компьютерной картографии в географических информационных системах (ГИС). Она позволяет, с одной стороны, создать условия для развития индивидуальных способностей учащихся, обеспечить углубленное изучение экологии, биологии, географии и других наук о Земле. С другой стороны, разработанная нами методика обучения является универсальной к применению в любой природной зоне, к примеру, как южной тайги в Томской области, так и тундры в северных регионах.

Программа адаптирована для учащихся, возраст которых составляет 13–16 лет (6-9 классы), заинтересованных в универсальных, общепрофессиональных и общекультурных компетенциях в области экологии, географии, картографии, биологии и смежных наук.

Особенностью программы является командная проектная работа над поставленной задачей в условиях создаваемой неопределенности. Условия задачи и информация по ней подается в неполном объеме для применения самостоятельного поиска решения и «мозгового штурма» внутри создаваемых команд. Сочетание таких методов позволяет получить от обучающихся собственные, тем самым, эксклюзивные разработки в процессе решения задачи. Таким образом, эта программа позволяет создать условия для развития индивидуальных способностей учащихся, обеспечить углубленное изучение естественных наук.

В процессе работы по проекту создания электронной карты Центра профессиональных компетенций «Солнечный» и проектирования новых функциональных участков озелененных территорий рекреационного назначения обучающиеся овладели следующими знаниями, умениями и навыками:

1. Проведения полевого картографирования ключевых участков с использованием методики глазомерной съемки и навигационного GPS-трекера [2];
2. Определения состояния растительного покрова по шкале Друде [1], жизненности по шкале В. В. Алехина [3; 4] и древостоя по шкале Е. Г. Мозолева [4] на территории ЦПК «Солнечный» с заполнением полевых дневников;
3. Систематизации данных полевых наблюдений в план функционального зонирования территории с применением данных дистанционного зондирования и ГИС (настройка ГИС-

проекта, импорт данных, дешифрирование космических снимков, разработка каталога условных обозначений, компоновка и вывод готовой карты) [2; 5; 7];

4. Установки по созданным картографическим материалам расположения новых функциональных участков для озеленения [2];

5. 4К-компетенциями (коммуникация, командная работа, критическое мышление).

Результатом проведения образовательного курса является универсальная схема территории лагеря ЦПК «Солнечный», масштаба 1:3000, составленная в QGIS [7] в системе координат WGS-84 в проекции UTM Zone 45N для уменьшения искажений расчетов площадей полигонов, расположения точек и линий, отражающих различные объекты. Определение границ произведено по Публичной кадастровой карте Росреестра [6]. Варианты схемы представлены на рис. 1.

Реализация образовательно-профориентационных программ подразумевает применение игровых и интерактивных форм занятий в сочетании с современными техническими, программными средствами и методиками обучения. Как пример, в данной программе проводился разбор универсального кейса по подбору новых участков под озеленение в существующее территориальное зонирование ЦПК «Солнечный». В качестве элементов геймификации программы для повышения уровня вовлеченности участников проводили квест. Он заключался в связанном наборе заданий-миссий, которые выполняет команда. Например, при полевом исследовании участники делятся на две подгруппы, одна из которых исследует территорию лагеря с помощью GPS-трекера для съемки координат ключевых объектов, а другая – оценивает ключевые участки, потенциально пригодные под озеленение, по параметрам обилия существующей на исследуемой территории растительности и состояния древостоя, заполняя полевые дневники. Также в качестве игрового элемента применяли симуляцию измерения расстояния «древними» способами («шагами», «косыми саженьями», «на глаз» и т. д.).

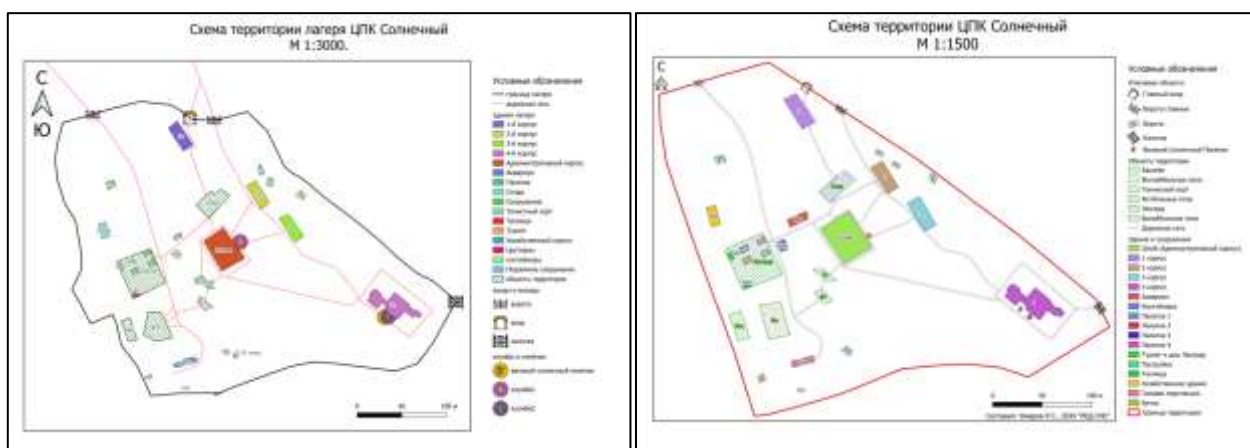


Рис. 1. Карты-схемы ЦПК «Солнечный» как результат прохождения образовательной программы.
Слева – спроектированная обучающимися, справа – автором.

В итоге, в рамках текущей образовательной программы проведена профориентационная работа. На рефлексии, посвященной обратной связи, заинтересованные обучающиеся в командах выразили интерес по дополнительному изучению как методик полевых исследований, так и средств картографирования в ГИС. Проведенная рефлексия и обмен мнениями с участниками – обучающимися 6–9 классов школ г. Томска и Томского района – показали, что такие универсальные образовательно-профориентационные программы обладают высокой востребованностью. Интерес у участников наблюдается как в выборе будущей профессии и места дальнейшего обучения, так и по поводу определения дисциплин Единого государственного экзамена. Такие программы позволяют уже в школьные

годы начать формировать универсальные, общепрофессиональные и общекультурные компетенции в области наук о Земле.

Таким образом, данная комплексная программа успешно внедрена в образовательный и профориентационный процесс на примере профильной научной смены для обучающихся школ 6–9 классов на территории лагеря «Солнечный» в Томской области. Универсальность такой программы заключается в ее применении при построении исследований в любой природной зоне, как тайги Томской области, так и, к примеру, тундр в северных регионах. Она адаптирована для обучения школьников начальным профессиональным знаниям, умениям и навыкам, что позволяет проводить междисциплинарную профориентационную работу, чрезвычайно актуальную сегодня.

Авторы выражают благодарность администрации и сотрудникам Центра развития современных компетенций детей и молодежи Института образования Национального исследовательского Томского государственного университета за предоставленную возможность проведения комплексной образовательно-профориентационной программы естественнонаучной направленности для обучающихся средних классов «Исследование территорий» на базе ЦПК «Солнечный».

Литература:

1. Воронов А. Г. Геоботаника : Учеб. пособие для биол. и геогр. специал. ун-тов и пед. ин-тов. 2-е изд. Москва : Высшая школа, 1973. 384 с.
2. Омаров Р. С. Геоморфологические особенности территории Волгограда как базовые характеристики, влияющие на «городской остров тепла» / Р. С. Омаров, С. С. Шинкаренко, О. Ю. Кошелева // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2020. № 1 (57). С. 147-158.
3. Толмачев А.И. Введение в географию растений. Ленинград : Изд-во Ленингр. ун-та, 1974. 224 с.
4. Хапугин А. А. Методы исследования растительного покрова наземных экосистем / А. А. Хапугин, Е. В. Варгот, Г. Г. Чугунов // Методы полевых экологических исследований. Саранск, 2014. С. 4-42.
5. Хоцкова Л. В. Динамика почвенного покрова юго-восточной части города Томска на основе исторических данных / Л. В. Хоцкова, Р. С. Омаров // Отражение био-, гео-, антропоферных взаимодействий в почвах и почвенном покрове : сб. м-лов VIII Междунар. науч. конф., посв. 95-летию каф. почвоведения и экологии почв ТГУ. Томск, 2025. С. 70-74.
6. Публичная кадастровая карта России : [сайт]. – URL: <https://pkk.rosreestr.ru> (дата обращения 13.09.2025).
7. QGIS знакомство. URL: <https://qgis.org/ru/site/about/index.html> (дата обращения 15.09.2025).

УДК 631.461.5

ВЛИЯНИЕ БАКТЕРИАЛЬНОГО ПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ *AZOTOBACTER SPP.* НА АККУМУЛИРУЮЩУЮ СПОСОБНОСТЬ ОВСА ПОСЕВНОГО

Хромов И. С.

*Сургутский государственный университет, Сургут;
e-mail: khromov_is@edu.surgu.ru*

Аннотация. В работе рассмотрено влияние бактериального препарата на основе *Azotobacter spp.* на аккумулятирующую способность овса посевного (*Avena sativa* L.). Проведены лабораторные эксперименты по определению коэффициента бионакопления тяжелых металлов в зеленой массе и корнях овса при внесении бактериального препарата. Показано, что использование препарата способствует увеличению бионакопления тяжелых металлов в растительных тканях и повышает устойчивость растений к техногенному загрязнению.

Ключевые слова: овёс посевной, *Azotobacter spp.*, бактериальный препарат, тяжелые металлы.

EFFECT OF A BACTERIAL PREPARATION BASED ON *AZOTOBACTER SPP.* ON THE ACCUMULATION CAPACITY OF OATS

Khromov I. S.

*Surgut State University, Surgut;
e-mail: khromov_is@edu.surgu.ru*

Abstract. The study considers the effect of a bacterial preparation based on *Azotobacter spp.* on the accumulation capacity of common oat (*Avena sativa*). Laboratory experiments were conducted to determine the bioaccumulation coefficient of heavy metals in the green biomass and roots of oat plants after the introduction of the bacterial preparation. The results showed that the use of *Azotobacter spp.* reduces heavy metal content in plant tissues and increases plant resistance to technogenic pollution.

Keywords: sowing oats, *Azotobacter spp.*, bacterial preparation, heavy metals.

Тяжелые металлы являются одним из распространенных загрязнителей почв. Попадая в почву, тяжелые металлы аккумулятируются в ней. Для очистки таких почв применяют фиторемедиацию – высаживают растения-аккумуляторы, способные извлекать металлы и накапливать их. Чтобы ускорить рост растений, обычно вносят минеральные удобрения (нитратные и аммонийные формы азота), однако их избыток нарушает микробиологическое равновесие, снижает естественное плодородие и приводит к вторичному загрязнению почв. Поэтому актуален поиск экологически безопасных источников азота. Одним из них является внесение в почву азотфиксирующих микроорганизмов, естественно обогащающих почву доступным для растений азотом [4].

Цель исследования – оценить аккумулятирующую способность овса посевного (*Avena sativa*) при внесении бактериального препарата на основе *Azotobacter spp.*

Объектом исследования является злаковое растение – овёс посевной (*Avena sativa*), которое характеризуется способностью накапливать различные токсичные элементы в тканях, что позволяет использовать его для проведения биоремедиации почв. Кроме того, данный вид

растения используется для фиторемедиации загрязненных почв снежных и ТБО полигонах на биологическом этапе [2].

Исследование проводилось в три этапа:

1. Определение кислоторастворимых форм тяжёлых металлов в почве снежного полигона методом атомно-абсорбционной спектрометрии. Цель этапа – оценка уровня загрязнения и выбор конкретного тяжёлого металла для лабораторных экспериментов.

2. Выделение и культивирование азотфиксирующих бактерий рода *Azotobacter* на селективных средах Эшби и Берка с последующим приготовлением бактериального препарата.

3. Постановка хронического вегетационного опыта с целью оценки влияния бактериального препарата, минеральных и гуминовых удобрений, а также их комбинаций на накопление тяжёлых металлов овсом посевным.

Анализ почвы на содержание тяжелых металлов: для постановки лабораторного хронического опыта фитотоксического необходимо было предварительно выявить тяжёлый металл, максимально накапливающийся в техногенно загрязненной почве.

Была выбрана площадка снежного полигона, которая находится на северо-востоке от поселка Солнечный Сургутского района, Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. Данный объект является антропогенным загрязнителем почвы, на которой он располагается, так как на него свозится снег с ближайших поселений, загрязненный химикатами различного вида производства [1].

30 октября 2024 года был проведен отбор проб почвы по методу конверта в полиэтиленовые пакеты объемом 20 см³. Расстояние между точками 15 метров. Точек отбора – 5. Место отбора проб представлено на рисунке 1.



Рис. 1. Космоснимок с контрольными точками отбора проб

Полученные данные представлены в таблице 1 и сравнены с ПДК тяжелых металлов в почвах Сургутского района.

Таблица 1.

Массовая доля кислоторастворимых форм металлов в исследуемых пробах, мг/кг

Элемент № Пробы	Cd	Zn	Pb	Mn	Cu	Ni
1	ниже предела измерений	ниже предела измерений	$3,24 \pm 0,91$	$32,62 \pm 9,13$	$9,83 \pm 2,75$	ниже предела измерений
2	ниже предела измерений	ниже предела измерений	$4,65 \pm 1,30$	$51,42 \pm 14,40$	$8,49 \pm 2,38$	ниже предела измерений
3	ниже предела измерений	ниже предела измерений	$45,49 \pm 12,74$	$112,13 \pm 31,40$	$7,97 \pm 2,23$	ниже предела измерений
4	ниже предела измерений	ниже предела измерений	ниже предела измерений	$46,26 \pm 12,95$	$4,13 \pm 1,16$	ниже предела измерений
5	$0,62 \pm 0,17$	$67,18 \pm 18,8$	$28,01 \pm 7,84$	$111,37 \pm 31,1$	$31,25 \pm 8,75$	$3,35 \pm 0,94$
ПДК, валовое содержа- ние, мг/кг	0,5	100,0	30,0	1500,0	55,0	85,0

Данные (табл. 1) показывают, что в пробах № 1, 2, 4 загрязнение тяжелыми металлами отсутствует. В пробе № 5 обнаружено превышение ПДК по кадмию в 1,24 раза. В пробе № 3 выявлено значительное превышение ПДК по свинцу – концентрация этого металла превышает норматив в 1,51 раза, поэтому для дальнейших исследований использовались соли свинца.

Анализ хронического опыта фитотоксичности. Для оценки эффективности аккумуляции тяжелых металлов овсом посевным (*Avena sativa*) проводился хронический опыт. Использовался универсальный субстрат, который был загрязнен раствором нитрата свинца [3]. Схема вегетационного опыта представлена на рис. 2.



* - в контейнеры, 3.2, 3.3 и 3.4 добавляли раствор бактериального препарата совместно с другими удобрениями.

Рис. 2. Схема вегетационного опыта

Было поставлено 12 вариантов контейнеров, объединённых в три основные группы по способу проращивания семян и применению бактериального препарата:

1 группа – семена, пророщенные на дистиллированной воде (контейнеры 1.1–1.4): контрольный вариант, загрязнение свинцом, загрязнение с добавлением минеральных или гуминовых удобрений.

2 группа – семена, пророщенные на бактериальном препарате (контейнеры 2.1–2.4): аналогичные варианты.

3 группа – семена, пророщенные на бактериальном препарате, с последующим внесением препарата в почву (контейнеры 3.1–3.4): варианты аналогичны.

Бактериальный препарат был выделен на основе азотфиксирующих бактерий, который посредством селективного культивирования получили на классической среде Эшби. Бактериальный препарат использовался как удобрение, чтобы определить степень влияния на поглощение растением тяжелых металлов из загрязнённой почвы [5].

В ходе исследования получены результаты об оказываемом комплексном воздействии удобрений на коэффициент бионакопления зеленой массы и корней посевного овса. Наглядно полученные значения представлены на рисунках 3 и 4.

Азотфиксирующие удобрения (бактериальные препараты) в сочетании с гуминовыми удобрениями усиливают эффект бионакопления свинца, что видно по увеличению коэффициента в соответствующих вариантах (4,11–4,85). Это говорит о том, что гуминовые вещества стимулируют действие азотфиксирующих бактерий, так как в их составе присутствуют органические вещества.

Минеральные удобрения в присутствии свинца показали самый низкий коэффициент бионакопления (0,75–0,76), что может быть связано с тем, что минеральные удобрения содержат фосфор, способный образовывать труднорастворимые соединения с ионами свинца, снижая его доступность для растений.

В вариантах без внесенных удобрений поглощение свинца растениями среднее (2,4–2,8), что может свидетельствовать о том, что растения аккумулировали тяжелый металл даже без удобрений.

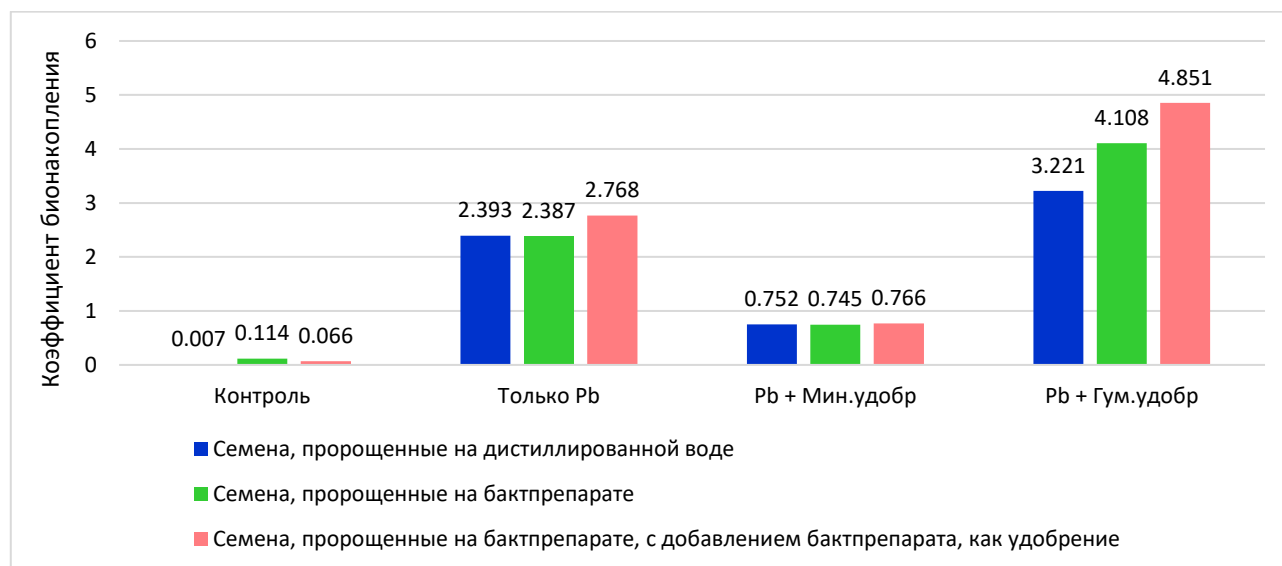


Рис. 3. Коэффициенты бионакопления зеленой массы овса посевного

Накопление свинца корнями овса посевного аналогично накоплению зеленой массы.

Наиболее высокий коэффициент бионакопления наблюдается в вариантах с применением гуминовых удобрений в сочетании с бактериальным препаратом (2,71; 2,93; 3,53), что значительно выше, чем в других вариантах.

Варианты с применением только минеральных удобрений опять демонстрируют меньшую эффективность (0,44; 0,64; 0,94).

Можно заключить, что оптимальным вариантом с точки зрения эффективности воздействия на корни овса является применение гуминовых удобрений в сочетании с азотфиксирующими бактериями.

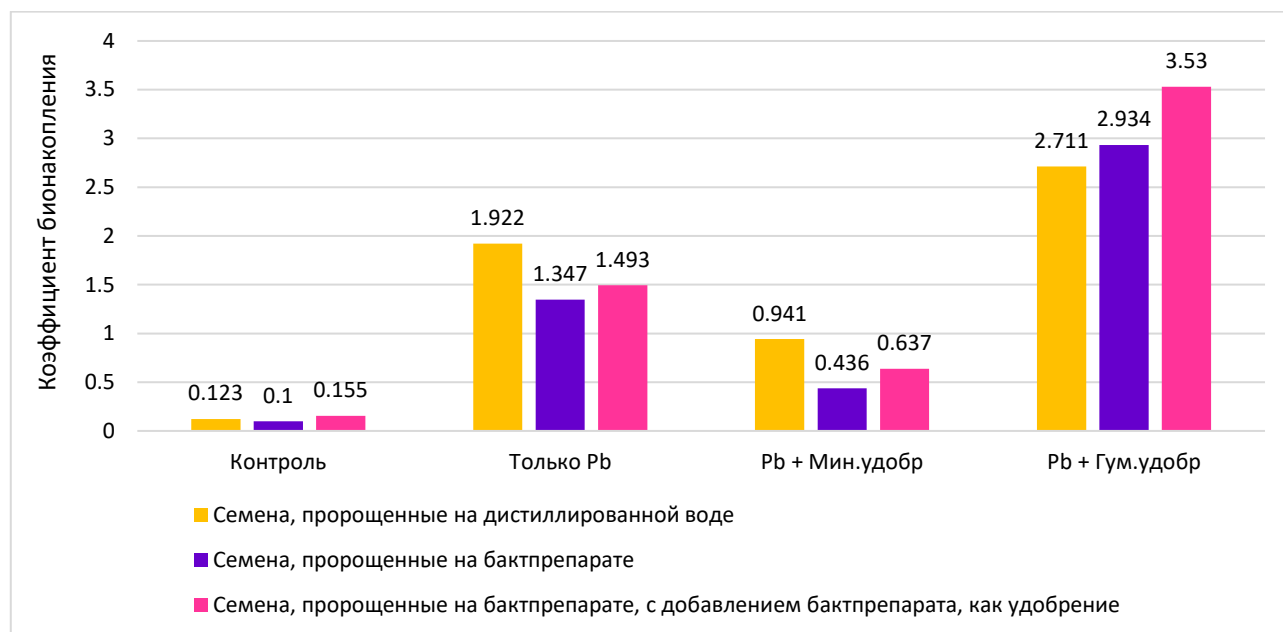


Рис. 4. Коэффициенты бионакопления корней овса посевного

В результате хронического опыта установлено, что азотфиксирующие бактерии оказывают положительное влияние на аккумуляцию тяжелых металлов растениями. К тому же азотфиксирующие бактерии усиливают действие гуминовых удобрений, что приводит к более интенсивному бионакоплению тяжелых металлов растениями.

Полученные данные при анализе проб свидетельствуют о наличии локальных источников загрязнения почв тяжелыми металлами, особенно свинцом, который оказывает значительное влияние на экологическое состояние, что говорит о необходимости проведения мер по мониторингу и улучшению качества почвы на данном полигоне.

Литература:

1. Атлас Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. Т. I. История. Население. Экономика. Ханты-Мансийск ; Москва : Полиграфист, 2006. 152 с.
2. Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель : м-лы XI Всерос. науч. конф. с междунар. уч. (Сатка, 12-16 сентября 2022 г.). Сатка : Принтоника, 2022. 299 с.
3. ГОСТ Р ИСО 22030–2009. Качество почвы. Хроническая фитотоксичность в отношении высших растений.
4. Дятлова К. Д. Микробные препараты в растениеводстве // Соросовский образовательный журнал. Серия Биология. 2001. Т. 7. № 5. С. 4-18.
5. Курдиш И. К. Гранулированные микробные препараты для растениеводства: наука и практика : монография. Киев : КВИЦ, 2001. 412 с.
6. Орёл Т. И. Влияние различных удобрений на рост и продуктивность ароматических растений в условиях микроорошения // Современные энерго- и ресурсосберегающие устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства : сб. науч. тр. 2016. Вып. 12. С. 436-440.

УДК 532.546

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ КОНДЕНСАТА В ПРОМЫШЛЕННЫХ ДЫМОВЫХ ТРУБАХ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА

Чиглинцев И. А.¹, Лепихин С. А.²

¹ Уфимский университет науки и технологий, филиал в г. Бирске, Бирск;
e-mail: schnik@mail.ru

² Сургутский государственный педагогический университет, Сургут;
e-mail: sg81@bk.ru

Аннотация. Образование конденсата внутри дымовых труб является серьезной проблемой, влияющей на долговечность конструкций и эффективность отопительных систем. Конденсат образуется вследствие охлаждения продуктов сгорания топлива ниже точки росы, что приводит к накоплению влаги, кислот и коррозии материала трубы. Настоящая работа посвящена численному анализу возможности образования конденсата в промышленных дымовых трубах при отрицательных температурах окружающей среды.

Ключевые слова: промышленные газовые выбросы, дымовая труба, конденсат, численное моделирование.

NUMERICAL STUDY OF CONDENSATE FORMATION IN INDUSTRIAL CHIMNEYS IN THE NORTH

Chiglintsev I. A.¹, Lepikhin S. A.²

¹ Ufa University of Science and Technology, branch in Birsik, Birsik;
e-mail: schnik@mail.ru

² Surgut State Pedagogical University, Surgut;
e-mail: sg81@bk.ru

Abstract. Condensation formation inside chimneys is a serious problem affecting the durability of structures and the efficiency of heating systems. Condensate is formed due to the cooling of fuel combustion products below the dew point, which leads to the accumulation of moisture, acids and corrosion of the pipe material. The present work is devoted to the numerical analysis of the possibility of condensate formation in industrial chimneys at subzero ambient temperatures.

Keywords: industrial gas emissions, chimney, condensate, numerical modeling.

Требования к строительству и эксплуатации зданий предполагают высокий уровень энергоэффективности и охраны окружающей среды. Дымовая труба играет важную роль в обеспечении эффективного удаления продуктов сгорания топлива. Одним из ключевых аспектов работы дымового канала является образование конденсата, что обусловлено рядом факторов – конструкцией трубы, климатическими условиями и свойствами топлива.

Формирование конденсата сопровождается выделением токсичных веществ, негативно воздействующих на окружающую среду и здоровье человека. Понимание условий и механизмов процесса образования конденсата в дымовых трубах и принятие соответствующих мер по профилактике этого явления позволят уменьшить неблагоприятные воздействия на экологические системы и обеспечить устойчивое развитие жилищных объектов.

На этапе проектирования гражданских и промышленных объектов моделирование физических процессов, происходящих в технических системах сооружений, дает возможность предупредить потенциальные нежелательные и негативные явления, которые могут возникать при эксплуатации этих объектов [1]. Так, информация о распределении температуры и влажности газовых выбросов в дымовых каналах позволяет контролировать условия эксплуатации дымоотводных систем и принимать меры для предупреждения образования конденсата в них.

В работе методом численного анализа исследуется возможность возникновения в дымовых трубах условий образования конденсата при отрицательных температурах внешнего воздуха. Принципиальная схема дымового канала и тепловых потоков от продуктов выброса представлена на рис. 1.

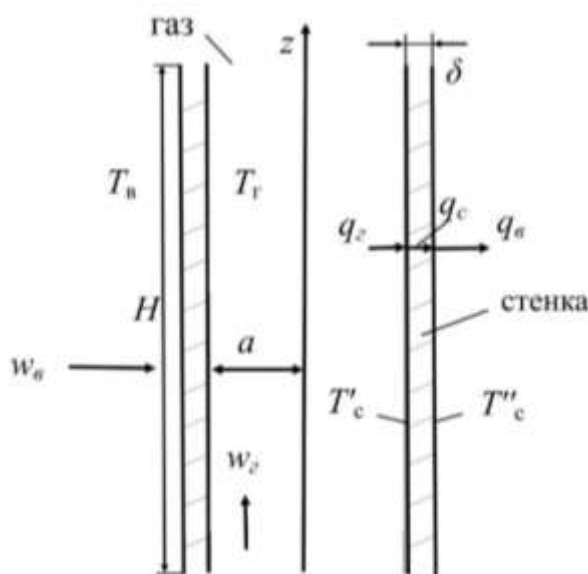


Рис. 1. Схема трубы выброса

В эксперименте задаются геометрические размеры трубы, ее физические параметры, параметры рассеиваемых газов, определяются условия внешней среды и условия на граничных поверхностях трубы. На основе закона сохранения энергии для продуктов горения и уравнений, определяющих тепловые потоки через стенку трубы от выбрасываемых газов к окружающей холодной атмосфере [2], составляется система дифференциальных уравнений, которая решается численными методами.

Параметры дымового канала соответствовали трубам крупных промышленных объектов: высота 50 м, радиус 1 м, толщина стенки 0,25 м. В качестве материала трубы рассматривался красный кирпич и железобетон. Скорость турбулентного течения продуктов горения в трубе принималось постоянной по длине трубы и равной 1 м/с. Температура внешнего воздуха и скорость его поперечного обтекания трубы принимались в соответствии со средними климатическими показателями зимнего периода северного региона страны [3]. Значения теплофизических параметров для воздуха и продуктов горения, а также температура газов на входе в трубу, задавались согласно нормативным методам расчета [4; 5].

Проведенные расчеты показали, что для зимнего периода распределение температуры газовых выбросов и давления насыщенных паров воды в них слабо зависит от теплопроводящих свойств материала труб. Красная линия, соответствующая красному кирпичу, и черная линия, соответствующая железобетону, практически совпадают на графиках (рис. 2), хотя теплопроводность железобетона в несколько раз выше теплопроводности кирпича. При этом температура продуктов сгорания топлива, выбрасываемых в атмосферу, может достигать в верхней части трубы значений ниже точки

росы, что соответствует возникновению условий для образования конденсата (часть кривой на рис. 2б ниже синей горизонтальной линии).

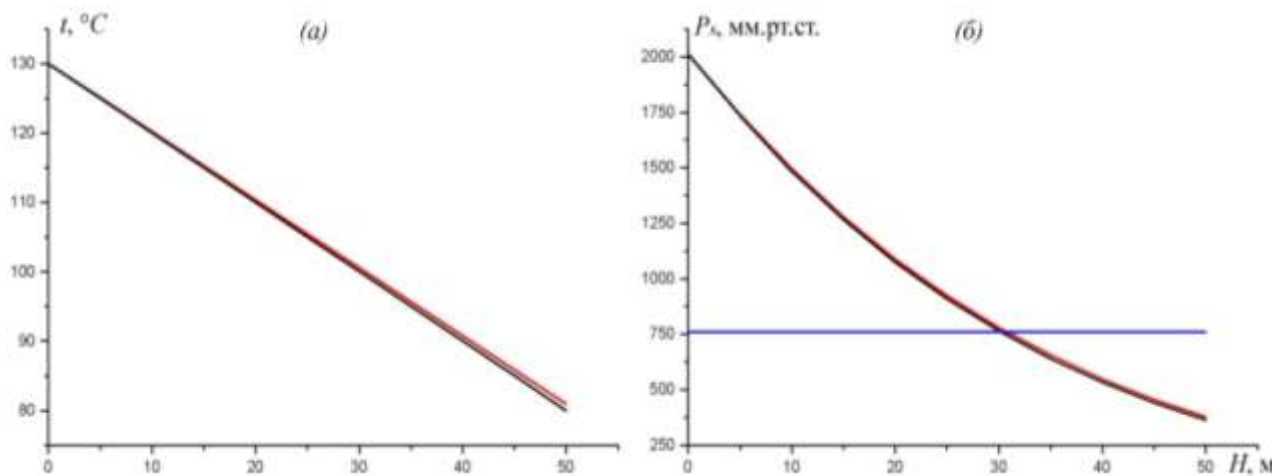


Рис. 2. Распределение температуры продуктов горения и давления насыщения водяных паров в трубах из разного материала

Результаты моделирования, проведенные при различных температурных условиях внешней среды, показывают, что образование конденсата начинается при температуре окружающего воздуха ниже -10°C . Количество образующегося конденсата увеличивается с понижением температуры воздуха и повышением влажности газовой смеси.

Литература:

1. Чиглинецв И. А. Моделирование процесса наполнения купола-сепаратора с разложением газогидрата, образовавшегося в период монтажа установки / И. А. Чиглинецв, А.А. Насыров // Инженерно-физический журнал. 2016. Т. 89. № 4. С. 851-860.
2. Кутателадзе С. С. Основы теории теплообмена. Москва : Атомиздат, 1979. 415 с.
3. Климат и средняя погода круглый год в Сургуте // Weather Spark. URL: <https://clck.ru/3DmaTD> (дата обращения: 10.09.2025).
4. Тепловой расчёт котлов (нормативный метод) / А. А. Абрютин, Э. С. Карасина, Р. А. Петросян [и др.]; Всероссийский теплотехнический научно-исследовательский институт, Научно-производственное объединение по исследованию и проектированию энергетического оборудования им. И. И. Ползунова. Санкт-Петербург : НПО ЦКТИ, 1998. 261 с.
5. Бирюков А. Б. Методика определения температуры точки росы продуктов сгорания природного газа / А. Б. Бирюков, А. Н. Лебедев, К. Д. Каминский // Вестник ИГЭУ. 2023. Вып. 6. С. 43-49. URL: <http://vestnik.ispu.ru/ru/node/873> (дата обращения: 10.09.2025).

Секция

**ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
СЕВЕРА И УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СЕВЕРА РОССИИ И АРКТИКИ**

УДК 665.622.43.066.6

**БИОРАЗЛАГАЕМЫЕ ДЕЭМУЛЬГАТОРЫ ВОДОНЕФТЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ
ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ НА ШЕЛЬФОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ**

Давлетшина Л. Ф., Крисанова П. К., Крюков Д. А.

*Российский государственный университет нефти и газа (НИУ) им. И. М. Губкина, Москва;
e-mail: denkrukov@yandex.ru*

Аннотация. Данная работа посвящена актуальной проблеме разработки экологически безопасных и эффективных деэмульгаторов для разрушения водонефтяных эмульсий на шельфовых месторождениях. Получены положительные результаты по оценке деэмульгирующих свойств и степени биоразлагаемости рассматриваемых ПАВ из класса аминоксидов, что имеет важное значение в текущих условиях ужесточения экологических требований.

Ключевые слова: водонефтяные эмульсии, деэмульгаторы, биоразлагаемые реагенты, шельфовые месторождения.

**BIODEGRADABLE DEMULSIFIERS OF WATER-OIL EMULSIONS
FOR USE IN OFFSHORE FIELDS**

Davletshina L. F., Krisanova P. K., Kryukov D. A.

*National University of Oil and Gas «Gubkin University», Moscow;
e-mail: denkrukov@yandex.ru*

Abstract. This work is devoted to the topical issue of developing environmentally safe and effective demulsifiers for breaking down water-oil emulsions at offshore fields. Positive results have been obtained in assessing the demulsifying properties and biodegradability of the aminoxide surfactants under consideration, which is important in the current context of increasingly stringent environmental requirements.

Keywords: oil-water emulsions, demulsifiers, biodegradable reagents, offshore fields.

Истощение традиционных месторождений углеводородов на суше, растущий спрос на энергоресурсы и технологический прогресс обуславливают необходимость все более активного освоения месторождений углеводородных ресурсов континентального шельфа, в которых сосредоточено почти в три раза больше запасов нефти и газа, чем на суше [1].

Согласно утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации №1523-р от 9 июня 2020 г. «Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 г.» одним из главных приоритетов развития минерально-сырьевой базы топливно-энергетического комплекса (ТЭК) страны является уменьшение негативного воздействия отраслей ТЭК на окружающую среду.

Одним из основных факторов, определяющих выбор технологий и работ по эксплуатации объектов в море, является влияние выбранного типа разработки шельфовых месторождений на окружающую среду. Как известно, на всех стадиях разработки месторождения (строительство, эксплуатация, ремонт и т.д.) используется широкий спектр технологических жидкостей и химических реагентов, попадание которых в окружающую среду может привести к существенному экологическому урону.

Акватории шельфовых зон крайне чувствительны к возможным загрязнениям, ввиду этого важно не только не допускать разливов углеводородов в процессе их добычи и подготовки, но и применять экологически безопасные технологии и химические реагенты.

В связи с вышеуказанным в настоящее время актуальной является задача по исследованиям в области разработки биоразлагаемых реагентов, применяемых в различных технологиях разработки и эксплуатации месторождений шельфа.

Стоит отметить, что одним из негативных факторов процесса нефтедобычи, как на месторождениях на суше, так и на шельфе, является образование стойких водонефтяных эмульсий (ВНЭ) при добыче. Образование водонефтяной эмульсии влечет за собой сразу несколько негативных последствий – а именно, высокая вязкость ВНЭ отрицательно влияет на процесс перекачивания флюида по трубопроводам, а также наличие минерализованной воды в составе ВНЭ способствует коррозии трубопроводов.

Для разрушения образующихся при добыче водонефтяных эмульсий часто прибегают к использованию комплексного термохимического подхода с использованием химических реагентов – деэмульгаторов. Деэмульгаторы представляют собой поверхностно-активные вещества (ПАВ) различных классов, которые нейтрализуют стабилизирующее действие природных эмульгаторов, содержащихся в нефти. Большинство промышленно применяемых деэмульгаторов являются полимерными ПАВ неионогенного типа, содержащими в своем составе большое число оксиэтильных и окипропильных звеньев, а также ароматические фрагменты, наличие которых может пагубно влиять на способность данных веществ к биоразложению [2; 3].

В рамках работы в качестве потенциально биоразлагаемых деэмульгаторов рассматриваются аминоксиды – поверхностно-активные вещества амфотерного типа, чье получение возможно на основе высших жирных кислот, выделенных из растительных масел.

В частности, объектом исследования являются 4 образца ПАВ из класса аминоксидов (АО) – 3 образца из которых являются линейными аминоксидами, различающимися количеством атомов углерода в алкильной цепи от C12 до C18, а также один образец аминоксида, имеющий в алкильной цепи также амидную группу.

Деэмульгирующая эффективность (ДЭ) рассматриваемых ПАВ определялась с помощью боттл теста, который проводился в течение 2 часов при температуре 55°C. В качестве модели исследуемой эмульсии использовалась система на основе модели нефти, представленной смесью прямогонных дизеля и мазута, и модели пластовой воды. Исследуемая эмульсия характеризовалась агрегативной устойчивостью около 50%, оценка агрегативной устойчивости эмульсии проводилась методом центрифугирования. Исследуемые ПАВ использовались в дозировке 50 г/т.

При исследовании три образца линейных аминоксидов с различной длиной алкильной цепи не показали высокую деэмульгирующую эффективность – отсутствие отделения водной фазы по истечении 2 часов.

Результаты исследования АО, имеющего в составе амидную группу, показали достаточно высокую деэмульгирующую активность данного ПАВ (74,07% по истечении 2 часов) (рис. 1).

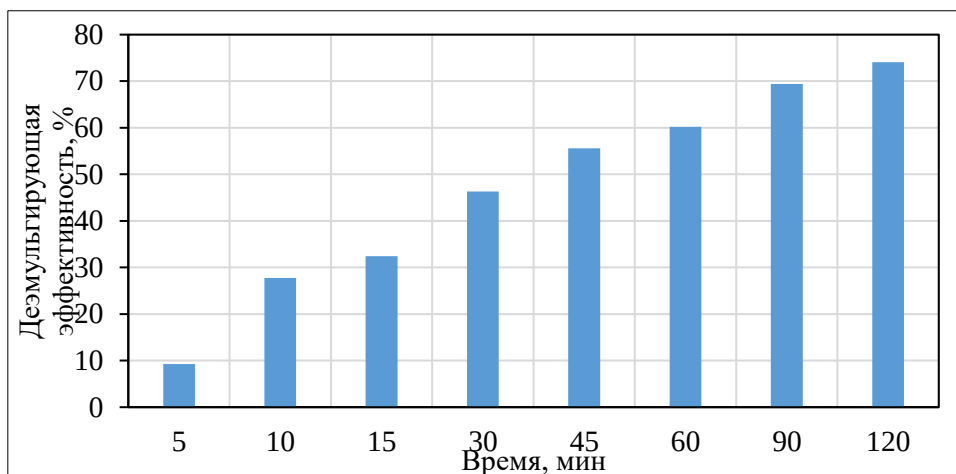


Рис. 1. Деэмульгирующая активность АО

Также в работе оценивалась степень биоразлагаемости исследуемых веществ методом измерения уровня поглощенного кислорода согласно ГОСТ 32427 метод D.

Согласно данному методу, биоразлагаемым веществом может являться то, степень биоразложения которого за 28 суток проведения теста превысит 60%. Динамика биоразложения выбранного вещества представлена на рисунке 2.

Как видно из рис. 2, 60%-го порога исследуемое вещество достигает за 7-14 суток. Согласно предъявляемым по ГОСТ требованиям, его можно считать биоразлагаемым.

Различие в свойствах исследуемых аминоксидов может быть следствием их различного молекулярного строения. В отличие от остальных соединений образец АО, имеющий в структуре дополнительную амидную группу, может характеризоваться повышенной поверхностной активностью. Изменение же поверхностной активности может усиливать деэмульгирующую эффективность за счет ускорения процесса вытеснения молекул бронирующей оболочки, обладающих более низкой межфазной активностью, с поверхности раздела фаз. Однако, возможно, остальные образцы АО, не содержащие амидную группу в составе, способны будут проявлять деэмульгирующую активность при других концентрациях, что требует дальнейшего исследования.

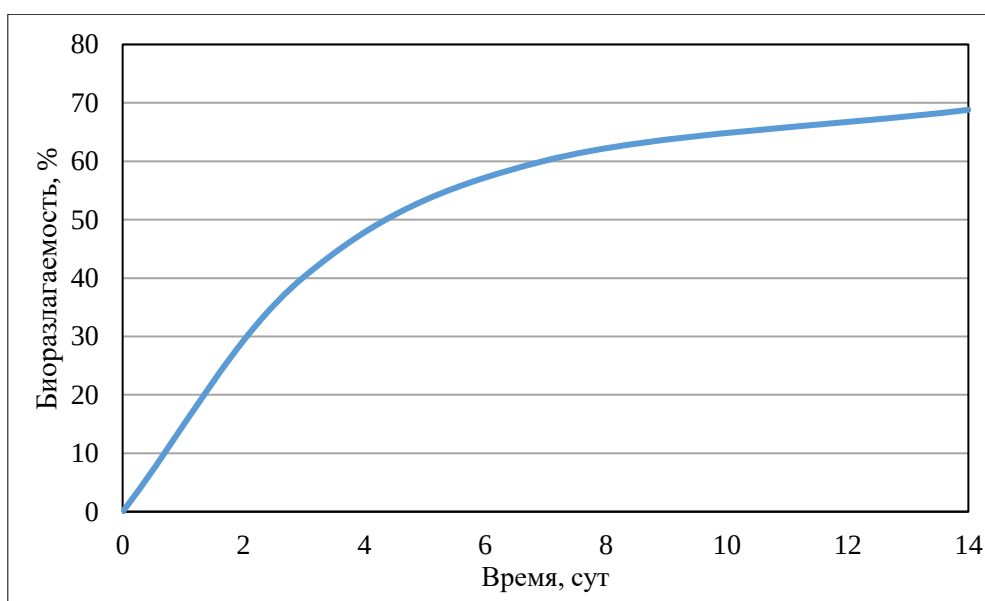


Рис. 2. Степень биоразложения АО

Полученные результаты свидетельствуют о потенциале проведения дальнейших исследований в области разработки биоразлагаемого деэмульгатора на основе амидаминоксидов.

Литература:

Тасмуханова А. Е. Особенности разработки шельфовых месторождений нефти / А. Е. Тасмуханова, Р. Р. Шигапова // Вестник евразийской науки. 2018. Т. 10. № 2. С. 76. EDN XSDEXB.

2. Jurado E. Aerobic Biodegradation of a Nonylphenol Polyethoxylate and Toxicity of the Biodegradation Metabolites / E. Jurado, M. Fernández-Serrano, J. Núñez-Olea, M. Lechuga // Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. 2009. Vol. 83. P. 307-312. DOI 10.1007/s00128-009-9716-6.

3. Рыжкова О. А. Изучение физико-химических закономерностей биоразлагаемости поверхностно-активных веществ : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата химических наук : 03.00.16; Белгородский гос. ун-т. Москва, 2010. 26 с.

УДК 665.72+661.715.7

ИССЛЕДОВАНИЕ СЕДИМЕНТАЦИОННОЙ УСТОЙЧИВОСТИ И СЛИВАЕМОСТИ ТОВАРНОГО КОНДЕНСАТА ГАЗОВОГО СТАБИЛИЗИРОВАННОГО

Жаркова М. А.¹, Закирова К. Р.¹, Туров Ю. П.¹, Гузняева М. Ю.¹, Францина Е. В.^{2,1}

¹ Сургутский государственный университет, Сургут;
e-mail: zharkova_ma@edu.surgu.ru

² Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск

Аннотация. В работе исследованы седиментационные свойства товарного КГС, состоящего из нескольких компонентов. Рассмотрена проблема образования осадка при хранении и транспортировке КГС, влияющая на качество продукта. Анализ проведён с использованием стандартных методов определения плотности, низкотемпературных свойств и углеводородного состава.

Ключевые слова: конденсат газовый стабильный, седиментация, депрессорно-диспергирующие присадки, низкотемпературные параметры, газо-жидкостная хроматография.

INVESTIGATION OF SEDIMENTATION STABILITY AND DRAINABILITY OF COMMERCIAL GAS-STABILIZED CONDENSATE

Zharkova M. A.¹, Zakirova K. R.¹, Turov Yu. P.¹, Guznyaeva M. Yu.¹, Frantsina E. V.^{2,1}

¹ Surgut State University, Russia, Surgut;
e-mail: zharkova_ma@edu.surgu.ru

² National Research Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk

Abstract. This study investigates the sedimentation properties of commercial stable gas condensate (GC), consisting of multiple components. The issue of sediment formation during storage and transportation of GC is considered, which affects product quality. The analysis was conducted using standard methods to determine density, low-temperature properties, and hydrocarbon composition.

Keywords: stable gas condensate, sedimentation, depressant-dispersant additives, low-temperature parameters, gas-liquid chromatography.

Товарная форма стабильного газового конденсата (КГС) – это конечный продукт переработки газоконденсатного сырья, обладающий сложным составом, который в целом делится на четыре основные группы компонентов. Для компаундирования используют, в частности, фракции непреработанного стабильного конденсата, фракцию 340-КК — тяжёлый остаток перегонки на установках производства моторных топлив. Кроме того, в состав КГС могут входить различные бензиновые фракции.

Актуальность работы связана с тем, что при длительном хранении или транспортировке КГС происходит его седиментация, вызывающая образование плотных отложений. Это снижает полезный объём резервуаров и затрудняет выгрузку продукта. Кроме того, расслоение конденсата снижает его однородность, что негативно влияет на работу технологического оборудования НПЗ и может привести к несоответствию качества товарного продукта установленным нормативам.

Исследование способствует повышению безопасности хранения и транспортировки, снижению рисков аварий и экологических загрязнений, а также улучшению эффективности нефтеперерабатывающих процессов, что в целом снижает нагрузку на окружающую среду.

Цель исследования заключалась в изучении углеводородного состава и низкотемпературных свойств КГС.

В качестве объектов анализа использовались образцы базовых компонентов товарного КГС и депрессорно-диспергирующие присадки (ДДП) от двух разных производителей.

Для определения плотности применяли ГОСТ 3900-85. Низкотемпературные свойства оценивали с использованием прибора ИНПН Кристалл SX-800 согласно ГОСТ 5066-91 (температуры помутнения и кристаллизации) и ГОСТ 22254-92 (предельная температура фильтруемости).

Содержание н-парафинов определяли методом газо-жидкостной хроматографии на хроматографе Кристалл 2000 М с гелием в качестве газа-носителя (расход 1,0 мл/мин) и программой подъема температуры от 50°C до 280°C.

Базовые компоненты имеют схожее содержание парафино-нафтенных и ароматических углеводородов – они получены из одного исходного сырья. Но качественный состав фракций различается: фракция >340°C содержит больше высокомолекулярных н-парафинов (C16 и выше) и отличается распределением циклических ароматических соединений и смол, что отражается на низкотемпературных свойствах (табл. 1).

Таблица 1.

Углеводородный состав базовых компонентов КГС

№ п/п	Образец	н-алканы, % масс.	C16 + масс.	ПНУ, %	МАУ, %	БАУ, %	ТАУ + ПАУ, %	Смолы, %
1	Компонент 1	21,9	-	69,66	30,34	0,00	0,00	0,00
2	Компонент 2	11,0	3,8	65,34	22,03	10,29	1,06	1,27
3	Компонент 3	9,4	3,3	65,64	22,03	10,12	1,1	1,12
4	Компонент 4	17,8	14,0	64,74	16,84	13,37	2,06	3,00

Примечание: ПНУ – парафино-нафтенные углеводороды; МАУ – моноциклические ароматические углеводороды; БАУ – бициклические ароматические углеводороды; ТАУ – трициклические ароматические углеводороды; ПАУ – полициклические ароматические углеводороды.

Отмечено противоречие между необходимостью улучшения транспортируемости КГС и стремлением увеличить долю высокопарафинистых компонентов для оптимизации технологических процессов и расширения ассортимента продукции. Решить эту задачу возможно путем использования депрессорно-диспергирующих присадок.

После приготовления и испытания смесей КГС с и без ДДП оценивали седиментационную устойчивость по следующим параметрам: однородность, подвижность при наклоне цилиндра на 45°, смываемость при наклоне на 90°, а также объем расслоения фаз в процентах от объема цилиндра.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Правительства Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (приказ от 20.06.2023 № 10-П-1534).

УДК 66.014+662.75

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДИСПЕРГИРУЮЩЕЙ ПРИСАДКИ НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Закирова К. Р., Францина Е. В., Жаркова М. А., Туров Ю. П., Гузняева М. Ю.
Сургутский государственный университет, Сургут;
e-mail: zakirova_kr@surgu.ru

Аннотация. В работе описан синтез диспергирующей присадки на основе моновенасыщенной жирной кислоты и моноэтаноламина. Синтез проводится методом азеотропной отгонки воды в присутствии кислотного катализатора. Характеризация продукта проводилась при помощи ИК-спектроскопии. А также проведен ряд испытаний на стабильность полученной присадки на дизельном топливе при -15°C .

Ключевые слова: синтез, диспергирующая присадка, азеотропная отгонка, ИК-спектроскопия, низкотемпературная стабильность.

SYNTHESIS AND INVESTIGATION OF THE EFFECTIVENESS OF A DISPERSANT ADDITIVE BASED ON PLANT RAW MATERIALS

Zakirova K. R., Frantsina E. V., Zharkova M. A., Turov Yu. P., Guznyayeva M. Yu.
Surgut State University, Surgut;
e-mail: zakirova_kr@surgu.ru

Abstract. The work describes the synthesis of a dispersant additive based on a monounsaturated fatty acid and monoethanolamine, namely oleylmonoethanolamide. The synthesis was carried out by azeotropic water distillation in the presence of an acid catalyst. The product was characterized using IR spectroscopy. A series of tests were also conducted to evaluate the stability of the obtained additive in diesel fuel at -15°C .

Keywords: oleylmonoethanolamide, synthesis, dispersant additive, oleic acid, azeotropic distillation, IR spectroscopy, low-temperature stability.

В настоящее время разработка отечественных технологий производства химических реагентов, в частности, присадок к смазочным материалам, приобрела критическую актуальность в связи с санкционным давлением и уходом с рынка международных поставщиков [1].

Смазочные материалы представляют собой сложные композиции, где функциональные присадки играют ключевую роль в обеспечении эксплуатационных характеристик. Диспергирующие присадки являются критически важным компонентом, предотвращающим агрегацию загрязнений и образование отложений в картере двигателя. В условиях текущих геополитических реалий и необходимости импортозамещения особую актуальность приобретает разработка отечественных аналогов на основе доступного сырья [2; 3].

Цель работы: синтез диспергирующей присадки на основе моновенасыщенной жирной кислоты и моноэтаноламина, а также исследование его стабильности на дизельном топливе (ДТ) при пониженных температурах.

Ацилирование моноэтаноламина (рис. 1) проводили в кислой среде в течение 2 часов при температуре 150°C.

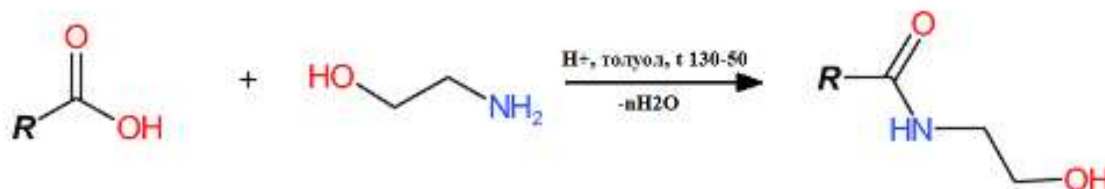


Рис. 1. Уравнение реакции ацилирования моноэтаноламина

Исследование образца методом ИК-Фурье-спектроскопии проводили в режиме нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО) на приборе PerkinElmer Spectrum 100 (рис. 2). Были получены полосы поглощения при 3200–3600 см⁻¹, характерные для валентных колебаний, связанных ОН- (водородные связи) и NH- (вторичные амины) групп. При 1642; 1554 см⁻¹ полосы деформационных колебаний первичных и вторичных амидов.

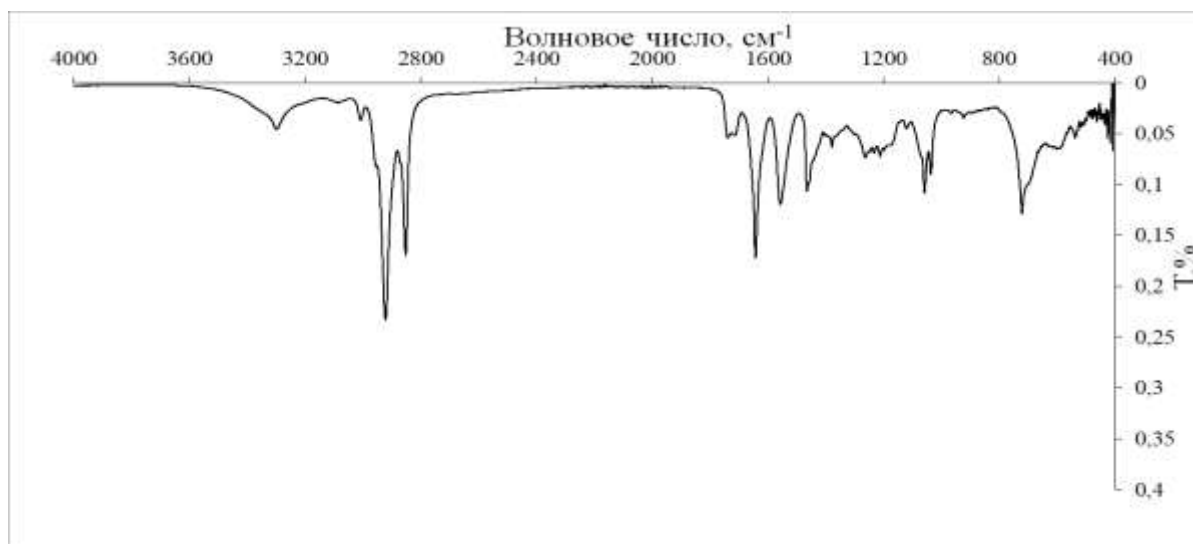


Рис. 2. ИК-спектр амида олеиновой кислоты на основе моноэтаноламина (МЭА)

Для оценки эффективности действия синтезированной диспергирующей присадки проведены исследования: приготовление товарной формы депрессорно-диспергирующий присадки (ДДП) с различными коммерческими депрессорами и исследование их низкотемпературных свойств, исследование седиментационной устойчивости.

Для приготовления товарной формы ДДП, депрессор и диспергатор смешивали 2:1 и измеряли низкотемпературные характеристики топлива. В качестве депрессора использовали коммерческий продукт. По методике ВНИИ НП определили седиментационную устойчивость ДТ при холодном хранении. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Результаты испытания топлива на седиментационную устойчивость

	ДТ 1	ДТ 2
ПТФ ДТ без присадки, °С	–9,7	–4,5
ПТФ ДТ с ДДП, °С	–17,8	–19,2

Оценка топлива в начале эксперимента (0 часов)	Прозрачное, однородное, без видимых включений	Прозрачное, однородное, без видимых включений
Оценка топлива в конце эксперимента (24 часа)	Расслоение не наблюдалось	Расслоение не наблюдалось

На основании проведенных испытаний установлено, что оба образца топлив демонстрируют высокую седиментационную устойчивость. При визуальном контроле не зафиксировано признаков расслоения, выпадения осадка или помутнения. Топлива соответствуют требованиям нормативной документации по низкотемпературным характеристикам.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Правительства Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (приказ от 20.06.2023 № 10-П-1534).

Литература:

1. Савеленко В. Д. Анализ рынка топливных присадок в России и перспективы импортозамещения / В. Д. Савеленко, М. А. Ершов, У. А. Махова [и др.] // НефтеГазоХимия. 2023. № 2. С. 12-19.
2. Taghvaei V. M. Diesel demand elasticities and sustainable development pillars of economy environment and social (health): comparing two strategies of subsidy removal and energy efficiency / V. M. Taghvaei, A. A. Arani, S. Soretz, L. Agheli // Environment, Development and Sustainability. 2023. Vol. 25 (3). P. 2285-2315. URL: <https://doi.org/10.1007/s10668-021-02092-7>.
3. Lown A. L. Cold flow properties for blends of biofuels with diesel and jet fuels / A. L. Lown, L. Peereboom, Sh. A. Mueller [et al.] // Fuel. 2014. Vol. 117. Part A. P. 544-551. URL: [doi:10.1016/j.fuel.2013.09.067](https://doi.org/10.1016/j.fuel.2013.09.067).

УДК 544.723

СОРБЦИОННЫЕ И ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАНОЧАСТИЦ ГЕТИТА ПРИ МОДИФИКАЦИИ ГУМИНОВЫМИ КИСЛОТАМИ

**Мулюкина С. М.¹, Дзеранов А. А.², Сарapultова П. С.^{1*},
Батаков А. Д.³, Фаррахова Г. Р.¹, Кыдралиева К. А.²**

¹ Сургутский государственный университет, Сургут;
*e-mail: pelageyasad2007@mail.ru

² Московский авиационный институт (Национальный исследовательский университет),
Москва;

³ Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва

Аннотация. Проблема нефтезагрязнения остается актуальной для Ханты-Мансийского автономного округа, специализирующегося на нефтедобыче. Одним из перспективных подходов ремедиации является использование препаратов на основе модифицированных гуминовыми кислотами (ГК) наночастиц (НЧ) оксидов железа, в частности, гетита α -FeOOH. НЧ гетита являются в почвах распространённой и наиболее термодинамически устойчивой формой оксидов железа (III), а ГК являются безопасным биостимулятором для очистки почв от нефтезагрязнений, значительно ускоряющим микробное разложение за счет повышения биодоступности углеводов и стимуляции роста специализированных бактерий [1].

Ключевые слова: наночастицы гетита, α -FeOOH, гуминовые кислоты, сорбция, фитотестирование, *Sinapis alba*, ремедиация почв, нефтезагрязнение.

SORPTION AND ECOTOXICOLOGICAL PROPERTIES OF GOETHITE NANOPARTICLES MODIFIED WITH HUMIC ACIDS

**Mulyukina S. M.¹, Dzeranov A. A.², Sarapulova P. S.^{1*}, Batakov A. D.³, Farrakhova G. R.¹,
Kydraliev K. A.²**

¹ Surgut State University, Surgut;

*e-mail: pelageyasad2007@mail.ru

² Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow;

³ Lomonosov Moscow State University, Moscow

Abstract. The problem of oil pollution remains relevant for the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug, a region specialized in oil production. A promising remediation approach involves the use of preparations based on iron oxide nanoparticles (NPs), particularly goethite (α -FeOOH), modified with humic acids (HAs). This study investigates the sorption properties of α -FeOOH NPs with respect to HAs and assesses the environmental safety of the resulting nanosystems concerning higher plants *Sinapis alba*. The synthesis of monophasic α -FeOOH NPs was carried out via controlled slow precipitation. The sorption of HAs by goethite NPs exhibited a pronounced pH-dependence, with the maximum Langmuir adsorption capacity (21,68 mg/g) achieved at pH 8. An analysis of the fit to Langmuir and Freundlich models revealed a transition from monomolecular sorption at pH 6–7 to polymolecular sorption at pH 8. Phytotesting showed that the modified nanoparticles (α -FeOOH@HA) stimulated the growth of *S. alba* at certain concentrations, while the simple mixture of precursors was less effective. The results are significant for understanding the detoxifying properties

of these systems for oil-contaminated soils and for predicting the behavior of petroleum hydrocarbons in environmental compartments containing iron oxide minerals with immobilized humic substances.

Keywords: goethite nanoparticles, α -FeOOH, humic acids, sorption, phytotesting, *Sinapis alba*, soil remediation, oil pollution.

Задачи работы заключались в исследовании сорбционных свойств НЧ α -FeOOH по отношению к ГК и оценка экологической безопасности полученных наносистем в отношении высших растений *Sinapis alba*. Это необходимо для рекомендации исследуемых препаратов в качестве детоксицирующих агентов, объединяющих в себе свойства сорбентов, поверхностно активных веществ (ПАВ) и фитостимуляторов для ремедиации нефтезагрязненных почв.

Контролируемый синтез НЧ α -FeOOH [2] проводился путем медленного осаждения из раствора Fe^{3+} при pH 12 в течение 72 ч для обеспечения полного протекания реакции и контроля образования монофазных НЧ α -FeOOH (рис. 1), что является важным для воспроизводимости сорбционных процессов.

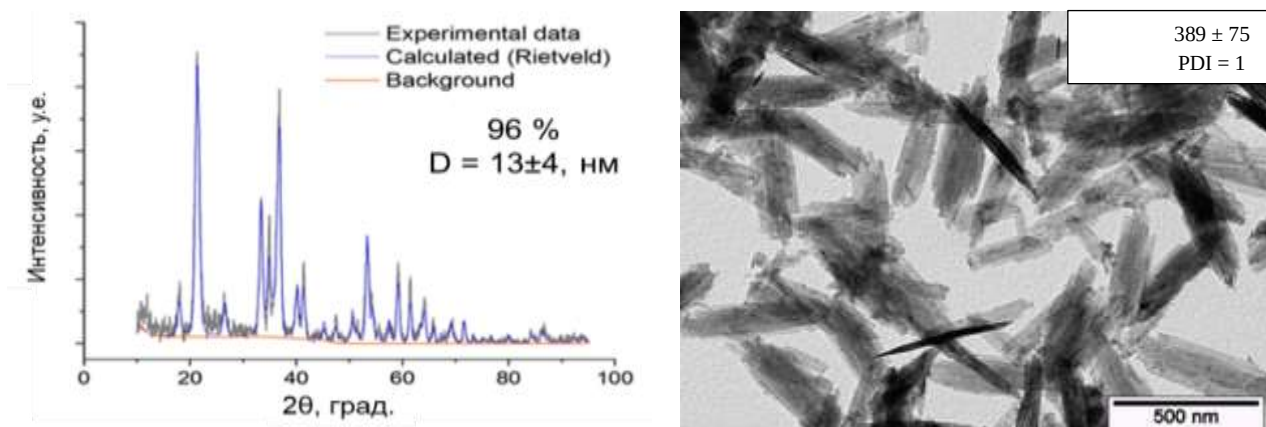


Рис. 1. Морфологический и фазовый состав наночастиц гетита α -FeOOH

Сорбция НЧ гетита ГК имеет ярко выраженную pH-зависимость, связанную с ионизацией реакционноспособных групп ГК (pK_a 4,7–9) и переходом из глобулярной в линейную конформацию структуры ГК при увеличении pH (рис. 2а), что обеспечивает эффективность протекания сорбции.

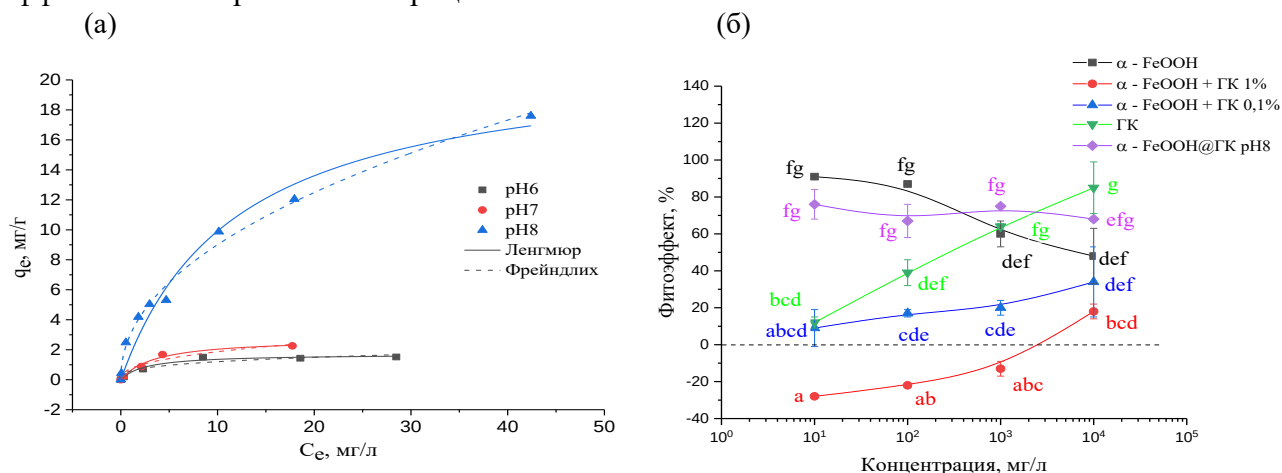


Рис. 2. (а) Изотермы сорбции ГК наночастицами гетита в интервале pH 6–8 (деионизированная вода, комнатная температура, 24 ч, 1 г/л сорбента); (б) влияние наночастиц α -FeOOH@ГК и его прекурсоров на ростовые параметры тест-растений *S. alba* (72 ч, водные суспензии, pH 8)

Согласно значениям R^2 , экспериментальные данные удовлетворяли модели сорбции Ленгмюра при pH 6 и 7, указывая на протекание преимущественно мономолекулярной сорбции ГК на активных центрах гетита с равным сродством, на что указывают высокие значения K_L равные 0,40 и 0,30 л/мг в данных условиях по сравнению $K_L=0,08$ с pH 8 (табл. 1).

При pH 8 наиболее подходящей оказалась модель Фрейндлиха, используемая для описания полимолекулярной адсорбции, на что указывает высокая сорбционная ёмкость и низкое значение K_L . Согласно модели изотермы адсорбции Ленгмюра максимальная адсорбционная емкость достигалась при pH 8 и составила 21,68 мг/г.

Таблица 1.

Параметры описания изотерм сорбции моделями Ленгмюра и Фрейндлиха

pH	Модель Ленгмюра			Модель Фрейндлиха		
	$q_{\max}$, мг/л	K_L , л/мг	R^2	K_F , мг/г	n	R^2
6	1,70	0,40	0,978	0,60	3,10	0,913
7	2,70	0,30	0,986	0,70	2,40	0,947
8	21,68	0,08	0,974	3,03	2,12	0,992

Анализ образцов в фитотестах показал, что положительный фитозффект (ФЭ) наблюдался у всех препаратов, кроме α -FeOOH + ГК 1% (рис. 2б). Стимуляция роста относительно нативных НЧ α -FeOOH наблюдалась лишь под воздействием препарата модифицированных НЧ – α -FeOOH@ГК в концентрациях 10^3 и 10^4 мг/л. Просто совместное применение смеси НЧ α -FeOOH и ГК дает заметно меньший ФЭ, чем нативные НЧ.

Представленные результаты по сорбции НЧ гетита ГК и их биоактивности представляют интерес как для исследования их детоксицирующих свойств для нефтезагрязненных почвенных сред, так и для прогнозирования поведения нефтеуглеводородов в почвах и водоёмах, основными компонентами которых являются железооксидные минералы с иммобилизованными ГК.

Исследование выполнено за счет гранта РНФ №24-14-20030.

Литература:

1. Fashina, T. B. Influence of humic acid on biodegradation of petroleum hydrocarbons in oil-contaminated soils / T. B. Fashina, O. O. Adesanwo, F. M. Adebisi // Energy Sources. Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects. 2016. Vol. 38. № 17. P. 2624-2632.
2. Martina, M. R. Synthesis and characterization of goethite (α -FeOOH) magnetic nanofluids / M. R. Martina, L. Zoli, E. Sani // Int. J. Thermofluids. 2022. Vol. 15. P. 100169.

УДК 665.6-405

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНАЯ ГАЗИФИКАЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ НЕФТЯНЫХ ОСТАТКОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ДУГОВОГО РАЗРЯДА ПОСТОЯННОГО ТОКА

Поваляев П. В.^{1,2}, Закирова К. Р.², Францина Е. В.^{1,2}, Петрова Ю. Ю.², Ивлев П. Н.¹

¹ *Томский политехнический университет, Томск;
e-mail: pvp13@tpu.ru*

² *Сургутский государственный университет, г. Сургут*

Аннотация. В работе представлены результаты экспериментальных исследований процесса газификации тяжёлых нефтяных остатков при использовании безвакуумного электродугового реактора постоянного тока. Проведён анализ влияния силы тока дугового разряда на состав формирующейся газовой среды и эффективность переработки. Установлено, что при увеличении силы тока наблюдается снижение объёма выделяющегося водорода, связанное с интенсивностью газификации и частичным выбросом исходного материала из зоны реакции. Рекомендуемым режимом работы дугового реактора определен режим, при силе тока дугового разряда 50 А. Полученные результаты демонстрируют перспективность применения безвакуумного электродугового метода для переработки тяжёлых нефтяных остатков с получением синтез-газа.

Ключевые слова: газификация, тяжелая нефть, анализ газовой среды, водород, дуговой разряд.

HIGH-TEMPERATURE GASIFICATION OF HEAVY OIL RESIDUES USING A DIRECT CURRENT ARC DISCHARGE

Povalyaev P. V.^{1,2}, Zakirova K. R.², Frantsina E. V.^{1,2}, Petrova Yu. Yu.², Ivlev P. N.¹

¹ *Tomsk Polytechnic University, Tomsk;
e-mail: pvp13@tpu.ru*

² *Surgut State University, Surgut*

Abstract. This research presents the results of experimental studies on the gasification of heavy oil residues using a non-vacuum direct current arc plasma reactor. The influence of the arc discharge current on the composition of the resulting gas medium and the efficiency of the conversion process was analyzed. It was found that an increase in the discharge current leads to a decrease in the volume of hydrogen produced, which is associated with the intensity of gasification and the partial ejection of the feedstock from the reaction zone. The recommended operating mode of the arc reactor was determined to be at a discharge current of 50 A. The obtained results demonstrate the potential of the non-vacuum arc method for processing heavy oil residues to produce synthesis gas.

Keywords: gasification, heavy oil, gas composition analysis, hydrogen, arc discharge.

Переработка тяжёлых нефтяных остатков остаётся актуальной задачей вследствие снижения доли лёгких углеводородов и роста потребности в эффективной утилизации тяжёлых фракций [1]. Традиционные методы, такие как гидрокрекинг, требуют значительных энергозатрат и сложного оборудования. Газификация тяжёлых нефтяных остатков при

использовании дугового разряда представляет собой перспективную альтернативу, обеспечивая локальный высокотемпературный нагрев, работу реактора в атмосфере воздуха и получение богатой водородом газовой смеси без применения катализаторов. Преимуществами электродугового метода являются низкая стоимость оборудования, высокая скорость процесса и возможность работы с вязкими и труднообрабатываемыми углеводородами. Данная работа посвящена исследованию формирующейся газовой смеси при газификации тяжёлых нефтяных остатков и выбору режимных параметров работы электродугового реактора.

Для реализации газификации тяжёлых нефтяных остатков использовался однофазный электродуговой реактор постоянного тока с горизонтальным расположением электродов [2]. В качестве источника постоянного тока в данном исследовании использовался сварочный инвертор марки Elitech АИС 220Д. Анализ формирующейся газовой среды проводился с использованием газоанализатора Бонер Тест-1.

По сравнению с предыдущими исследованиями была модифицирована реакционная зона – заменен графитовый тигель (внешний диаметр 40 мм, внутренний диаметр 30 мм, высота 40 мм, глубина 35 мм), что позволило увеличить массу загружаемого сырья до ~ 10 г.

В качестве исходного сырья использовались тяжёлые нефтяные остатки, полученные при прямой перегонке нефти при температурах выше 340°C. Образец массой ~ 5 г загружался в графитовый тигель при помощи шприца, после чего тигель закрывался графитовой крышкой с отверстием под установку тракта поточного газоанализатора. Затем осуществлялся процесс газификации при варьировании силы тока.

Критерием для определения режимных параметров работы дугового реактора для газификации тяжёлых нефтяных остатков является формирующаяся газовая среда и продолжительность процесса, обеспечивающая полную переработку загруженного сырья. В связи с этим основным параметром в данной работе выступало значение силы тока, в то время как продолжительность каждого опыта определялась моментом полной конверсии сырья, что характеризуется отсутствием визуально наблюдаемого горения в реакционной зоне.

На рисунке 1 представлены зависимости концентраций газообразных продуктов (H_2 , CO, CO_2 и O_2) от времени при газификации тяжёлых нефтяных остатков при разных значениях силы тока дугового разряда.

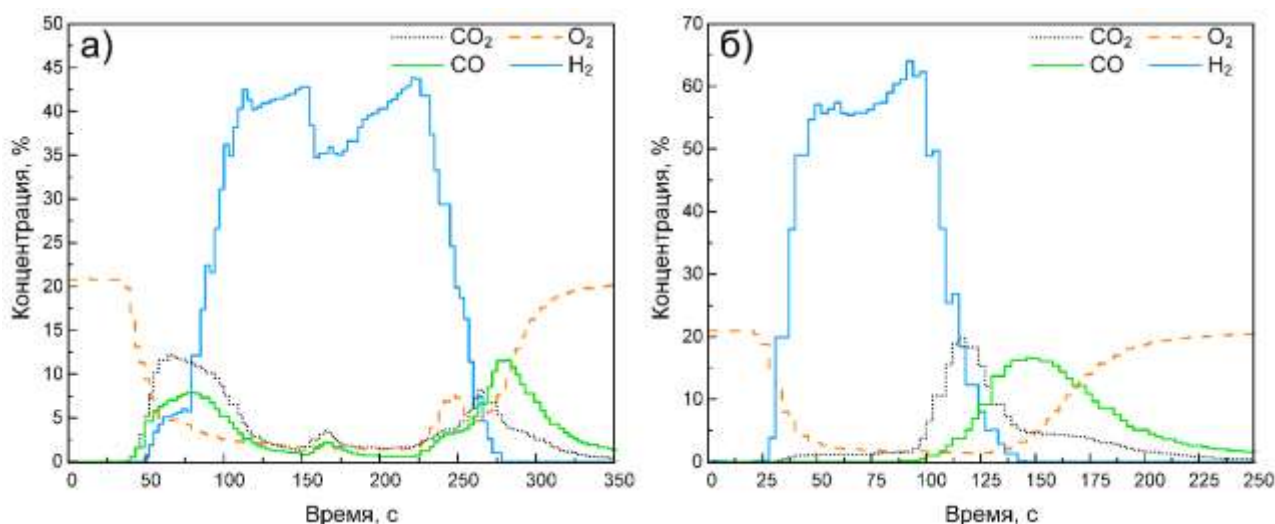


Рис. 1. Зависимость концентрации газов (CO, CO₂, O₂ и H₂) от времени, при силе тока дугового разряда: а) 50 А и б) 75 А

При силе тока 50 А (рис. 1а) максимальная концентрация водорода достигает ~ 43,8%, а СО – 12%. При этом содержание СО₂ также достигает 11,6% на основной стадии процесса, что свидетельствует о преимущественно восстановительном характере среды.

При повышении силы тока до 75 А (рис. 1б) максимальная концентрация водорода возрастает до ~ 64%, что связано с увеличением температуры и скоростью термического разложения углеводородного сырья. Также наблюдается более выраженный пик концентрации СО (~ 20%) и СО₂ (~ 16,6%).

Таким образом, увеличение силы тока с 50 А до 75 А приводит к интенсификации разложения углеводородов и повышению пиковых концентраций Н₂ и СО.

В таблице 1 представлены результаты газификации тяжёлых нефтяных остатков при различных значениях силы тока дугового разряда (50, 75 и 100 А). Основным критерием эффективности переработки в данном случае служит объём формирующихся газов (СО, СО₂, Н₂ и Н₂С).

Таблица 1.

Параметры переработки тяжёлых нефтяных остатков (Фракция 340)
и оценка формирующейся газовой среды

Сила тока, А	Время процесса, с	Вес исходного сырья, г	СО, л	СО ₂ , л	Н ₂ , л	Н ₂ С, л
100	100	5,03	0,1116	0,2357	0,1111	0,0003
75	100		0,0746	0,0967	0,3812	0,0015
50	240		0,1169	0,1169	0,6185	0,0018

При силе тока 100 А процесс газификации полностью завершился за 100 с. Однако, данный режим характеризуется наименьшим объёмом формирующегося водорода ~ 0,111 л. При режиме обработки сырья при 75 А процесс газификации также завершается в течение 100 с и обеспечил следующий объём формирующегося водорода ~ 0,381 л. Тем не менее суммарное количество монооксида и диоксида углерода в этом случае оказалось ниже (0,0746 и 0,0967 л), чем при 50 А и 100 А.

Несмотря на увеличение длительности процесса до 240 с при силе тока дугового разряда 50 А, суммарное количество образовавшегося объёма водорода (0,6185 л) оказалось максимальным в данном режиме.

Снижение объёма выделяющегося водорода при увеличении силы тока дугового разряда может быть обусловлено рядом факторов. При повышенных токах (75–100 А) наблюдается интенсивное горение загруженного сырья, что сопровождается выбросом части сырья из реакционной зоны, что снижает эффективность его газификации. Кроме того, увеличение силы тока дугового разряда способствует частичному возгоранию образующегося водорода вблизи зоны дуги, что также уменьшает его концентрацию в составе газовой смеси. Таким образом, работа реактора при силе тока 75 и 100 А приводит к снижению выхода целевого газа и нестабильности процесса, тогда как режим с силой тока 50 А обеспечивает равномерное протекание реакции.

Выявленная зависимость позволяет заключить, что снижение силы тока до 50 А способствует формированию условий для однородного протекания процессов газификации с максимальным объёмом формирующегося водорода. Для дальнейшего подтверждения эффективности выбранного режима переработки тяжёлых нефтяных остатков необходимо произвести оценку свойств формирующегося углеродного материала (сажи).

Исследование выполнено при финансовой поддержке Фонда научно-технологического развития Ханты-Мансийского автономного округа – Югры, проект № 2024-535-03.

Литература:

1. Fan Z. One-step high-value conversion of heavy oil into H_2 , C_2H_2 and carbon nanomaterials by non-thermal plasma / Z. Fan, H. Sun, L. Dou [et al.] // Chemical Engineering Journal. 2023. Vol. 461. P. 141860.
2. Petrova Y. Y. Investigation of the process and products of plasma treatment of asphaltenes / Y. Y. Petrova, E. V. Frantsina, A. A. Grin'ko [et al.] // Materials Today Communications. 2022. Vol. 33. P. 104669.

УДК 552.558.2061.31

ИМПУЛЬСНАЯ КАТОДОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ НЕФТИ СЕВЕРА РОССИИ

*Спирина А. В.¹, Чайковская О. Н.^{1,2}, Соломонов В. И.¹, Бочарникова Е. Н.²,
Таныкова Н. Г.³, Петрова Ю. Ю.³*

¹ *Институт электрофизики Уральского отделения РАН, Екатеринбург;
e-mail: alfiya_r@list.ru*

² *Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск;
e-mail: tchon@phys.tsu.ru*

³ *Сургутский государственный университет, Сургут;
e-mail: tanykova_ng@surgu.ru*

Аннотация. В данной работе исследовалась импульсная катодолюминесценция нефти различных скважин северных районов России (Ханты-Мансийского автономного округа и Республики Саха). Установлено, что при воздействии импульсного электронного пучка с энергией электронов 170 кэВ и длительностью 2 нс образцы нефти имеют достаточно интенсивную люминесценцию в области 350–700 нм. Излучение представлено широкой неэлементарной полосой, которая раскладывается на три гауссовых компонента, за исключением спектра одного образца из Яунлорского месторождения. Разложение его спектра представлено двумя компонентами. Были определены параметры каждой гауссоиды (λ_i – длина волны максимума, $\Delta\lambda_i$ – ширина, A_i/A – доля интегральной интенсивности i -ой полосы в спектре), входящей в общий спектр образца. Полученные параметры могут быть использованы для создания статистического люминесцентного метода, направленного на идентификацию месторождения.

Ключевые слова: нефть, импульсная катодолюминесценция, нефтегазовые месторождения Ханты-Мансийского региона и Якутии.

PETROLEUM PULSED CATHODOLUMINESCENCE ANALYSIS OF NORTHERN RUSSIA REGIONS

*Spirina A. V.¹, Tchaikovskaya O. N.^{1,2}, Solomonov V. I.¹, Bocharnikova E. N.²,
Tanykova N. G.³, Petrova Yu. Yu.³*

¹ *Institute of Electrophysics, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg;
e-mail: alfiya_r@list.ru*

² *National Research Tomsk State University, Tomsk;
e-mail: tchon@phys.tsu.ru*

³ *Surgut State University, Surgut;
e-mail: tanykova_ng@surgu.ru*

Abstract. In this work, pulsed cathodoluminescence of oil from various wells in the northern regions of Russia (the Khanty-Mansi Autonomous Okrug and the Sakha Republic) was investigated. It was found that after exposure to a pulsed electron beam with an electron energy of 170 keV and a duration of 2 ns, oil samples had quite intense luminescence in the range of 350–700 nm. The emission was represented by broad non-elementary bands, which were decomposed into three Gaussian components, with the exception of the spectrum of petroleum from the Yaunlorskoye field.

The decomposition of the latter spectrum was represented by two components. The parameters of each Gaussian (λ_i is the wavelength of the maximum, $\Delta\lambda_i$ is the width, A_i/A is the fraction of the integrated intensity of the i-th band in the spectrum), which were included in the total spectrum of the studied samples, were determined. The obtained parameters can be used to create a statistical luminescence method aimed at identifying petroleum fields.

Keywords: petroleum, pulsed cathodoluminescence, Khanty-Mansiysk region and the Republic of Sakha (Yakutia).

Введение. Для того чтобы нефтехимическая и нефтеперерабатывающая отрасли вышли на современный уровень, нефтедобывающим компаниям необходимо иметь данные о составе и физико-химических свойствах сырой нефти различных месторождений. Известно, что нефть состоит в основном из ароматических, нафтенопарафиновых и олефиновых углеводородов [1–3]. Свойства каждого из этих углеводородов и их роль в различных фотофизических и фотохимических процессах изучаются давно [4; 5], однако, сложные нефтяные системы, главным образом особенности, как единого целого, мало изучены. Поэтому необходимо развивать фундаментальные и прикладные исследования в области создания чувствительных и экспрессных методов анализа природных материалов и их компонентов. В данной работе используется метод исследования на основе импульсной катодолуминесценции (ИКЛ), которая возбуждается в веществе при воздействии на него мощного импульсного электронного пучка с длительностью в единицы наносекунд. Самыми существенными отличиями метода ИКЛ являются его чувствительность и экспрессность в плане простоты и скорости регистрации спектров и последующего анализа. При возбуждении мощным импульсным электронным пучком глубина проникновения электронов достигает сотен микрометров, а дальнейшая передача энергии возбуждения приводит к свечению слоя большой толщины. Кроме того, спектры образцов регистрируются без специальной пробоподготовки в воздухе при комнатной температуре. Получаемые спектры люминесценции нефти определяются природой центров люминесценции и несут информацию о строении вещества, которая задается индивидуальными геохимическими особенностями отдельного месторождения. Целью настоящего исследования было изучение импульсной катодолуминесценции нефти Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (ХМАО) и Республики Саха (Якутия), выявление аналитических параметров сходств и различий между пробами нефти, обусловленными разным происхождением.

Объекты и метод исследования. Объектами исследования выступали пробы нефти из различных месторождений Севера России (табл. 1).

Таблица 1.

Образцы нефти и их аналитические параметры

№	Название месторождения	Положение центра полос λ_i , нм			Ширина полосы $\Delta\lambda_i$, нм			Доля интегральной интенсивности полосы A_i/A		
		λ_1	λ_2	λ_3	$\Delta\lambda_1$	$\Delta\lambda_2$	$\Delta\lambda_3$	A_1/A	A_2/A	A_3/A
1	Яунлорское (ХМАО)	-	530	470	-	102	71	-	0,17	0,79
2	Федоровское (ХМАО)	641	539	466	125	88	57	0,10	0,28	0,51
3	Приобское (ХМАО)	633	544	470	114	64	62	0,06	0,13	0,46
4	Приразломное (ХМАО)	614	554	478	146	56	70	0,10	0,07	0,52
5	Ленское (Якутия)	608	530	461	137	70	68	0,09	0,20	0,65
6	Алинское (Якутия)	615	531	461	117	70	72	0,05	0,17	0,74
7	Западно-Сургутское (ХМАО)	605	512	458	124	75	46	0,12	0,52	0,27

8	Северо-Талаканское (Якутия)	625	539	468	123	65	59	0,09	0,21	0,67
9	Талаканское (Якутия)	636	533	466	106	75	52	0,06	0,32	0,54
10	Угутское (ХМАО)	632	524	466	103	77	46	0,06	0,42	0,49
11	Быстринское (ХМАО)	631	544	478	131	73	68	0,12	0,25	0,50

Импульсная катодолюминесценция образцов нефти исследовалась на установке КЛАВИ [6] (Институт электрофизики УрО РАН, Екатеринбург, Россия) (рис. 1). Установка предназначена для возбуждения и регистрации импульсной катодолюминесценции в конденсированных веществах, находящихся в воздухе при комнатной температуре, и представляет собой автоматизированный комплекс, включающий три автономных блока: блок возбуждения люминесценции (ускоритель электронов); блок регистрации (фотоприемник на базе ПЗС-линейки, соединенной с электронно-оптическим преобразователем); блок управления (компьютер со специальным программным обеспечением).



Рис. 1. Установка **КЛАВИ** (**К**атодо**Л**юминесцентный **А**нализатор **В**еществ **И**мпульсный)

Возбуждение проб нефти происходило импульсным электронным пучком со средней энергией 170 кэВ, плотностью тока 130 А/см^2 , длительностью 2 нс и плотностью энергии в импульсе $44,2 \text{ мДж/см}^2$. Число импульсов облучения, следующих с частотой 1 Гц, составляло 20 (общее время регистрации одной пробы составляет 20 с). Поглощенная доза от одного импульса электронного пучка оценивалась по эмпирической формуле для экстраполированного пробега электронов при низких энергиях и составила около 1,4 кГр. Образцы нефти устанавливались в негерметичную защитную камеру на расстоянии 12 мм от выходного окна ускорителя. Воздух в камере не прокачивался. Регистрировались интегральные по времени спектры ИКЛ в диапазоне от 350 до 700 нм. Из спектров ИКЛ автоматически вычитался фон, представляющий собой спектр свечения воздуха под электронным пучком, зарегистрированный после 20 импульсов перед помещением образца в камеру. Образцы нефти объемом 1 мл помещались в дюралевую кювету диаметром 1 см.

Результаты и обсуждение. На рис. 2 представлены спектры ИКЛ образцов нефти в энергетических координатах (см^{-1}). Все образцы люминесцируют на широкой неэлементарной полосе и имеют разные контуры.

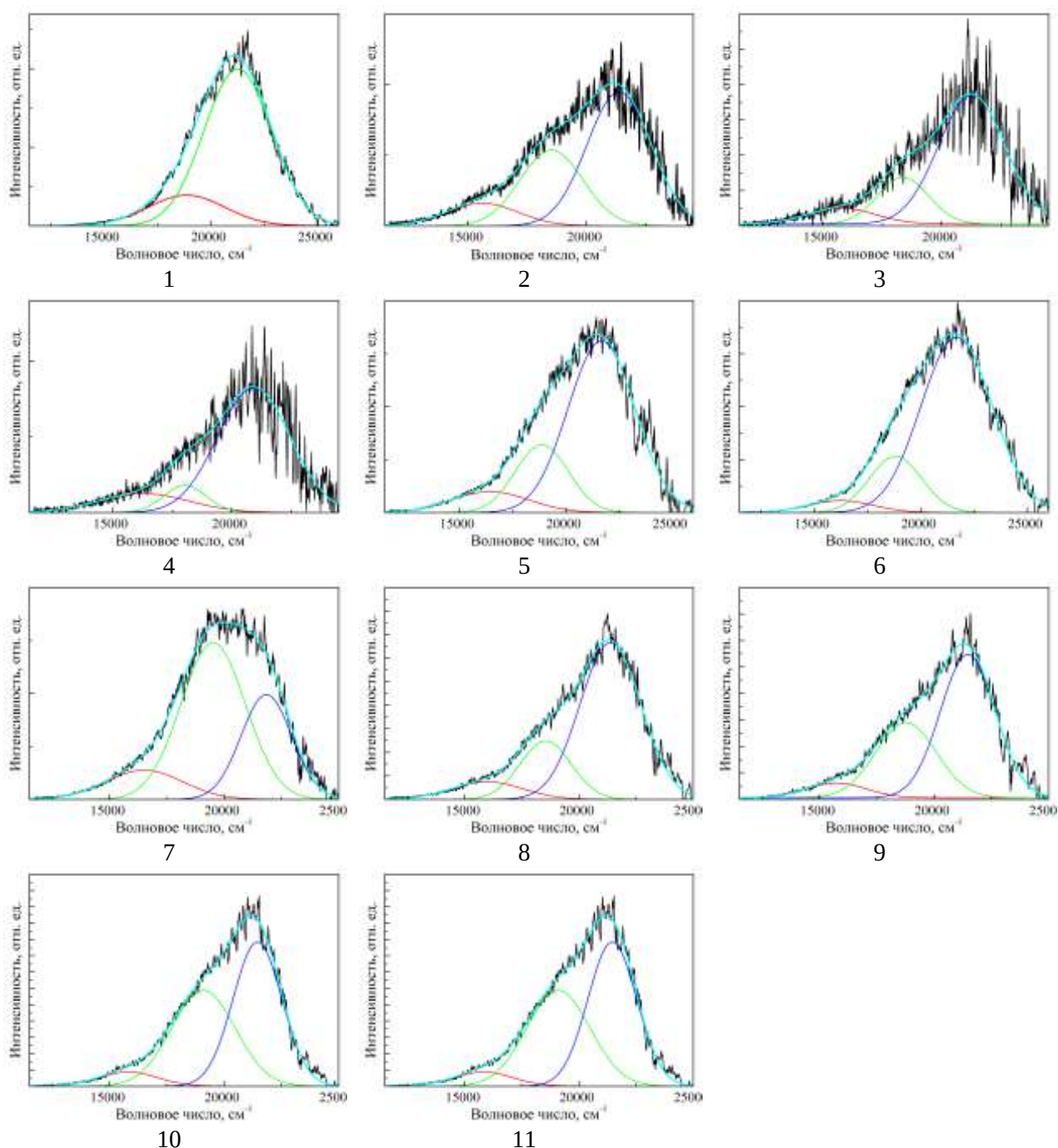


Рис. 2. Спектры ИКЛ образцов нефти из месторождений ХМАО и Якутии, и их аппроксимация.
Обозначения под спектрами в соответствии с таблицей 1.

Аппроксимация спектров с помощью кривых Гаусса показала, что каждый исследуемый образец имеет в составе полосы люминесценции три компонента. Интенсивность результирующей полосы описывается согласно формуле 1, где A_1 , A_2 , A_3 – площади под соответствующими полосами с центром при ν_1 , ν_2 , ν_3 (в см^{-1}) и шириной, равной ω_1 , ω_2 , ω_3 (в см^{-1}). Исключение составляет образец № 1, аппроксимация которого содержит только две полосы.

$$I = I_0 + \frac{A_1}{\omega_1 \sqrt{\pi/2}} \exp\left(-2 \cdot \frac{(\nu - \nu_1)^2}{\omega_1^2}\right) + \frac{A_2}{\omega_2 \sqrt{\pi/2}} \exp\left(-2 \cdot \frac{(\nu - \nu_2)^2}{\omega_2^2}\right) + \frac{A_3}{\omega_3 \sqrt{\pi/2}} \exp\left(-2 \cdot \frac{(\nu - \nu_3)^2}{\omega_3^2}\right) \quad (1)$$

Данные, полученные при аппроксимации, были переведены в нм, т.е. ν_i (см⁻¹) → λ_i (нм), ω_i (см⁻¹) → $\Delta\lambda_i$ (нм), а интегральные интенсивности отдельных полос (A_i) были отнесены к интегральной интенсивности всей полосы (A). В таблице 1 для каждого образца нефти приведены посчитанные величины. Из всех проб нефти характерными спектральными особенностями выделяется образец № 1. В спектре ИКЛ этого образца отсутствует длинноволновая компонента, но при этом присутствующая у всех остальных и изменяющаяся в диапазоне от 605 до 641 нм. Это может являться отдельным отличительным признаком данного месторождения. Положения остальных полос варьируются в областях 512–554 и 458–479 нм. Ширина соответствующих полос также изменяется.

Таким образом, для изученных образцов нефти выделенные параметры (λ_i , $\Delta\lambda_i$) и относительные параметры (A_i/A) индивидуальны и могут быть использованы для идентификации месторождения. При наличии знаний о люминесценции компонентов нефти можно определять их относительное содержание в конкретных образцах. Кроме того, абсолютные значения интенсивности люминесценции каждой пробы нефти также отличаются друг от друга и определяются физико-химическими параметрами, такими, как плотность, вязкость, наличие воды и других примесей и пр. Проведение же полномасштабного статистического люминесцентного анализа подразумевает наличие выборки образцов нефти, которая позволит однозначно определять месторождение.

Финансирование: государственное задание Минобрнауки России, проект № 124022200004-5.

Литература:

1. Bernard P. T. Composition of crude oils / P. T. Bernard, H. W. Dietrich // Petroleum formation and occurrence. Berlin : Springer, 1984. P. 375-376. ISBN 978-3-642-87815-2.
2. Abbasov V. M. Photo- and chemiluminescence of therapeutic naphthalen oil and energy transfer between its components / V. M. Abbasov, A. P. Mamedov, G. A. Nadzhafova [et al] // Oil Process Petrochem. 2013. P. 8:11-18.
3. Abdulkadir I. A rapid method of crude oil analysis using FT-IR spectroscopy / I. Abdulkadir, S. Uba, A. A. Salihu, M. N. Almustapha // Niger J Basic Appl Sci. 2016. № 24 (1). P. 47-55.
4. Yolchuyeva U. Photochemical investigation of aromatic hydrocarbons of Balakhani crude oil as petroleum luminophores / U. Yolchuyeva, R. Japharova, A. R. Vakhshouri [et al] // Applied Petrochemical Research. 2020. № 10. P.139-148.
5. Bahrudeen S. H. Chromatography as an efficient technique for the separation of diversified nanoparticles / S. H. Bahrudeen, S. B. Chandra, N. Bharathkumar, K. S. Anil // Nanomater. Chromatogr. 2018. P. 503-518.
6. Solomonov V. I. CLAVI pulsed cathodoluminescence spectroscopy / V. I. Solomonov, S. G. Michailov, A. I. Lipchak [et al] // Laser Physics. 2006. № 16. P. 126-129.

УДК 665.6/.7

ПЕРЕРАБОТКА АСФАЛЬТОСМОЛОПАРАФИНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ МИКРОВОЛНОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Теллер Е. В.¹, Петрова Ю. Ю.¹, Гавриленко М. А.^{2,1}

¹ Сургутский государственный университет, Сургут;
e-mail: teller_ev@surgu.ru

² Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск

Аннотация. Асфальтосмолопарафиновые отложения (АСПО) представляют собой экологически опасные нефтяные отходы, требующие эффективных методов утилизации из-за их токсичности. Традиционные способы переработки, такие как сжигание или захоронение, не только энергозатратны, но и приводят ко вторичному загрязнению.

Ключевые слова: асфальтосмолопарафиновые отложения, АСПО, переработка, микроволновое излучение.

PROCESSING OF ASPHALT-RESIN-PARAFFIN DEPOSITS USING MICROWAVE RADIATION

Teller E. V.¹, Petrova Yu. Yu.¹, Gavrilenko M. A.^{2,1}

¹ Surgut State University, Surgut;
e-mail: teller_ev@surgu.ru

² Tomsk Polytechnic University, Tomsk

Abstract. Asphalt-Resin-Paraffin Deposits (ARPDs) are environmentally hazardous oil wastes that require efficient treatment methods due to their toxicity. Conventional processing techniques, such as burning or burial, are not only energy-intensive but also result in secondary pollution.

Keywords: Asphalt-Resin-Paraffin Deposits, ARPD, recycling, microwave radiation.

Преобразование АСПО в углеродные наноматериалы с помощью микроволнового облучения, возможно, позволит решить проблему утилизации отходов, одновременно получая востребованный продукт, который может быть эффективно использован в методах увеличения нефтеотдачи.

Для разработки микроволнового метода получения углеродного микро- и наноматериала, навеску в ~1 г АСПО месторождения №1 обрабатывали в камере бытовой микроволновой печи Vitek VT-1693 SR при мощности микроволнового излучения 800 Вт и частоте 2450 МГц. Процесс облучения проводили в периодическом режиме с суммарной продолжительностью в 96 часов. После каждого 24-часового периода образец извлекали для анализа морфологии и фиксации структурных изменений методами микроскопии.

На начальных стадиях эксперимента исследуемый образец сохранял физико-химические характеристики исходного АСПО, проявляя свойства высоковязкой гомогенной жидкости черного цвета с характерной маслянистой консистенцией. После 48 часов обработки образец претерпел существенную трансформацию, перейдя в твердую фазу в виде сухого гетерогенного отложения, адгезированного к внутренней поверхности стакана.

Характеризацию полученного материала проводили с помощью сканирующей электронной микроскопии (Phenom XL, Thermo Fisher Scientific). На рисунке 1 представлены

СЭМ-изображения агломератов АСПО, подвергнутые микроволновому облучению в течение 48, 72 и 96 часов. Поверхность агломератов имеет слоистую, пластинчатую организацию, напоминающую отслоившиеся чешуйки. Такая структура возможна из-за термической деструкции под действием микроволн, поскольку неравномерный нагрев приводит к расслоению асфальтенов и смол, а также разрыву парафиновых цепей. Смолы и парафины испаряются или разлагаются, оставляя полости и трещины. В сравнении с оригинальным строением АСПО, происходит появление упорядоченных чешуек как признак начальной стадии графитизации.

Размеры отдельных чешуек агломерата после 48 ч составляют 47–54 мкм в длину и 7 мкм в ширину. Соотношение длины к ширине (7:1) указывает на удлиненную структуру, что типично для частично деструктированных углеводородных систем. После 72 ч происходит заметное уменьшение размеров чешуек АСПО до диапазона 22–42 мкм в длину и 6 мкм в ширину. Это можно объяснить тем, что микроволны вызывают локальные перегревы внутри агломератов, создавая механические напряжения, что приводит к микротрещинам и расслоению. 96 часов микроволновой обработки вызывает уменьшение размеров агломератов АСПО до 3–15 мкм, вследствие значительного испарения и деструкции парафиновых фракций.

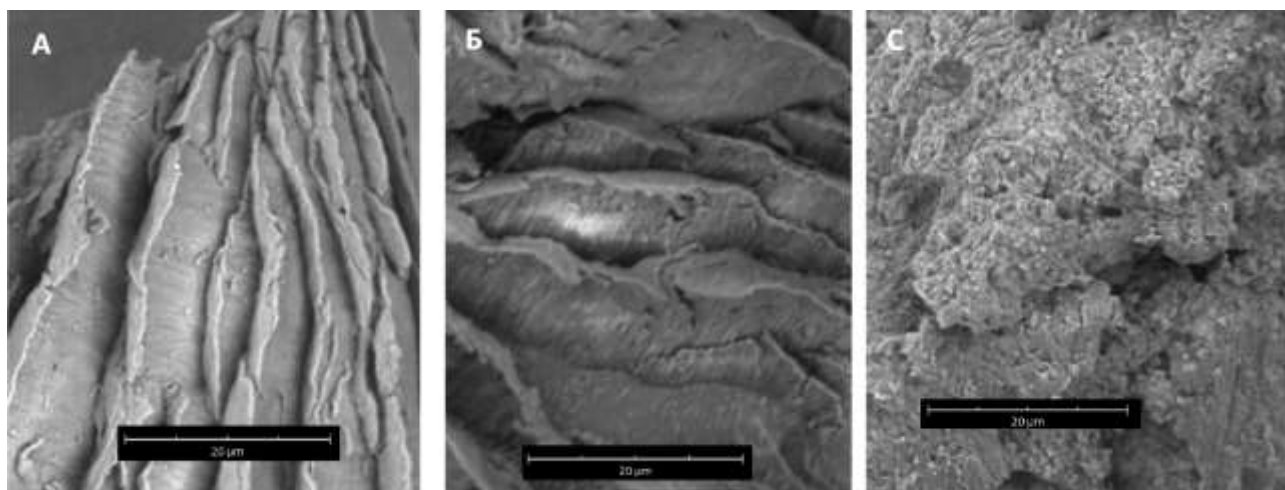


Рис. 1. СЭМ-изображения АСПО после (А) 48 ч, (Б) 72 ч и (С) 96 ч синтеза

Исследование переработки АСПО с помощью микроволнового облучения актуально как с точки зрения экологии (снижение токсичных отходов), так и экономики (создание новых материалов). Разработка такой технологии позволит решить проблему утилизации нефтяных отходов и внедрить ресурсоэффективные процессы в нефтегазовой отрасли.

УДК 631.4+504.3

ИСТОЧНИКИ ПОГРЕШНОСТЕЙ ПРИ АНАЛИЗЕ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ БОРЕАЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Туров Ю. П., Гузняева М. Ю., Лазарев Д. А., Лазарева Т. В.
Сургутский государственный университет, Сургут;
e-mail: turov_iup@surgu.ru

Аннотация. Предложен методологический подход к проведению контроля нефтяного загрязнения почвы, свободный от погрешностей вследствие потери легколетучих компонентов загрязнения и позволяющий обнаружить и оценить до 90% массы загрязняющей нефти. Результатом анализа является суммарное содержание нефтяного загрязнения и нормированные к 100% относительные массовые содержания насыщенных, ароматических веществ, нефтяных смол и асфальтенов.

Ключевые слова: нефтяное загрязнение почвы, экстракционно-гравиметрический анализ, колоночная жидкостная адсорбционная хроматография.

SOURCES OF ERRORS IN OIL POLLUTION OF SOILS ANALYSIS IN THE BOREAL TERRITORIES OF WESTERN SIBERIA

Turov Yu. P., Guznyaeva M. Yu., Lazarev D. A., Lazareva T. V.
Surgut State University, Surgut;
e-mail: turov_iup@surgu.ru

Abstract. A methodological approach to monitoring soil oil contamination is proposed. It is free from errors due to the loss of volatile contaminant components and allows for the detection and assessment of up to 90% of the contaminating oil mass. The analysis results include the total oil content and the relative mass concentrations of saturated and aromatic compounds, petroleum resins and asphaltene, normalized to 100%.

Keywords: soil oil contamination, extraction-gravimetric analysis, column liquid adsorption chromatography.

Результаты анализа нефтяного загрязнения почвы, полученные с использованием различных аттестованных для экологического контроля методик, приводят часто к получению недопустимо больших расхождений. Так, например, в работе [1] разница в результатах анализа одного и того же образца почвы разными методами достигала 8 раз. При детальном рассмотрении особенностей различных методик и методов анализа нефтяного загрязнения почвы можно выделить два возможных класса источников погрешностей – методических, связанных с процедурами калибровки, и препаративно-экспериментальных, связанных непосредственно с процедурами химических операций в процессах пробоподготовки. При этом проблемы с воспроизводимостью результатов остаются нерешенными на протяжении многих лет вплоть до настоящего времени [2].

Большая часть почв бореальных территорий Западной Сибири, подвергающаяся стрессовому воздействию со стороны предприятий нефтегазодобывающего комплекса, характеризуется высоким уровнем увлажненности. Это создает дополнительные сложности на

этапах пробоподготовки образцов при экологическом контроле состояния компонентов природной среды.

Потенциальные источники погрешностей на методическом уровне связаны, прежде всего, с чрезвычайно широкой вариабельностью состава загрязняющих веществ, которые определяются в природоохранных методиках как «нефтяные углеводороды» (УВ) или «нефтепродукты». В зависимости от источника загрязнения и природы загрязняющих веществ вариации состава могут составлять десятки процентов. В таблице 1 для иллюстрации приведен усредненный групповой состав углеводородов нефти месторождений нескольких регионов Западной Сибири.

Таблица 1.

Групповой углеводородный состав образцов нефти

Группа углеводородов, % отн.	<i>Каймысов-ский свод</i>	<i>Нижневар-товский свод</i>	<i>Варьеганско-Тагринский мегавал</i>	<i>Колтогор-ский прогиб</i>	<i>Александров-ский мегавал</i>
Алканы	82,7	77,2	59,2	51,9	54,5
Стераны	2,3	1,5	2,1	1,8	4,3
Гопаны	2,3	1,1	1,5	1,4	3,4
<i>Сумма насыщенных УВ</i>	<i>87,3</i>	<i>79,9</i>	<i>62,8</i>	<i>55,1</i>	<i>62,2</i>
Моно Ароматика	7,0	12,4	14,2	30,5	13,9
Биарены	3,1	3,0	13,1	5,8	7,5
Триарены	1,0	1,6	6,0	4,4	6,7
Триароматические стероиды	1,3	2,3	1,8	2,3	5,2
Тетра Ароматика	0,3	0,8	2,2	1,7	4,2
Пента Ароматика	< 0,1	0,1	< 0,1	0,2	0,5
<i>Сумма ароматических УВ</i>	<i>12,7</i>	<i>20,1</i>	<i>37,2</i>	<i>44,9</i>	<i>37,8</i>

Как следует из данных таблицы 1, относительные содержания насыщенных и ароматических УВ различаются в несколько раз (~ 7:1 для образцов нефти Каймысовского свода и ~ 1:1,2 для Колтогорского прогиба). А ведь в составе образцов сырой нефти присутствуют еще и неуглеводородные компоненты, в том числе смолы и асфальтены, содержание которых может достигать половины общей массы нефти. Поэтому изначальная ориентировка на экологический контроль в почве только УВ неизбежно будет приводить к неконтролируемым погрешностям. Если финальной процедурой анализа нефтяного загрязнения почвы является гравиметрия, ориентированная на определение массы насыщенных УВ или нефтепродуктов, то содержание таблицы 1 и игнорирование возможного присутствия нефтяных смол и асфальтенов неизбежно приводит к погрешностям.

Дополнительные проблемы возникают при калибровке финальных стадий аналитических методик – основное требование аналитической химии (максимальная близость состава анализируемого образца составу стандартных образцов для калибровки) практически невыполнимо для любых методик со спектрофотометрическим окончанием: ИК, УФ и флуоресцентным. Из-за широкой вариабельности аналитов в исследуемых образцах нефтезагрязненной почвы не существует и не может существовать эталонный стандартный

образец, «близкий» по составу к широко варьирующемуся составу реальных образцов загрязняющей нефти.

На стадии пробоподготовки дополнительные погрешности возникают при доведении пробы почвы до «воздушно-сухого» состояния в соответствии с требованиями всех аттестованных для экологического контроля методик. При оценке возможных потерь легких компонентов нефтяного загрязнения почвы нами в условиях моделирования «высушивания» почвы, загрязненной гексадеканом и гептадеканом, было установлено, что за сутки выдерживания свежезагрязненной почвы при комнатной температуре испаряется 6,5% гексадекана и 5% гептадекана. При исследовании загрязнения почвы сырой нефтью только за счет этого возможно занижение результатов оценки до 5–10% отн. При анализе загрязнения почвы дизельным топливом погрешности могут достигать уже 40%.

Поэтому для получения реальной картины нефтяного загрязнения почвы нами предлагается модифицировать препаративный этап пробоподготовки – не доводить образец почвы до воздушно-сухого состояния, а проводить горячую экстракцию хлороформом в аппарате Сокслета при исходной влажности с последующим обезвоживанием экстракта осушением его безводным сульфатом натрия и разделением на фракции насыщенных, ароматических углеводородов, нефтяных смол и асфальтенов методами колоночной жидкостной адсорбционной хроматографии в соответствии с процедурами SARA-анализа [3]. Проверка такого модифицированного подхода к анализу нефтезагрязненных образцов почвы с повышенной влажностью, характерной для бореальных регионов Западной Сибири, в условиях модельного лабораторного эксперимента показала, что доля обнаруживаемого загрязнения почвы сырой нефтью достигает 90–92% с возможностью отдельного определения массового содержания насыщенных и ароматических углеводородов, нефтяных смол и асфальтенов. Для идентификации источников загрязнения состав каждой группы веществ дополнительно может быть проанализирован спектральными, хроматографическими и хроматомасс-спектральными методами.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда № 25-24-20085, <https://rscf.ru/project/25-24-20085>.

Литература:

1. Околелова А. А. Определение содержания нефтепродуктов в почвах инструментальными и ИК-спектральными методами / А. А. Околелова, Н. А. Рахимова, А. С. Мерзлякова [и др.] // *Фундаментальные исследования*. 2014. № 5. Ч. 1. С. 89-92. URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=33792> (дата обращения: 10.10.2025).
2. Марютина Т. А. Особенности выбора метода определения нефтепродуктов в почвах в зависимости от экологических задач / Т. А. Марютина, Ю. Н. Романова, Н. С. Мусина // *Аналитика*. 025. Т. 15. № 4. С. 292-301. URL: <https://doi.org/10.22184/2227-572X.2025.15.4.292.301> (дата обращения: 10.10.2025).
3. Fan T. G. Evaluating Crude Oils by SARA Analysis / T. G. Fan, J. X. Wang, J. S. Buckley // *Proceedings of Society of Petroleum Engineers SPE/DOE Improved Oil Recovery Symposium*. 2002. P. 75228. DOI 10.2118/75228-MS.

УДК 665.7.038.64

СИНТЕЗ И АНАЛИЗ ДИСПЕРГАТОРА НА ОСНОВЕ ЖИРНЫХ КИСЛОТ ТАЛЛОВОГО МАСЛА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА НИЗКОЗАСТЫВАЮЩИХ ДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ

Шишов А. А., Закирова К. Р., Жаркова М. А., Францина Е. В.
Сургутский государственный университет, Сургут;
e-mail: shishov_aa@edu.surgu.ru

Аннотация. Ужесточение экологических норм, в частности, переход на ультрамалосернистые дизельные топлива, приводит к потере ими природных противоизносных свойств. Это негативно сказывается на топливной аппаратуре. Одновременно существует задача обеспечения низкотемпературных свойств топлив, таких как температура застывания и помутнения, особенно для регионов с холодным климатом. Современный рынок присадок для модификации низкотемпературных свойств предлагает, как правило, узкоспециализированные решения. Широко распространено разделение функций: депрессорные присадки и диспергирующие присадки. Несмотря на появление депрессорно-диспергирующих присадок, многие из них, особенно импортные, отличаются высокой стоимостью и демонстрируют нестабильную эффективность в составе различных дистиллятных фракций. Их совместное применение с другими компонентами не только увеличивает общую стоимость, но и зачастую приводит к эффекту антагонизма, когда компоненты негативно влияют на эффективность друг друга. Кроме того, сохраняется высокая зависимость от сырья нефтяного происхождения. В этой связи разработка многофункциональных присадок, совмещающих функции диспергатора и модификатора низкотемпературных свойств, является перспективным решением.

Ключевые слова: дизельное топливо, депрессорная присадка, диспергирующая присадка, депрессорно-диспергирующая присадка, талловое масло, триэтаноламин.

SYNTHESIS AND ANALYSIS OF A DISPERSANT BASED ON TALL OIL FATTY ACIDS FOR THE PRODUCTION OF LOW-SETTING DIESEL FUELS

Shishov A. A., Zakirova K. R., Zharkova M. A., Franzina E. V.
Surgut State University, Surgut;
e-mail: shishov_aa@edu.surgu.ru

Abstract. Stricter environmental regulations, in particular, the transition to ultra-low-sulfur diesel fuels, leads to the loss of their natural anti-wear properties. This has a negative effect on fuel equipment. At the same time, there is a challenge to ensure low-temperature properties of fuels, such as solidification and turbidity temperatures, especially for regions with a cold climate. The modern additive market for modification of low-temperature properties offers, as a rule, highly specialized solutions. The separation of functions is widespread: depressant additives and dispersing additives. Despite the appearance of depressant-dispersing additives, many of them, especially imported ones, are highly expensive and exhibit unstable effectiveness in the composition of various distillate fractions. Their combined use with other components not only increases the total cost, but also often leads to an antagonism effect, when the components negatively affect each other's effectiveness. In addition, there remains a high dependence on raw materials of petroleum origin. In this regard, the

development of multifunctional additives that combine the functions of a dispersant and a modifier of low-temperature properties is a promising solution.

Keywords: diesel fuel, depressant additive, dispersing additive, depressant-dispersing additive, tallow oil, triethanolamine.

Цель работы: синтез и оценка эффективности новой присадки-диспергатора на основе жирной кислоты таллового масла и триэтаноламина для улучшения фильтруемости и низкотемпературных характеристик дизельных топлив.

В качестве сырья использовалась жирная кислота таллового масла, получаемая ректификацией сырого таллового масла – побочного продукта целлюлозно-бумажного производства.

Реакцией дистиллята таллового масла и триэтаноламина в среде толуола в условиях азеотропной отгонки воды и присутствии кислотного катализатора был получен моноэфир при мольном соотношении дистиллят таллового масла : триэтаноламин – 1 : 1 (рис. 1).

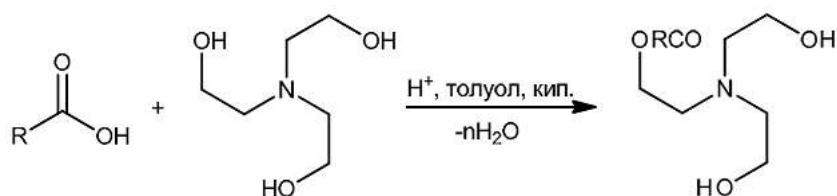


Рис. 1. Схема синтеза моноэфира триэтаноламина

Для оценки эффективности действия синтезированного диспергатора для дизельного топлива были проведены исследования: приготовление товарной формы депрессорной-диспергирующей присадки для дизельного топлива и исследование их низкотемпературных свойств, исследование седиментационной устойчивости.

Для приготовления товарной формы депрессорно-диспергирующей присадки, депрессор и диспергатор смешали в соотношении 2 : 1 и измеряли низкотемпературные характеристики. Использовали коммерческий депрессор. Определяли седиментационную устойчивость дизельного топлива при холодном хранении ($-15^\circ C$). Расслоения не наблюдалось. В эксперименте использовали топливо с композицией депрессор : диспергатор в массовом соотношении 2 : 1.

В результате проведённой работы был синтезирован и охарактеризован новый многофункциональный диспергатор на основе жирных кислот таллового масла и триэтаноламина. Оценка эффективности показала, что разработанная присадка эффективно улучшает низкотемпературные характеристики дизельных топлив, снижая температуру помутнения и застывания. Таким образом, предложена альтернатива существующим импортным аналогам. Использование возобновляемого сырья (таллового масла) делает процесс синтеза экономически выгодным и экологически ориентированным. Внедрение разработанной присадки позволит расширить ассортимент эффективных отечественных депрессорно-диспергирующих присадок для современных низкозастывающих дизельных топлив.

Секция
КОМПЛЕКСНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СЕВЕРА РОССИИ И АРКТИКИ

УДК 631.37

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ
ХАРАКТЕРИСТИК ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ
ТРАВМАТИЗМ**

Ермакова А. А.

*Сургутский государственный университет, Сургут;
e-mail: Ermakova.anna87@mail.ru*

Аннотация. В статье представлены результаты исследования человеческого фактора как ключевой детерминанты производственного травматизма на объектах газотранспортного предприятия. На основе комплексного подхода, включающего анкетирование, интервью и анализ документации, выявлены основные социально-психологические и организационные причины рискованного поведения персонала.

Ключевые слова: человеческий фактор, производственная безопасность, производственный травматизм, социально-демографический профиль, организационная культура.

**STUDY OF THE INFLUENCE OF SOCIO-ECONOMIC CHARACTERISTICS OF THE
HUMAN FACTOR ON OCCUPANCY INJURIES**

Ermakova A. A.

*Surgut State University, Surgut;
e-mail: Ermakova.anna87@mail.ru*

Abstract. The article presents the results of a study of the human factor as a key determinant of occupational injuries at the facilities of Gazprom Transgaz Surgut LLC. Based on an integrated approach, including questionnaires, interviews, and documentation analysis, the main socio-psychological and organizational reasons for risky personnel behavior have been identified.

Keywords: human factor, industrial safety, occupational injuries, socio-demographic profile, organizational culture.

Актуальность проблематики производственного травматизма обусловлена его высокой социально-экономической значимостью и сохраняющимся уровнем профессиональных рисков в промышленном секторе. Несмотря на постоянное совершенствование технических систем защиты и ужесточение нормативных требований, человеческий фактор продолжает оставаться одной из ключевых причин инцидентов на производстве. В современных условиях особое значение приобретает не просто констатация роли человеческого фактора, а глубокое изучение социально-психологических и организационных механизмов, лежащих в основе рискованного поведения персонала. Особую актуальность такие исследования имеют для объектов повышенной опасности, к которым относятся предприятия газотранспортной системы [1].

Установлено, что нарушения безопасности обусловлены не техническими недостатками, а такими факторами, как спешка, давление сроков, недооценка рисков и групповые нормы. В данной статье определены наиболее уязвимые группы сотрудников и предложена система антропоцентрических мер управления безопасностью, интегрирующая технические решения с учетом психофизиологических и социально-демографических особенностей персонала для минимизации производственных рисков.

Для достижения данной цели была определена выборка и проведен анализ репрезентативности. Объем выборки составил 87 опрошенных работников, что было рассчитано с использованием формулы Cochran при доверительном интервале 95% и погрешности 5%. Выборка была стратифицирована по ключевым позициям:

- Линейный персонал (машинисты КС, электромонтеры) – 45 человек;
- Технические специалисты (инженеры КИПиА, механики) – 26 человек;
- Руководители среднего звена (начальники смен, участков) – 16 человек.

Критерии включения в выборку:

- Стаж работы в компании более одного года;
- Непосредственное участие в производственных процессах;
- Добровольное информированное согласие.

Методы сбора данных включали структурированное анкетирование, охватывающее 87 человек, с использованием следующих элементов:

- Блок социально-демографических данных (возраст, образование, стаж);
- Шкала оценки мотивации безопасности (Cronbach's $\alpha = 0,84$);
- Опросник психоэмоционального состояния (POMS);
- Тест риск-ориентированного мышления (5 сценариев с вариантами действий).

Кроме анкетирования проводились полуструктурированные беседы с 15 опрашиваемыми участниками. Беседа включала 12 ключевых вопросов с продолжительностью 10–15 минут. Примеры вопросов включали:

«Опишите типичные ситуации принятия рискованных решений в вашей практике».

«Как влияет возрастной состав бригады на соблюдение требований по технике безопасности?».

Также проводился анализ документации, включая данные медосмотров за 2020–2024 годы, журналы инструктажей и допусков, а также статистику нарушений требований безопасности по подразделениям.

Ключевые выводы из типичных ответов опрошенных сотрудников показали:

Спешка и давление сроков/руководства доминировали у линейного персонала (более 70% машинистов КС и электромонтеров) и 50% техспециалистов.

Желание упростить/ускорить процесс «сделать побыстрее» было ключевым для ~65% опрошенных, особенно в оперативных группах (машинисты, электромонтеры).

Недооценка опасности «авось» была характерна преимущественно для работников со стажем менее 5 лет (до 40% в этой подгруппе).

Экономия ресурсов (время, силы) актуальна при «мелких» задачах (~60% ответов), часто ведя к отказу от СИЗ или процедур.

Привычка «всегда так делали» устойчиво проявлялась у опытных работников и в стабильных бригадах (подтверждено > 15% опрошенных).

Давление коллектива/авторитета «неудобно отказаться» значимо влияло на ~35% молодых специалистов.

Нежелание оформлять документацию (наряды-допуски) было основной проблемой у 80% руководителей среднего звена и техспециалистов, напрямую связанной с бюрократической нагрузкой.

Конкретные рискованные действия (подтвержденные беседами и документами):

Работа под напряжением без обесточивания – выявлена склонность у 30% электромонтеров в тестах, часто оправдываемая «опытом».

Игнорирование «мелких» неисправностей оборудования – частая практика механиков и машинистов КС «пока работает», фиксируемая в журналах ремонтов.

Отклонение от наряда-допуска/ППР – признали до 25% опрошенных в тестах, особенно при ремонтах «по мелочи».

Нарушения при работах на высоте (неполное крепление, отказ от страховки) – упомянуты в беседе как «вынужденная мера» при сложном доступе.

Вход в замкнутые пространства без замеров/допуска – критическое нарушение, описанное ~10% опрошиваемых как «редкое, но опасное».

Работа в опасных условиях (усталость, плохая погода) – подтверждена корреляцией данных POMS (высокие баллы усталости) и медосмотров (рост жалоб).

Систематический отказ от СИЗ для «быстрых» задач – массовое явление (> 50% анкет), особенно СИЗОД и наушников.

Обход блокировок/ограждений – тесно связан с мотивом «упрощения», характерен для оперативного персонала при устранении «понятных» неполадок.

Анализ документации (журналы инструктажей, статистика нарушений) независимо подтвердил высокую частоту нарушений, связанных с экономией времени и отказом от СИЗ, а также выявил формальный характер части инструктажей и тренд роста утомляемости в группах с ненормированной нагрузкой. Наиболее уязвимыми оказались линейные сотрудники (электромонтеры, машинисты) и молодые специалисты, испытывающие двойное давление – производственных норм и коллективного опыта.

Рассматривая возрастной критерий опрошиваемых получили результат:

Молодые работники (до ~35):

Плюсы: Энергичны, легче обучаются новым правилам/технологиям.

Минусы: Недостаток опыта для оценки скрытых рисков; самоуверенность; восприятие правил как излишних; склонность к спешке и нарушениям под давлением сверстников; непонимание последствий.

Работники среднего и старшего возраста (~40+):

Плюсы: Огромный практический опыт; развитая «производственная интуиция»; понимание реальных последствий нарушений; большая ответственность; стабильность.

Минусы: Консерватизм, сопротивление изменениям в процедурах безопасности; возможное пренебрежение правилами из-за излишней уверенности в опыте («шапкозакидательство»); физические ограничения; усталость.

В рамках психодиагностики использовалась методика HSE Risk Attitude Tool [2], валидизированная для нефтегазовой отрасли, что позволило оценить когнитивные искажения в восприятии рисков.

Хронометражные наблюдения охватывали фиксирование 420 рабочих операций, что позволило провести анализ временных параметров соблюдения регламентов.

Рассматривая анализ социально-демографического профиля, отметим само определение, социально-демографический профиль – это совокупность объективных и количественно измеримых характеристик, описывающих положение индивида в общественной структуре. Согласно анализу Федеральной службы государственной статистики (Росстат, 2020–2024) [8], к ключевым параметрам данного профиля традиционно относятся пол, возраст, уровень образования, семейное положение, размер и структура домохозяйства, национальность, а также место проживания (тип населенного пункта и регион). Эти универсальные критерии являются основой для сегментации населения и проведения сравнительного анализа.

В свою очередь, профессиональная характеристика является уточняющим и углубляющим элементом социального портрета, фокусирующимся на положении индивида в

экономической системе. Как отмечается в научной литературе [4], она включает в себя такие аспекты, как род занятий (профессия или специальность в соответствии с общероссийскими классификаторами), занимаемая должность, отрасль экономики, тип и размер предприятия-работодателя, а также стаж работы и уровень дохода. Сочетание этих двух блоков информации создает комплексный портрет респондента, который является существенным для корректной интерпретации данных опроса.

Социально-демографический профиль и профессиональная характеристика представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Распределение участников опроса по ключевым параметрам

№ п/п	Параметр	Категория	Доля (%)	Корреляция с безопасностью
1	Возраст	25–35 лет	28%	Обратная U-зависимость (пик внимательности 35–45)
		36–45 лет	41%	Наиболее сильная положительная корреляция (пик)
		46+ лет	31%	Снижение корреляции (ниже пика)
2	Образование	Без проф. образования	29%	Слабая/отрицательная корреляция
		Среднее спец.	63%	$r=0,42$ с соблюдением регламентов
		Высшее техническое	37%	Наиболее сильная положительная корреляция ($r=0,58-0,65$)
3	Стаж в отрасли	< 5 лет	22%	Прямая корреляция с риск-ориентацией ($r = 0,67$)
		5–15 лет	54%	Средний уровень риск-ориентации
		> 15 лет	24%	Наиболее низкая риск-ориентация (обратная корреляция с риском)
4	Квалификация	2 разряд	15%	Низкая корреляция с безопасностью
		3 разряд	38%	Критичный фактор ($\chi^2 = 12,7$; $p < 0,01$)
		4–5 разряд	45%	Умеренная положительная корреляция
		6 разряд	17%	Наиболее сильная положительная корреляция с безопасностью

Обоснование данных таблицы 1:

– возраст (46+ лет): Указана обратная U-зависимость, где пик приходится на группу 36–45 лет. Следовательно, для следующей возрастной группы (46+) корреляция с безопасностью снижается;

– образование (Без проф. образования и Высшее техническое): для категории без профессионального образования логично предположить наиболее слабую корреляцию с соблюдением норм безопасности по сравнению с подготовленными специалистами. Высшее техническое образование, предполагающее глубокое понимание процессов и технологий, должно демонстрировать наиболее сильную положительную корреляцию с безопасным поведением, что выше, чем у специалистов со средним специальным образованием ($r = 0,42$);

– стаж в отрасли (5–15 лет и > 15 лет): указана прямая корреляция стажа с риск-ориентацией ($r = 0,67$ для группы с наименьшим стажем). Это означает, что чем меньше стаж, тем выше склонность к риску. Следовательно, группа 5–15 лет демонстрирует средние показатели. Группа с наибольшим стажем (> 15 лет) обладает наибольшим опытом и, вероятно, лучше осознает последствия, поэтому имеет самую низкую риск-ориентацию, что

означает самую высокую обратную корреляцию с риском (и, соответственно, прямую с безопасностью);

– квалификация (2 разряд, 4–5 разряд, 6 разряд): указано, что квалификация является критичным фактором. Логично предположить, что с ростом разряда (как показателя мастерства и опыта) корреляция с безопасным поведением усиливается. Таким образом, 2 разряд (низший) имеет самую слабую корреляцию. 4–5 разряд (средний) показывает умеренную положительную корреляцию. 6 разряд (высший) демонстрирует наиболее сильную положительную корреляцию.

Выявленные закономерности можно структурировать следующим образом:

«Возрастной парадокс»:

Максимальное следование требованиям безопасности наблюдается у группы 36–45 лет с оценкой 4,2 балла. Минимальное следование требованиям безопасности зарегистрировано у молодежи младше 30 лет (2,8 балла) и предпенсионеров (3,1 балла).

«Образовательный разрыв»:

Специалисты с высшим образованием демонстрируют на 37% более осознанное отношение к рискам по сравнению с другими группами.

«Эффект адаптации»:

После 5 лет стажа фиксируется рост рискованного поведения, что выражается в увеличении числа нарушений на 42%.

Психологический климат, оцененный по шкале OSI, показывает, что 62% бригад находятся в зоне оптимального напряжения, 28% испытывают повышенную конфликтность, а 10% проявляют признаки эмоционального выгорания. Ключевые корреляции указывают на то, что плотность нарушений техники безопасности увеличивается в 2,3 раза при высоком уровне стресса, в то время как группы с возрастным разнообразием демонстрируют снижение травматизма на 41% [9].

Анализ риск-ориентированного мышления выявил определенные результаты диагностики по шкале OSI, представленные на графике (рис. 1).

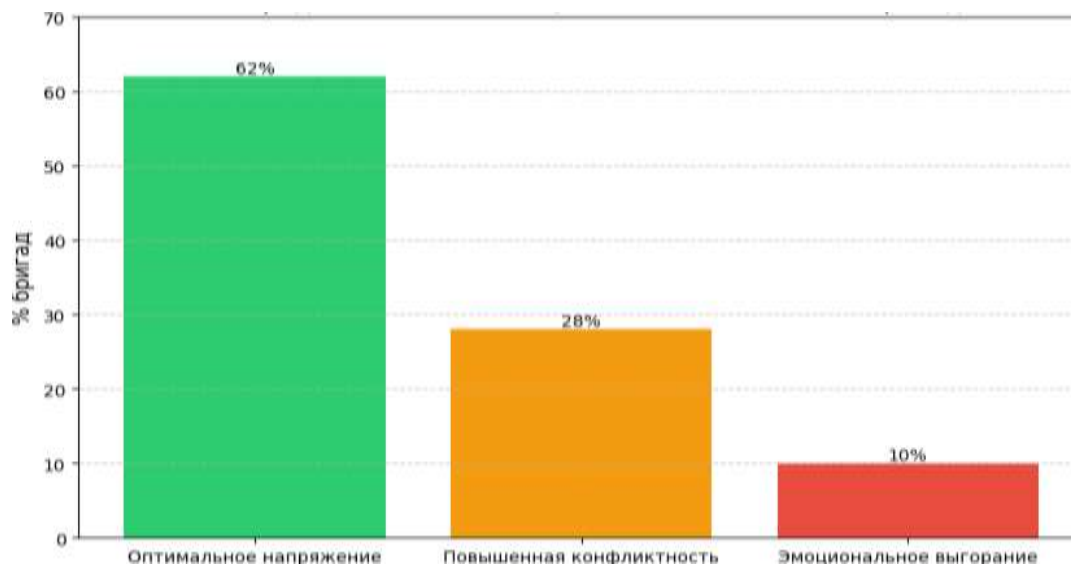


Рис. 1. Распределение по психоэмоциональному состоянию бригад

График (рис. 1) демонстрирует факторы, влияющие на риск-восприятия, указывающие на личностные факторы, влияющие на безопасность, включают:

Уровень стресса ↔ нарушения ТБ ($r = 0,78$; $p < 0,001$)

Конфликтность ↔ снижение взаимоконтроля ($\beta = 0,64$)

Выгорание ↔ игнорирование опасных условий (OR = 4,2; 95% ДИ 2,1–8,3)

Факторы групповой динамики.

Рассмотрим регрессионную модель влияния на безопасность:

$$\text{Безопасность} = 8,34 - 0,41 \times \text{Конфликтность} + 0,29 \times \text{Кросс-менторство} - 0,57 \times \text{Групповое_единомыслие} \\ (R^2_{\text{adj}} = 0,73) \quad 1)$$

Таблица 2.

Взаимосвязь здоровья и безопасности

№ п/п	Параметр здоровья	Группа	Частота нарушений
1	Хронические заболевания	Присутствуют	3,2 на чел/год
2		Отсутствуют	1,7 на чел/год
3	Усталость (по шкале PFS)	Высокая	4,1 на чел/год
4	Умеренная	2,3 на чел/год	Умеренная

Наблюдаемые паттерны показывают следующее: в бригадах с ротацией лидеров наблюдается снижение нарушений на 32%. В группах с фиксированным составом более двух лет фиксируется увеличенный риск (на 15%) принятия решений [6]. В то же время коллективы с неформальным лидером-новатором демонстрируют рост внедрения безопасных практик.

Проведенное исследование подтверждает высокую значимость человеческого фактора как ключевой причины производственного травматизма на объектах повышенной опасности, в частности, на предприятиях газотранспортной системы. Было установлено, что нарушения правил безопасности обусловлены не техническими недостатками, а комплексом социально-психологических и организационных причин. К доминирующим из них относятся спешка и давление сроков (более 70% у линейного персонала), желание упростить процесс (~65% опрошенных), недооценка рисков среди молодежи и устойчивые, но небезопасные привычки среди опытных работников.

Исследование выявило четкие закономерности между социально-демографическими, профессиональными характеристиками персонала и склонностью к рискованному поведению [5]. Наиболее уязвимыми группами оказались линейные сотрудники (электромонтеры, машинисты КС) и молодые специалисты со стажем менее 5 лет, испытывающие двойное давление – производственных норм и коллективного опыта. Был идентифицирован «возрастной парадокс»: максимальное соблюдение требований безопасности демонстрирует группа 36–45 лет, тогда как молодежь и предпенсионеры показывают наихудшие результаты. Также обнаружен «образовательный разрыв»: специалисты с высшим техническим образованием проявляют на 37% более осознанное отношение к рискам.

Важным выводом является подтверждение сильной корреляции психоэмоционального состояния и уровня безопасности. Высокий уровень стресса, конфликтности и выгорания в коллективе статистически значимо увеличивает частоту нарушений (в 2,3 раза). Анализ также показал, что групповые факторы, такие как наличие кросс-менторства и ротация лидеров, положительно влияют на безопасность, в то время как излишнее групповое единомыслие и фиксированный состав бригады свыше двух лет – повышают риски.

На основе полученных данных авторами предложена система антропоцентрических мер управления безопасностью. Ее ключевой принцип – интеграция технических решений с учетом выявленных психофизиологических и социально-демографических особенностей персонала [7]. Это предполагает разработку дифференцированных программ обучения, адресных мероприятий по улучшению психологического климата в конкретных группах риска и оптимизацию процедур с целью снижения бюрократической нагрузки, которая сама по себе провоцирует нарушения.

Литература:

1. Бакико Е. В. Оценка состояния профессиональной компетентности специалистов в области охраны труда и ее влияние на социально-трудовые отношения / Е. В. Бакико, В. С. Сердюк, Е. В. Яковлева // Вестник ОмГУ. Серия: Экономика. 2020. № 3. С. 42-58. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-sostoyaniya-professionalnoy-kompetentnosti-spetsialistov-v-oblasti-ohrany-truda-i-ee-vliyanie-na-sotsialno-trudovye> (дата обращения: 11.09.2025).
2. Ермилова А. А. Анализ причин аварий, инцидентов и несчастных случаев, произошедших на газотранспортном предприятии / А. А. Ермилова, Л. Б. Хайруллина // Вестник науки. 2024. Т. 2. № 1 (70). С. 818-822. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-prichin-avariy-incidentov-i-neschastnyh-sluchaev-proizoshedshih-na-gazotransportnom-predpriyatii> (дата обращения: 11.09.2025).
3. Кулешов В. В. Количественная оценка влияния человеческого фактора на уровень профессионального риска / В. В. Кулешов, Н. О. Ковальковская, Е. В. Бакико, В. С. Сердюк // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. 2021. № 2. С. 47-54. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kolichestvennaya-otsenka-vliyaniya-chelovecheskogo-faktora-na-uroven-professionalnogo-riska> (дата обращения: 11.09.2025).
4. Лаговская В. В. Влияние человеческого фактора на охрану труда // Молодой ученый. 2019. № 51 (289). С. 414-416. URL: <https://moluch.ru/archive/289/65604/> (дата обращения: 11.09.2025).
5. Москвина М. С. Состояние производственного травматизма с тяжелыми последствиями в разрезе субъектов Российской Федерации // Экономика труда. 2024. Т. 11. № 9. С. 1507-1526. DOI 10.18334/et.11.9.121664.
6. Самарская Н. А. Влияние человеческого фактора на трансформацию охраны труда в контексте современной теории поколений // Лидерство и менеджмент. 2023. Т. 10. № 3. С. 837-856. DOI 10.18334/lim.10.3.118237.
7. Ушакова Ю. В. Человеческий фактор как один из методов исследования причин возникновения производственного травматизма // Научный журнал. 2018. № 1 (24). С. 9-10. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/chelovecheskiy-faktor-kak-odin-iz-metodov-issledovaniya-prichin-vozniknoveniya-proizvodstvennogo-travmatizma> (дата обращения: 11.09.2025).
8. Статистический бюллетень (производственный травматизм) за 2021-23 гг. // Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 11.09.2025).
9. Условия труда и производственный травматизм // Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://24.rosstat.gov.ru/folder/108216?ysclid=m9vkuuvaqh987285136> (дата обращения: 11.09.2025).

УДК 331.4

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ НА ПРОИЗВОДСТВЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВОЙ МОДЕЛИ

Каримов Т. М., Ончева Е. М.

*Сургутский государственный университет, Сургут;
e-mail: karimov_tm@edu.surgu.ru, oncheva_em@surgu.ru*

Аннотация. В статье представлен подход к автоматизации процедуры оценки профессиональных рисков на производственных объектах. Предлагаемая система использует нейросетевые модели для анализа комплекса данных, включающего фотографии, видео и нормативные документы по конкретному рабочему месту. На основе анализа система идентифицирует опасности, рассчитывает уровни риска и автоматически формирует итоговый документ – карту оценки профессиональных рисков. В работе описана структура системы, методика анализа данных и результаты апробации. Исследование демонстрирует существенное сокращение трудозатрат и повышение объективности оценки по сравнению с традиционными методами аудита.

Ключевые слова: оценка профессиональных рисков, охрана труда, автоматизация процессов, нейросетевые модели, анализ данных, карта оценки рисков, система управления охраной труда, идентификация опасностей, расчёт уровня риска.

AUTOMATION OF OCCUPATIONAL RISK ASSESSMENT IN PRODUCTION USING A NEURAL NETWORK MODEL

Karimov T. M., Oncheva E. M.

*Surgut State University, Surgut;
e-mail: karimov_tm@edu.surgu.ru, oncheva_em@surgu.ru*

Abstract. The article presents an approach to automating the occupational risk assessment procedure at production facilities. The proposed system uses neural network models to analyze a set of data, including photographs, videos, and regulatory documents for a specific workplace. Based on the analysis, the system identifies hazards, calculates risk levels and automatically generates a final document – an occupational risk assessment card. The paper describes the structure of the system, the methodology of data analysis and the results of testing. The study demonstrates a significant reduction in labor costs and an increase in the objectivity of the assessment compared to traditional audit methods.

Keywords: occupational risk assessment, occupational safety, process automation, neural network models, data analysis, risk assessment map, occupational safety management system, hazard identification, risk level calculation.

Оценка профессиональных рисков является неотъемлемым элементом системы управления охраной труда, регламентированным действующим законодательством. Основная цель процедуры – выявление и анализ опасностей производственной среды для последующей разработки мер по их устранению или снижению [1].

Традиционный подход к оценке рисков, основанный на экспертном аудите, сопряжен с рядом недостатков [2]. К ним относятся высокая трудоемкость, временные затраты,

субъективность, зависящая от квалификации и опыта специалиста. Это ограничивает частоту и охват проверок, что приводит к несвоевременному выявлению производственных угроз.

Цель исследования – разработка и апробация автоматизированного формирования карты профессиональных рисков на основе нейросетевого анализа данных с рабочего места.

Предлагаемая система функционирует в три основных этапа:

1. Сбор данных, их анализ и генерация отчетности. Нейросети предоставляются фотоматериалы (снимки рабочей зоны, средств индивидуальной защиты и т. д.), видеоматериалы (записи рабочего процесса, тренировок аварийных ситуаций и т. д.), аудиоматериалы (записи непосредственного рабочего процесса) и нормативная документация (инструкции по охране труда, пожарной, промышленной и электробезопасности, должностная инструкция, технологические карты, планы производства работ и т. д.).

2. Нейросетевой анализ данных. Обработка данных осуществляется комплексом модулей нейронных сетей. Для примера взята нейросеть «КиоутЧАТ» для специалистов в области охраны труда, экологии, пожарной, промышленной и электробезопасности; она способна делать анализ нормативной документации, фото-, видео- и аудиоматериалов с оценкой несоответствий, классификацию их в качестве опасностей и расчет уровня риска.

3. Генерация отчета. По итогам анализа система автоматически формирует карту оценки профессиональных рисков в соответствии с ГОСТ Р 12.0.010-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Системы управления охраной труда. Определение опасностей и оценка рисков. Пример сгенерированного отчета приведен в рисунке 1.



Карта профессиональных рисков для машиниста автомобильного крана 8 разряда

На основе рабочей инструкции, инструкции по охране труда, технологической карты, 5 фото, 1 видео, в соответствии с ГОСТ Р 12.0.010-2009

№	Опасность / источник риска	Возможная причина	Возможные последствия	Вероятность (P)	Тяжесть (S)	Уровень риска (R=P×S)	Меры управления и профилактики
1	Падение из-за потери равновесия, спотыкания, подскользывания	Скользкий пол, лёд, мусор	Травмы, ушибы	3	3	Средний	Очистка площадки, противоскользящая обувь
2	Падение с высоты	Отсутствие ограждений, обрыв троса	Смертельная травма	2	5	Высокий	Ограждения, страховочные пояса
3	Падение при перепаде высот	Неровности, колеи, ямы	Переломы	3	3	Средний	Осмотр площадки, ограждение
4	Поражение электротоком	Работа возле ЛЭП, дефект изоляции	Электротравма	2	5	Высокий	Наряд-допуск, безопасные расстояния
5	Падение груза	Обрыв строп, перегруз	Гибель, травмы	3	5	Высокий	Проверка строп, испытания
6	Спрокидывание крана	Несоблюдение вылета, уклон	Тяжёлые травмы	2	5	Высокий	Контроль опор, ограничитель момента
7	Захват одежды механизмом	Неплотная спецодежда	Рваные раны	3	4	Средний	Застёгнутая форма, кожанки
8	Поломка гидросистемы	Износ, перегрузка	Ожоги, утечка масла	3	3	Средний	ТО, контроль давления
9	Пожар, взрыв	Утечка топлива, КЗ	Ожоги, смерть	2	4	Средний	Огнетушитель, техконтроль
10	Загазованность кабины	Работа в ангаре	Отравление СО	3	3	Средний	Вентиляция, контроль СО
11	Повышенный шум	Работа двигателя	Потеря слуха	4	2	Средний	Наушники, смазка узлов
12	Вибрация органов управления	Механические колебания	Нарушение сосудистой системы	4	2	Средний	Антивибрационные сиденья
13	Перегрев или переохлаждение	Работа на улице	Простуда, тепловой удар	3	2	Средний	Обогрев, вентиляция

Рис. 1. Генерация отчета по итогам анализа (неполный)

Для примера апробация системы проводилась для рабочего места машиниста автомобильного крана 8 разряда, в виду количества опасностей и сложности их определения из-за разности условий труда. Был подготовлен пакет данных в виде фотографий (средств индивидуальной защиты, рабочего места, места проведения работ), видеозаписи (непосредственного рабочего процесса), а также документации, такой как инструкции по охране труда, рабочая инструкция, технологическая карта. Результаты работы системы сравнивались с результатами аудита, выполненного штатным специалистом по охране труда.

Система показала преимущественные замеры:

1. временных показателей на полный цикл анализа и генерацию отчета. Время, затраченное на все действия с получением готового результата, составило 5 минут. Проведение ручного аудита и оформление аналогичного документа специалистом заняло 4 человеко-часа на 1 рабочее место;

2. количественные показатели – выявлена 51 опасность (эксперт зафиксировал 48; (табл. 1).

Таблица 1.

Сравнение выявления опасностей специалистом и нейросетью

№ п/п	Выявленные опасности	
	Специалист	Нейросеть
1	Опасность падения из-за потери равновесия, в том числе при спотыкании или подскользывании, при передвижении по скользким поверхностям или мокрым полам	Опасность падения из-за потери равновесия, в том числе при спотыкании или подскользывании, при передвижении по скользким поверхностям или мокрым полам
2	Опасность падения с высоты, в том числе из-за отсутствия ограждения, из-за обрыва троса при подъеме или спуске при нештатной ситуации	Опасность падения с высоты, в том числе из-за отсутствия ограждения, из-за обрыва троса при подъеме или спуске при нештатной ситуации
3	Опасность падения из-за внезапного появления на пути следования большого перепада высот	Опасность падения из-за внезапного появления на пути следования большого перепада высот
...	...	...
47	Опасность, связанная с несоответствием средств индивидуальной защиты анатомическим особенностям человека	Опасность, связанная с несоответствием средств индивидуальной защиты анатомическим особенностям человека
48	Опасность, связанная со скованностью, вызванной применением средств индивидуальной защиты	Опасность, связанная со скованностью, вызванной применением средств индивидуальной защиты
49	–	Опасность, связанная с воздействием радиопомех
50	–	Опасность, связанная с психофизиологическим сбоем восприятия расстояния
51	–	Опасность, связанная с биологическим загрязнением кабины

В результате анализа 48 опасностей были идентифицированы обоими методами. Система дополнительно обнаружила 3 опасности, отнесенные к категории низкого риска, которые не были отмечены в отчете эксперта. Специалист не обратил на них внимания из-за их нетипичности и низкой опасности.

Сформированный системой итоговый документ полностью соответствовал нормативным требованиям к карте оценки профессиональных рисков.

Результаты исследования подтверждают высокую эффективность и потенциал предложенного подхода. Ключевыми преимуществами являются значительное уменьшение

времени на проведение оценки, исключение человеческого фактора, определение неочевидных опасностей.

Несмотря на вышеперечисленные преимущества, у системы есть ряд потенциальных минусов: плохое качество исходных данных (фотоматериалов, видеоматериалов), риск генерации недостоверных данных, зависимость от качества обучения модели.

Перспективы развития направления связаны с созданием собственного программного обеспечения. Это позволит создать проактивную систему управления безопасностью, способную работать в режиме реального времени и интегрироваться с другими производственными системами.

Практическая значимость исследования заключается в создании инструмента для снижения производственного травматизма за счет внедрения современных интеллектуальных технологий в процессы охраны труда [3].

Литература:

1. РОССТАТ / Федеральная служба государственной статистики. URL: https://rosstat.gov.ru/working_conditions (дата обращения 29.09.2025).
2. Охрана труда в цифрах // Всероссийский научно-исследовательский институт труда. URL: <https://s.vcot.info/document/poleznoe/media/5/66d99c1a16c0e568797996.pdf> (дата обращения: 29.09.2025).
3. Громовская Е. А. Повышение безопасности персонала на производстве за счет внедрения искусственного интеллекта // Вестник магистратуры. 2022. № 12-5 (135). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-bezopasnosti-personala-na-proizvodstve-za-schet-vnedreniya-iskusstvennogo-intellekta> (дата обращения: 29.09.2025).

УДК 331.452

РОЛЬ КУЛЬТУРЫ БЕЗОПАСНОСТИ В СНИЖЕНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Кузнецова Ю. В., Скрипкина З. Т.
Сургутский государственный университет, Сургут;
e-mail: kuznecova_yv@surgu.ru

Аннотация. В статье рассматривается влияние культуры безопасности на эффективность деятельности и уровень травматизма на промышленных предприятиях России. Приводятся теоретические основы понятия «культура безопасности» и ее роль в профилактике несчастных случаев на производстве. Представлен анализ статистических данных основных причин несчастных случаев и рекомендации по снижению их количества. Приводятся факты, подтверждающие, что формирование высокого уровня культуры безопасности способствует снижению травматизма и влияет на повышение производственной дисциплины и производительность труда. Таким образом, культура безопасности является важным фактором, позволяющим одновременно повысить производительность труда и снизить травматизм, что обосновывает необходимость повышения её уровня среди работников предприятия.

Ключевые слова: культура безопасности, производственный травматизм, охрана труда, производительность труда, профилактика несчастных случаев.

THE ROLE OF SAFETY CULTURE IN REDUCING OCCUPATIONAL INJURIES AT INDUSTRIAL FACILITIES IN THE RUSSIAN FEDERATION

Kuznetsova Y. V., Skripkina Z. T.
Surgut State University, Surgut;
e-mail: kuznecova_yv@surgu.ru

Abstract. The article examines the impact of safety culture on the efficiency of activities and the level of injury at industrial enterprises in Russia. The theoretical foundations of the concept of «safety culture» and its role in the prevention of accidents at work are given. The analysis of statistical data on the main causes of accidents and recommendations for reducing their number are presented. The facts confirming that the formation of a high level of safety culture contributes to the reduction of injuries and affects the improvement of industrial discipline and labor productivity are presented. Thus, safety culture is an important factor that simultaneously improves labor productivity and reduces injuries, which justifies the need to increase its level among the company's employees.

Keywords: safety culture, occupational injuries, labor protection, labor productivity, accident prevention.

Безопасность труда – приоритетная задача руководящего состава производственного объекта. Особое внимание к этой задаче, помимо сохранения жизни и здоровья людей, отражается на показателях эффективности работы предприятия [1; 4]. Ныне широкое распространение получил термин «культура безопасности», который впервые был введен

Международным агентством по атомной энергии (МАГАТЭ) в 1986 г [1]. Это интегральное понятие, характеризующее и работника, и коллектив. Первоначально концепция разрабатывалась для атомной энергетики, но впоследствии получила широкое распространение. Культура безопасности многоаспектна: ценностные установки руководства, вовлеченность персонала, качество обучения и информирования, уровень ответственности каждого сотрудника, эффективность коммуникаций и механизмов отчетности об инцидентах – все эти элементы формируют общий «климат» безопасности в организации [2; 3].

В 2017 г. международная ассоциация социального обеспечения дополняет концепцию культуры безопасности инициативой нулевого травматизма «Vision Zero». Основная идея – несчастные случаи можно предотвратить при условии, что все участники производственного процесса вовлечены в обеспечение безопасности, а значит нулевой травматизм достижим в случае, когда безопасное поведение станет нормой для всех работников предприятия.

Для оценки зрелости культуры безопасности часто используют кривую Брэдли, которая выделяет четыре уровня культуры безопасности и иллюстрирует снижение травматизма по мере повышения уровня культуры безопасности от реактивного реагирования к взаимной ответственности в коллективе. На реактивном этапе осознание безопасности происходит на инстинктивном уровне и уровень травматизма принимает максимальное значение. Это этап непонимания риска, когда обучение происходит по принципу «учимся на своих ошибках», вся ответственность лежит на отделе по охране труда и руководители не включены в данный процесс. Осознание ситуации происходит на зависимом уровне. Руководство начинает понимать ценность работников, подключается к мероприятиям по охране труда, вводит образовательные элементы по безопасности и соответствующие надзорные мероприятия за осуществлением производственного процесса. Идея нулевого травматизма становится мечтой, но работниками пока движет страх быть наказанными.

Независимый этап характеризуется тем, что безопасное поведение становится привычкой, работники не боятся сообщать руководству о происшествиях. Вводится система управления рисками, а нулевой травматизм переходит в разряд целей. На данном этапе уровень травматизма существенно снижается.

Постепенно культура безопасности достигает высшей, проактивной стадии взаимозависимости, при которой все члены коллектива активно заботятся не только о своей, но и взаимной безопасности. На этой стадии наблюдается приближение к нулевому уровню травматизма. Переход от реактивного этапа до взаимозависимого сопровождается существенным снижением уровня травматизма. Совершенствование системы управления охраной труда через развитие культуры безопасного поведения работников является решающим условием профилактики производственного травматизма [2].

В таблице 1 представлена динамика травматизма в Российской Федерации за 2020-24 гг. с указанием групповых несчастных случаев с тяжёлым и со смертельным исходом [5].

Таблица 1.

Динамика травматизма за 2020-2024 гг.

Год	Общее количество	Групповые несчастные случаи		Несчастные случаи		Общее количество погибших на производстве
		количество	в т.ч. смертельных	со смертельным исходом	с тяжёлым исходом	
2020	5171	361	260	1216	3594	1476
2021	5491	347	318	1337	3807	1655
2022	5749	400	309	1317	4032	1626
2023	5892	420	324	1285	4187	1609
2024	5974	474	324	1355	4145	1679

Общее количество несчастных случаев неуклонно растёт к 2024 г., включая общее количество погибших на производстве. Это подчеркивает серьезность ситуации и необходимость принятия мер для ее улучшения. Увеличение числа групповых несчастных случаев и смертельных исходов свидетельствует о необходимости более строгого контроля за безопасностью на производстве и улучшения организации труда.

На основании представленных данных Роструда [5] о причинах несчастных случаев с тяжелыми последствиями в Российской Федерации за 2020–2024 гг. можно сделать несколько ключевых выводов, касающихся состояния безопасности труда и факторов, способствующих травматизму (табл. 2).

По причине неудовлетворительной организации производства работ в указанный период происходит наибольшее количество несчастных случаев, что свидетельствует о системных проблемах в управлении производственными процессами. Процент случаев, связанных с этой причиной, постепенно снижается, однако остается значительным (23% в 2023–2024 гг.). Это указывает на необходимость улучшения планирования и организации труда, а также на важность внедрения эффективных систем управления безопасностью.

Таблица 2.

Причины несчастных случаев с тяжелыми последствиями в 2020–2024 гг.

Причины несчастных случаев	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
Неудовлетворительная организация производства работ	32,5%	31,0%	28,0%	23,0%	23,0%
Нарушение работником трудового распорядка и дисциплины труда	9,8%	10,0%	10,0%	8,0%	8,0%
Нарушение технологического процесса	5,8%	6,0%	6,0%	9,0%	9,0%
Нарушение правил дорожного движения	12,2%	11,0%	12,0%	12,0%	12,0%
Прочие	39,7%	52,0%	44,0%	48,0%	48,0%

Доля случаев, связанных с нарушением трудовой дисциплины, варьируется в пределах 8–10%. Это подчеркивает необходимость повышения ответственности работников за соблюдение трудовых норм и правил, а также важность регулярного контроля за дисциплиной.

Увеличение к 2023–2024 гг. доли случаев, связанных с нарушением технологического процесса, указывает на недостаточную подготовку работников и отсутствие должного контроля за соблюдением технологических норм. Таким образом, стоит обратить внимание на вопросы обучения и повышения квалификации сотрудников.

Доля случаев, связанных с нарушением правил дорожного движения, для рассматриваемого периода остается примерно на одном уровне, что подчеркивает необходимость повышения безопасности на транспорте и внедрения программ обучения по безопасному вождению и соблюдению ПДД.

Значительная доля случаев квалифицируется как «прочие», что указывает на необходимость более детального анализа и выявления конкретных факторов, способствующих травматизму. Это может включать недостатки в организации рабочих мест, отсутствие средств индивидуальной защиты и другие аспекты.

На основании вышеизложенного, можно сделать вывод о том, что основные причины несчастных случаев в значительной степени связаны с низким уровнем культуры безопасности на рабочих местах, а значит к решению этого вопроса необходим комплексный подход.

Переход к более высокому уровню культуры безопасности может радикально снизить уровень травматизма. Важно развивать систему управления охраной труда через обучение работников и внедрение программ, направленных на повышение осведомленности работников о безопасности труда, а также привлечение руководителей к вопросам безопасности и создание мотивационных систем для работников.

Для снижения травматизма необходимо улучшить организацию производства, что включает в себя регулярные проверки, обучение и контроль за соблюдением норм безопасности. Регулярные тренинги и инструктажи по охране труда, а также оценка знаний работников являются ключевыми факторами в профилактике производственного травматизма. Стоит обратить особое внимание на усиление контроля за работами на высоте. Внедрение строгих норм и правил, регулярное обучение по безопасным методам работы на высоте, а также обеспечение работников необходимыми средствами индивидуальной защиты позволят снизить этот показатель.

Проведение регулярных обучающих программ для работников, связанных с транспортом, с акцентом на соблюдение правил дорожного движения и безопасное вождение позволят снизить количество несчастных случаев, связанных с нарушением ПДД.

Проведённые исследования указывают на дополнительный положительный эффект от улучшения культуры безопасности в виде роста эффективности и качества работы. Авторы [4] показали, что безопасный труд является важнейшей составляющей эффективного производства. В организации с развитой культурой безопасности повышается трудовая и технологическая дисциплина, уменьшается число остановок производства из-за инцидентов и повреждения оборудования, снижается уровень брака, что суммарно приводит к росту производительности труда. К аналогичным выводам приходят и зарубежные специалисты [6]: культура, ориентированная на безопасность, способствует укреплению командного духа, улучшению морального климата, что косвенно отражается на мотивации и производительности персонала. И напротив, пренебрежение безопасностью ведет к скрытым издержкам – от прямых потерь рабочего времени при несчастных случаях до снижения лояльности и концентрации сотрудников.

Повышение культуры безопасности – это не только этическая обязанность руководства предприятия перед работниками, но и важный резерв повышения эффективности производственной деятельности. Культура безопасности выступает фундаментом, на котором строится устойчивая и продуктивная работа производственного объекта. Развитие этой культуры – долгосрочная задача, требующая постоянного внимания и усилий, но отдача от нее несомненно превзойдет затраченные ресурсы, выражаясь в спасенных жизнях, сохранении здоровья работников и в укреплении репутации организации.

Литература:

1. Культура безопасности: Доклад № 75-INSAG-4 / Международная консультативная группа по ядерной безопасности (МАГАТЭ). Вена : МАГАТЭ, 1992. 34 с.
2. Яковлева Е. В. Культура безопасности как элемент профилактики производственного травматизма / Е. В. Яковлева, П. А. Кузнецов // Агротехника и энергообеспечение. 2020. № 1 (26). С. 95-101.
3. Попадчук С. Б. О взаимосвязи концепций «нулевого травматизма» и «культуры безопасности» / С. Б. Попадчук, С. П. Левашов // Экология. Риск. Безопасность : материалы всероссийской конференции по охране труда. Курган : КГУ, 2020. С. 45-49.
4. Маженов С. А. Безопасный труд – важнейшая составляющая эффективного производства // Экономика труда. 2022. Т. 9. № 3. С. 717-730.
5. Анализ производственного травматизма за период 2020-24 гг. // РОСТРУД. URL: <https://rostrud.gov.ru/> (дата обращения: 25.11.2025).
6. Safe Science: Promoting a Culture of Safety in Academic Chemical Research / National Research Council (USA). Washington, DC : National Academies Press, 2014. 128 p.

УДК 614.872: 658.382.3

АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОЙ РАБОТЫ В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

Кулдашев М. А., Белощенко Д. В.

*Сургутский государственный университет, Сургут;
e-mail: kuldashev94@mail.ru, d.beloshchenko@mail.ru*

Аннотация. Настоящая статья посвящена изучению особенностей организации безопасного производства работ в условиях низких температур наружного воздуха на примере предприятия нефтяной промышленности ПАО «Сургутнефтегаз». Рассматриваются методологические подходы и практические решения, направленные на предотвращение несчастных случаев и повышение эффективности трудового процесса.

Ключевые слова: низкие температуры, безопасность труда, нефтяная промышленность, организация работ.

ANALYSIS OF ORGANIZATIONAL MEASURES TO ENSURE SAFE WORK IN LOW TEMPERATURE CONDITIONS

Kuldashev M. A., Beloshchenko D. V.

*Surgut State University, Surgut;
e-mail: kuldashev94@mail.ru, d.beloshchenko@mail.ru*

Abstract. This article is devoted to studying the specific features of organizing safe production work in conditions of low outdoor temperatures using the example of an oil industry enterprise PJSC «Surgutneftegaz». Methodological approaches and practical solutions aimed at preventing accidents and improving labor efficiency are examined.

Keywords: low temperatures, occupational safety, oil industry, organization of work.

Работа в условиях низких температур является серьёзной проблемой для предприятий нефтяной отрасли, особенно в регионах с холодным климатом. Предприятие ПАО «Сургутнефтегаз» проводит большую часть своей деятельности в таких регионах, поэтому вопросы обеспечения безопасности работников, работающих в условиях низких температур, приобретают особую значимость. Цель настоящей статьи – проанализировать существующие подходы к решению проблем, возникающих при выполнении работ в условиях низких температур, с предложением оптимизации системы обучения работников безопасному выполнению работ в условиях низких температур.

Исследование проводилось путём анализа нормативных документов [1], регулирующих деятельность организаций нефтяного сектора, а также путём сбора и обработки статистических данных о происшествиях, возникших вследствие нарушения режима работы в условиях низких температур.

Анализ показал, что наиболее эффективными являются комплексные меры, включающие регулярную поверку измерительной техники, контроль состояния рабочих зон, оснащение специальными средствами защиты и оборудование помещений для обогрева персонала [4]. Также немаловажную роль играет обучение работников безопасным методам

производства работ в условиях низких температур [2]. В связи с этим была рассмотрена существующая система обучения работников в ПАО «Сургутнефтегаз».

Проведённый комплексный анализ показал, что каждый год в промежуток с мая по сентябрь на предприятии ПАО «Сургутнефтегаз» проводятся специальные мероприятия по обучению сотрудников, деятельность которых непосредственно или опосредованно зависит от низких температур зимних месяцев (рис. 1).

Это позволяет сотрудникам заранее подготовиться к специфическим условиям работы, характерным именно для холодного периода года. Были выявлены следующие особенности проведения обучения. Обучение проходит исключительно в очной форме [2].

Все сотрудники обязаны лично присутствовать на занятиях, проводимых в специально оборудованных учебных классах предприятия [3]. Пример учебного класса отображен на рисунке 2.



Рис. 1. Информация о ходе проведения обучения работникам безопасному производству работ в условиях низких температур наружного воздуха по ПАО «Сургутнефтегаз»



Рис. 2. Учебный класс

Такой подход обеспечивает гарантированное усвоение материала всеми участниками процесса и исключает вероятность формального подхода к получению необходимых знаний. После завершения курса занятий итоговые результаты прохождения обучения оформляются документально. Для подтверждения успешности освоения программы предусмотрено оформление традиционных бумажных документов, таких как протоколы и внесение записей проверки знаний в удостоверения [2]. Пример протокола заседания комиссии по проверке знания требований охраны труда отображен на рисунке 3, пример удостоверения о проверке знания требований охраны труда отображен на рисунке 4.

Протокол заседания по проверке знания требований охраны труда	
ПРОТОКОЛ № _____	
заседания комиссии по проверке знания требований охраны труда	
работников _____	
(наименование организационной единицы, структурного подразделения)	
« ____ » _____ 20 ____ г.	
В соответствии с приказом _____	
(наименование структурного подразделения)	
от « ____ » _____ 20 ____ г. № _____ комиссия в составе:	
председателя _____	
фамилия, имя, отчество, должность	
членов _____	
фамилия, имя, отчество, должность	

фамилия, имя, отчество, должность	
провела проверку знаний требований охраны труда работника(ов) _____, утвержденной _____	
(наименование программы обучения по охране труда) (должность)	
в _____	
объем _____	

Рис. 3. Протокол заседания комиссии по проверке знания требований охраны труда

(Лицевая сторона) УДОСТОВЕРЕНИЕ О ПРОВЕРКЕ ЗНАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ ОХРАНЫ ТРУДА	ПРОВЕРКА ЗНАНИЙ ТРЕБОВАНИЙ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Дата</th> <th style="width: 10%;">Номер протокола</th> <th style="width: 50%;">Наименование нормативного документа. Результаты проверки знания (сдал / не сдал)</th> <th style="width: 30%;">Подпись председателя комиссии</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>	Дата	Номер протокола	Наименование нормативного документа. Результаты проверки знания (сдал / не сдал)	Подпись председателя комиссии																								
Дата	Номер протокола	Наименование нормативного документа. Результаты проверки знания (сдал / не сдал)	Подпись председателя комиссии																										

Рис. 4. Удостоверение о проверке знания требований охраны труда

Оформленные протоколы фиксируют факт участия конкретного работника в образовательном процессе и подтверждают наличие теоретической базы, необходимой для дальнейшей безопасной деятельности в условиях низких температур [2]. Записи в удостоверениях помимо составления общих протоколов, подтверждают факт прохождения обучения каждого сотрудника, что необходимо для дальнейшего контроля квалификации персонала на местах производства работ.

Таким образом, организация подобного обучения является важным этапом ежегодной подготовки предприятия ПАО «Сургутнефтегаз» к эффективному функционированию в зимний период.

Но, к сожалению, данный метод обучения обуславливает значительные временные и материальные затраты, а также создает определенные логистические сложности, особенно при обучении большого количества сотрудников, работающих на удаленных производственных объектах. Такой метод экономически неэффективен в реалиях настоящего времени, поэтому предлагаются методы полной цифровой трансформации системы обучения, перехода на электронные форматы подачи учебного материала и автоматического учёта результатов экзаменов и тестов. Тем более в ПАО «Сургутнефтегаз» уже есть платформа цифрового образования, где и будут размещены обучающие материалы в электронном формате. Данный вид обучения можно будет проходить как на личном персональном компьютере, так и на телефоне, имеющем доступ в интернет. Идентификацию личности работника предлагается производить заполнением обязательных полей (ФИО, структурное подразделение, организационная единица, таб. №). После обучения по теоретическим материалам работник переходит к экзаменационному тесту, по окончании которого появляется окно с результатами тестирования. Дополнительно результаты данного тестирования помещаются в базу данных, из которой можно выгружать информацию о количестве работников, прошедших обучение и их результатах.

Проведённое исследование позволило выявить ряд ключевых направлений совершенствования системы обеспечения безопасности труда на предприятиях нефтяной отрасли в условиях низких температур. Предложенные меры способствуют снижению уровня травматизма среди работников, повышению эффективности производственного процесса и обеспечению стабильной работы предприятия в любых погодных условиях.

Помимо этого, было установлено, что цифровая трансформация процесса обучения требованиям охраны труда позволит снизить временные и финансовые затраты, исключить оформление бумажных протоколов и повысить общую эффективность контроля над качеством обучения сотрудников.

Литература:

1. Трудовой кодекс Российской Федерации : Федеральный закон от 30.12.2001 № 197-ФЗ, ч. 3, ст. 219. (ст. 109 ТК РФ и письмо Роструда от 11.04.2012 № ПГ/2181-6-1 о перерывах в работе и их оплате).
2. О порядке обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда : Постановление Правительства Российской Федерации от 24 декабря 2021 г. № 2464.
3. Примерное положение о системе управления охраной труда (утверждено приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 29.10.2021 № 776н).
4. СанПиН 2.2.4.548-96. Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

УДК 624.05

ОРГАНИЗАЦИЯ ОХРАНЫ ТРУДА МИГРАНТОВ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ: КЛЮЧЕВЫЕ АСПЕКТЫ

Лисейко Е. В., Майстренко Е. В.

*Сургутский государственный университет, Сургут;
e-mail: liseyko.e@mail.ru*

Аннотация. В данной статье рассматриваются ключевые аспекты к обеспечению безопасности труда мигрантов, занятых в строительной отрасли Российской Федерации, особое внимание уделено необходимости адаптации этих мер к особенностям иностранных работников.

Ключевые слова: охрана труда, безопасность труда, трудовые мигранты, строительная отрасль.

ORGANIZATION OF LABOR PROTECTION FOR MIGRANTS IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY: KEY ASPECTS

Liseyko E. V., Maistrenko E. V.

*Surgut State University, Surgut;
e-mail: liseyko.e@mail.ru*

Abstract. This article discusses key aspects of ensuring the safety of migrant workers in the construction industry of the Russian Federation, with a focus on the need to adapt these measures to the specific needs of foreign workers.

Keywords: occupational health and safety, migrant workers, construction industry.

Доля иностранных работников в строительстве остаётся стабильно высокой, поэтому производственные травмы, недостаточная адаптация иностранных работников и отсутствие полноценной системы обеспечения их охраны труда формирует целый комплекс проблем безопасности труда [5].

Кроме того, фиксируется высокая доля сокрытых несчастных случаев, связанных с неофициальным трудоустройством, что искажает реальную картину уровня безопасности в строительной отрасли и затрудняет разработку эффективных мер профилактики, что формирует взаимосвязь между статусом мигранта, низкой правовой защищённостью и повышенным уровнем производственного риска [7; 8].

Проблема охраны труда мигрантов в строительной отрасли носит не только производственный, но и социальный характер. Иностранные работники часто заняты на физически тяжёлых и опасных участках работ, при этом уровень их информированности о требованиях безопасности остаётся низким. Существенное влияние оказывает языковой барьер: инструкции, журналы инструктажа, знаки безопасности и правила эксплуатации оборудования нередко остаются для мигрантов формальностью, смысл которой до конца не осознаётся.

Дополнительные трудности заключаются в различии профессиональной подготовки, уровне образования и опыте работы согласно национальным стандартам, которые не всегда совпадают с требованиями, действующими на строительных объектах принимающей страны.

Важное значение в системе охраны труда иностранных работников имеет режим труда и отдыха. На практике мигранты нередко привлекаются к сверхурочным работам без должного учёта норм продолжительности рабочего времени. Переработки, ночные смены, отсутствие полноценного отдыха и выходных приводят к хронической усталости и снижению концентрации внимания. В таких условиях даже незначительные нарушения технологического процесса могут привести к серьёзным последствиям. Утомляемость напрямую влияет на рост числа ошибок и несчастных случаев, однако данный фактор часто остаётся вне зоны должного контроля со стороны работодателя.

Отдельную проблему составляет уровень медицинского обеспечения иностранных работников. Предварительные и периодические медицинские осмотры нередко либо проводятся формально, либо полностью игнорируются при неофициальном трудоустройстве. В результате к выполнению опасных видов работ допускаются лица, имеющие хронические заболевания или противопоказания по состоянию здоровья. Отсутствие регулярного медицинского контроля повышает вероятность внезапных ухудшений самочувствия на рабочем месте и затрудняет своевременное выявление профессиональных заболеваний.

Дополнительным аспектом выступает ограниченный доступ мигрантов к информации о несчастных случаях и способах защиты своих прав. Во многих случаях работники не знают порядка оформления производственных травм, не понимают механизмов страховых выплат и не обладают навыками взаимодействия с контролирующими органами. Это снижает уровень доверия к системе охраны труда и формирует убеждение в её формальном характере. Вследствие этого иностранные работники чаще соглашаются на небезопасные условия труда, воспринимая высокий уровень риска как неизбежную часть трудовой деятельности.

Не менее важным фактором является социальная адаптация мигрантов внутри трудового коллектива. В условиях изолированности и ограниченного круга общения у иностранных работников формируется ощущение отчуждённости от коллектива и работодателя. Это снижает мотивацию к соблюдению правил, так как отсутствует чувство личной ответственности за общий результат. При наличии налаженных горизонтальных связей и поддержки со стороны более опытных работников уровень вовлечённости возрастает, что положительно сказывается и на соблюдении требований безопасности. Это подтверждает значимость социально-психологических механизмов в системе охраны труда.

Существует и экономический аспект проблемы. Производственные травмы, временная нетрудоспособность работников, простой оборудования и дополнительные проверки со стороны надзорных органов ведут к прямым финансовым потерям строительных организаций. При этом профилактика несчастных случаев требует значительно меньших затрат по сравнению с ликвидацией их последствий. В отношении иностранных работников данный дисбаланс проявляется особенно отчётливо, так как высокая текучесть кадров и неформальные трудовые отношения часто подталкивают работодателей к экономии на обучении и средствах защиты. В результате краткосрочная выгода оборачивается долгосрочными потерями.

Проблема охраны труда иностранных работников требует комплексного подхода, учитывающего социальные, правовые и культурные особенности этой категории работников.

Традиционные модели охраны труда включают технические, организационные и социально-психологические меры, однако по отношению к иностранным работникам требуется дополнительная модернизация [1; 2]. Рассмотрим подходы для организации охраны труда иностранных работников строительной отрасли:

- социально-психологический – формирование культуры безопасности, обучение навыкам безопасного поведения, использование наставничества и коллективной ответственности на объекте [4];

- правовой – включение иностранных работников в систему правовой защиты, разъяснение их прав и обязанностей, организация официального трудоустройства и регулярный контроль соблюдения норм охраны труда [3];

- организационно-технический подход – внедрение международных стандартов безопасности;
- цифровой – применение электронных систем для контроля соблюдения требований безопасности [6];
- адаптационный – адаптация программ обучения под языковые и культурные особенности мигрантов;
- система мониторинга и обратной связи – регулярные проверки, фиксация нарушений и анализ причин несчастных случаев.

На основе рассмотренных факторов можно сделать вывод, что охрана труда иностранных работников в строительстве представляет собой многоуровневую систему, в которой переплетаются технические, организационные, правовые и социальные элементы. Недостаточная проработка хотя бы одного из этих уровней приводит к снижению эффективности всей системы в целом. В итоге обеспечение безопасности мигрантов выходит за рамки сугубо производственной задачи и становится частью более широкой социальной и экономической политики.

Анализ современного состояния проблемы показывает, что снижение производственного травматизма среди иностранных работников возможно только при комплексном воздействии на все ключевые факторы риска. Повышение качества обучения, развитие цифровых инструментов контроля, совершенствование правовых механизмов и формирование устойчивой культуры безопасности внутри трудовых коллективов позволяют выстроить более устойчивую и эффективную систему охраны труда. Вследствие этого создаются условия для снижения аварийности, повышения производственной дисциплины и обеспечения стабильной работы строительных организаций без внештатных ситуаций.

Литература:

1. Агошков А. И. Безопасность труда в строительстве : Учеб. пособие / А. И. Агошков, Т. А. Брусенцова, Е. А. Раздьяконова. Москва : Проспект, 2015. 134 с.
2. Ковалева Е. А. Уровни защиты прав трудящихся-мигрантов // Конституционные права и свободы: проблемы интерпретации и реализации в национальных правовых системах : сб. статей междунар. науч.-практ. конф. (Новополоцк, 28-29 окт. 2016 г.) : В 3 т. / отв. ред. И. В. Вегера. Новополоцк : Полоцкий гос. ун-т, 2016. Т. 3. С. 117-124.
3. Трудовой кодекс Российской Федерации : Федеральный закон от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 29.12.2025) // Консультант Плюс. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/.
4. Международная организация труда = International Labor Organization (ILO). URL: <https://www.ilo.org/>.
5. Петров А. Я. Охрана (безопасность и гигиена) труда: актуальные вопросы трудового права : Учеб.-практ. пособие. Москва : Проспект, 2016. 414 с.
6. Об утверждении правил по охране труда при строительстве, реконструкции и ремонте : Пр. Минтруда РФ от 11.12.2020 № 883н. URL: <https://mintrud.gov.ru/docs/mintrud/orders/1761>.
7. Трудовая миграция в России: деятельность Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации // Росминтруд. URL: <https://mintrud.gov.ru/ministry/about/structure/dep/migration>.
8. Демография / РОССТАТ // Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/12781>.

УДК 331.4

ОХРАНА ТРУДА В КИБЕРСПОРТЕ: СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ РИСКОВ И ПЕРСПЕКТИВЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ

Маленко Н. А.

*Сургутский государственный университет, Сургут;
e-mail: malenko_na@edu.surgu.ru*

Аннотация. В настоящее время вопросы охраны труда и риски в киберспорте малоизучены и имеют несистематизированный характер. Целью исследования является проведение системного анализа профессиональных рисков для киберспортсменов на основе современных научных публикаций авторов и нормативной базы. Представлен сравнительный анализ данных по смежным областям деятельности (работа за персональным компьютером, офисная деятельность, традиционный спорт и др.). Сделан вывод о фрагментарности исследований, необходимости комплексного подхода к изучению рисков в киберспорте. Предложены направления развития системы охраны труда в рассматриваемой области.

Ключевые слова: киберспорт, охрана труда, профессиональные риски, эргономика, специальная оценка условий труда, персональный компьютер.

OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY IN ESPORTS: A SYSTEMATIC RISK ANALYSIS AND REGULATORY PERSPECTIVES

Malenko N. A.

*Surgut State University, Surgut;
e-mail: malenko_na@edu.surgu.ru*

Abstract. Currently, issues of occupational health and safety and associated risks in esports are understudied and lack systematization. The aim of this research is to conduct a systematic analysis of professional risks for esports athletes based on contemporary scientific publications and the regulatory framework. A comparative analysis of data from related fields (work with personal computers, office work, traditional sports, etc.) is presented. The study concludes that existing research is fragmented and highlights the need for a comprehensive approach to studying risks in esports. Promising directions for the development of the occupational safety and health system in this field are proposed.

Keywords: esports, occupational safety and health, professional risks, ergonomics, special assessment of working conditions, personal computer.

Киберспорт (компьютерный спорт) – новый вид деятельности, официально признанный в РФ в 2016 г. Это обеспечивает правовой статус киберспортсменов и тренеров [13]. Деятельность киберспортсменов сочетает в себе признаки традиционного спорта, работы в офисе и за компьютером, что создает особый комплекс профессиональных рисков.

При рассмотрении деятельности киберспортсменов с точки зрения охраны труда выявляется проблема, которая заключается в отсутствии комплексных исследований данного вопроса. Существующие научные работы фрагментарны и рассматривают охрану труда в киберспорте с какой-то определенной стороны, не учитываются специфичные нагрузки и другие аспекты данного вопроса.

Целью исследования является рассмотрение и анализ существующих научных работ по вопросу охраны труда в киберспорте и смежных видах деятельности, систематизация на этой основе возможных профессиональных рисков.

Анализ литературных источников, посвящённых данной проблеме, позволяет выделить три основные группы рисков для здоровья киберспортсменов: физиологические, психоэмоциональные и организационно-нормативные риски.

Физиологические риски возникают из-за длительных статических нагрузок при работе за компьютером. Это приводит к проблемам с опорно-двигательной системой, а именно к болям в спине, шее. Развивается остеохондроз, сколиоз и другие заболевания [2; 3; 5]. Возникает туннельный синдром и травмы сухожилий кисти [14]. К физиологическим рискам относятся и офтальмологические нагрузки, приводящие к напряжению глаз, развитию миопии и синдрома «сухого глаза». Эти нагрузки возникают от постоянной работы с мерцающим экраном и необходимостью обработки большого объема информации [8; 14]. Физиологические нагрузки включают влияние микроклимата (несоблюдение параметров температуры, влажности и т. д.) и негативное влияние электромагнитного поля [11; 12].

Психоэмоциональные риски возникают из-за соревновательного характера деятельности и умственной нагрузки. Это приводит к стрессу, выгоранию, умственной усталости и высокому уровню тревожности [4; 9]. Стоит отметить ненормированный график тренировок, постоянные ночные игры и длительное пребывание в виртуальной среде, которые приводят к нарушению циркадных ритмов и социальной изоляции спортсменов [1; 4]. Опросы киберспортсменов показывают, что регулярные тренировки, среднее время которых составляет 7–9 часов без перерывов, приводят к истощению [10].

Последняя группа рисков – организационно-нормативные. Они возникают из-за пробелов в нормативном регулировании и заключаются в отсутствии нормирования нагрузок, несовершенстве СОУТ и низкой профессиональной поддержке [4; 6; 7; 15].

Перспективой системы охраны труда в киберспорте может стать создание целостной системы по борьбе с вышеуказанными рисками. Для этого можно создать отраслевой стандарт охраны труда в киберспорте, который будет учитывать специфику данной деятельности и будет включать четкое нормирование режима труда и отдыха, эргономические требования к рабочему месту, обязательность регулярных медицинских и психологических осмотров. Помимо этого, необходимо совершенствовать процедуры СОУТ, включив напряженность трудового процесса и зрительное напряжение в классификатор вредных факторов.

Необходим комплексный подход в изучении охраны труда в киберспорте с учётом смежных видов – киберспортсмен подвергается различным рискам, включающим риски офисных работников, спортсменов традиционного спорта и пользователей ПК, а нормативно-правовая база не обеспечивает защиту здоровья для занятых в этой деятельности людей.

Литература:

1. Агаркова А. М. Развитие киберспорта в области основы безопасности жизнедеятельности и профилактика компьютерной зависимости / А. М. Агаркова, Д. А. Черепанова // Фиджитал спорт: проблемы и перспективы развития : сб. ст. Всерос. науч.-практ. конф. (Оренбург, 24 января 2024 г.). Оренбург : Оренбургский гос. пед. ун-т, 2024. С. 5-9. EDN DJUNWM.
2. Агошков А. И. Программа управления безопасностью производственной среды работников офисных организаций / А. И. Агошков, А. В. Сушкова, П. А. Курочкин // XXI в. Техносферная безопасность. 2023. Т. 8. № 3 (31). С. 238-254. DOI 10.21285/2500-1582-2023-3-238-254. EDN QTMONJ.
3. Влияние вынужденного положения тела на опорно-двигательную систему киберспортсменов / П. А. Александрова, Д. О. Орфеев, И. Н. Соколов, Н. Д. Каведуке // Мечниковские чтения - 2023 : сб. м-лов 96-й Всерос. науч.-практ. конф. студ. науч. общества

с междунар. участием (Санкт-Петербург, 26-27 апреля 2023 г.). Санкт-Петербург : Северо-Западный гос. мед. ун-т им. И. И. Мечникова, 2023. С. 379-380. EDN XNLQAY.

4. Барковский Д. А. Требования к компьютеру в киберспорте / Д. А. Барковский, Т. В. Манченко // М-лы XXXIX недели науки МГТУ (Майкоп, 06-10 декабря 2021 г.) / Майкопский гос. технол. ун-т. Майкоп : ИП Кучеренко В. О., 2021. С. 16-18. EDN EYQXQY.

5. Гатина А. М. Как сохранить здоровье при работе за компьютером // Гуманитарные науки в современном вузе: вчера, сегодня, завтра : материалы VII Междунар. науч. конф., посв. развитию университетского образования в России (Санкт-Петербург, 13 декабря 2024 г.). В 2 т. Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский гос. ун-т промышленных технологий и дизайна, 2024. С. 166-170. EDN KMFNHH.

6. Джораев Н. Б. Охрана труда для офисных работников / Н. Б. Джораев, Д. М. Макаров, Ф. Ф. Яруллин // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации : науч. тр. 2-ой Междунар. науч.-практ. конф., посв. памяти д.т.н., профессора Ю. И. Матяшина (Казань, 24-25 марта 2022 г.). Казань : Казанский гос. аграрный ун-т, 2022. С. 145-152. EDN BHKUGL.

7. Зубарева В. А. Аспекты оценки условий труда при работе с оргтехникой / В. А. Зубарева, Л. М. Поляк // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. 2015. № 1. С. 67-71. EDN TLMMJV.

8. Ипанова, С. М. Влияние эргономических факторов на здоровье дистанционного работника // Биотехнологии и безопасность в техносфере : материалы Всерос. конф. (Санкт-Петербург, 21-22 апреля 2021 г.) / СПбПУ Петра Великого. Т. 2. Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский политех. ун-т Петра Великого, 2021. С. 152-155. EDN XHNDHQ.

9. Квасов М. Е. Особенности выгорания киберспортсменов: факторы риска и методы профилактики / М. Е. Квасов, А. И. Квасова, Р. В. Козьяков // Проблемы современного педагогического образования. 2025. № 88-1. С. 424-427. EDN BXKDGA.

10. Мирошниченко М. А. Состояние здоровья киберспортсменов: вызовы и стремление к решению // Russian Economic Bulletin. 2024. Т. 7. № 4. С. 104-113. DOI:10.58224/2658-5286-2024-7-4-104-113/.

11. Мустова А. И. Мероприятия по охране труда при работе на ПК // Проблемы и перспективы развития России: молодежный взгляд в будущее : сборник научных статей 2-й Всероссийской научной конференции (Курск, 17-18 октября 2019 г.) / Юго-Западный государственный университет; Московский политехнический университет; Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева. Т. 3. Курск : Юго-Западный государственный университет, 2019. С. 92-96. EDN MSYJZR.

12. Об утверждении санитарных правил СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда : Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 02.12.2020 № 40.

13. О признании и включении во Всероссийский реестр видов спорта спортивных дисциплин, видов спорта и внесении изменений во Всероссийский реестр видов спорта, а также в приказ Министерства спорта, туризма и молодежной политики Российской Федерации от 17.06.2010 № 606 «О признании и включении видов спорта, спортивных дисциплин во Всероссийский реестр видов спорта» : Пр. Мин-ва спорта РФ от 29 апреля 2016 г. № 470.

14. Сергеев С. Ф. Эргономика киберспорта: неклассические представления / С. Ф. Сергеев // Человеческий фактор: проблемы психологии и эргономики. 2018. № 3 (88). С. 28-34. EDN YYKCAH.

15. О специальной оценке условий труда : ФЗ от 28.12.2013 №426-ФЗ.

УДК 331.451

ОСНОВНЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ РИСКИ ОПЕРАТОРОВ ПО ДОБЫЧЕ НЕФТИ И ГАЗА

Назин И. А., Майстренко Е. В.

*Сургутский государственный университет, Сургут;
e-mail: nazin_ia@edu.surgu.ru, majstrenko_ev@surgu.ru*

Аннотация. На основе анализа исследований российских авторов определены профессиональные риски операторов по добыче нефти и газа, факторы их порождающие, а также последствия от воздействия производственных факторов на операторов.

Ключевые слова: оператор по добыче нефти и газа, профессиональные риски, производственные факторы, условия труда.

MAJOR OCCUPATIONAL RISKS OF OIL AND GAS PRODUCTION OPERATORS

Nazin I. A., Maistrenko E. V.

*Surgut State University, Surgut;
e-mail: nazin_ia@edu.surgu.ru, majstrenko_ev@surgu.ru*

Abstract. In the article based on the analysis of scientific research by Russian authors, the article identifies the main occupational risks of oil and gas production operators, as well as the factors that generate them, and the consequences of the impact of production factors on operators.

Keywords: oil and gas production operator, professional risks, production factors, working conditions.

Оператор по добыче нефти и газа – это специалист, который контролирует работу оборудования, обеспечивающего добычу, первичную подготовку и транспортировку нефти и газа. Профессиональные обязанности оператора по добыче нефти и газа – это комплекс задач, направленных на обеспечение бесперебойного, эффективного и безопасного технологического процесса добычи и подготовки углеводородов.

Профессиональные риски – это вероятность причинения вреда здоровью или жизни работника в процессе его трудовой деятельности под воздействием опасных и вредных производственных факторов.

Тема профессиональных рисков операторов по добыче нефти и газа активно изучается российскими и зарубежными авторами. На основе анализа работ российских авторов: Бияновой А. М., Глебовой Е. В, Сидоровой А. В., Козлова К. Б., Сениной В. И., Тарасова В. Н., Фомина А. И. [1–6] и других определены, структурированы и представлены в таблице 1 основные профессиональные риски операторов по добыче нефти и газа, факторы их порождающие, а также последствия от воздействия производственных факторов.

На наш взгляд, условия труда, профессиональные обязанности оператора по добыче нефти и газа – это основные факторы, которые непосредственно создают уникальный комплекс профессиональных рисков, характерный для нефтегазовой отрасли.

Таблица 1.

Основные профессиональные риски операторов по добыче нефти и газа

и факторы их порождающие

Категория профессиональных рисков	Основные факторы, порождающие профессиональные риски	Последствия от воздействия фактора
Физические риски, порождаемые условиями труда	Высокое давление: работа с установками, трубопроводами и емкостями, находящимися под высоким давлением.	Разгерметизация, выброс нефти/газа, выбросы химических веществ из-за нарушения целостности аппаратов, взрыв, травмы.
	Высокие температуры: технологические процессы часто идут при повышенных температурах.	Ожоги от пара, горячей поверхности оборудования или продуктов.
	Шум и вибрация: работа мощного насосного и компрессорного оборудования создает постоянный высокий уровень шума.	Профессиональная тугоухость (снижение слуха), заболевания нервной и сердечно-сосудистой систем, вибрационная болезнь.
	Климатические условия, зачастую экстремальные (Крайний север и приравненные к нему территории, пустыни), работа на открытом воздухе, работа в изолированных удаленных локациях, на открытых площадках месторождений.	– Переохлаждение, обморожение, перегрев (летом), общее повышение простудных заболеваний; – Снижение внимания: дискомфорт от неблагоприятной погоды влияет на концентрацию внимания, увеличивая вероятность ошибки; – Отсутствие возможности (затруднение) быстрого оказания медицинской помощи
	Работы на высоте: работа на технологических площадках, эстакадах, лестницах.	Травмы различной тяжести.
Химические риски, порождаемые условиями труда	Работа с вредными и опасными веществами: нефть и нефтяной газ содержат множество летучих углеводородов, таких как метан, пропан, бутан, пары бензина, сероводород	Острые и хронические отравления, ожоги кожи и слизистых, профессиональные заболевания (бронхиальная астма, дерматиты, поражения печени и почек, онкологические заболевания при длительном воздействии).
	- прочие химические реагенты, например, в процессе добычи и подготовки нефти и газа используются различные ингибиторы коррозии, гидратообразования, реагенты для очистки.	
Риски пожаров и взрывов, порождаемые условиями труда	Углеводороды образуют с воздухом взрывоопасные смеси. Пожары на нефтегазовых объектах, автоматизированных групповых замерных установках характеризуются огромной силой и сложностью тушения.	Взрыв на объекте, ожоги, травмы.
Риск механических травм, порождаемый условиями труда	Наличие движущих механизмов под давлением: электроцентробежные насосы, погружные электродвигатели, вращающиеся валы, приводные ремни.	Механические травмы: порезы, ушибы, травмы, увечья.
	Падение предметов: при проведении ремонтных и монтажных работ.	
	Острые кромки и заусенцы на оборудовании и трубах.	
	Риск при выполнении ремонтных работ: особенно повышен при нарушении	

	процедур по организации безопасных работ (например, невыполнение подготовки оборудования).	
Психофизиологические риски, порождаемые условиями труда	Высокая напряженность труда и ответственность: ошибка оператора может привести к катастрофическим последствиям (авариям, выбросам, пожарам). Высокая тяжесть труда, связанная с подъемом тяжестей, работами стоя, в неудобной позе, перемещением в пространстве и т.д.	Хронический стресс, синдром профессионального выгорания, неврозы, нарушение циркадных ритмов, заболевания ЖКТ и сердечно-сосудистой системы, опорно-двигательного аппарата и др. Снижение бдительности, усталость на последних днях вахты повышает риск принятия неверных решений.
	Вахтовый метод работы (график 14/14, 15/15, 30/30 дней и т.д.): ненормированный рабочий день, ночные смены, длительная (по 2–3 месяца) изоляция от семьи и привычной среды.	
	Монотонность: в периоды между операциями работа может быть монотонной, что ведет к снижению концентрации внимания, которое критически важно в этой профессии.	
	Территориальная и социальная изоляция: многие месторождения расположены в удаленных, необустроенных районах.	
Риски, связанные с человеческим фактором и организацией труда	Контроль технологических параметров (постоянное внимание к приборам): ошибки при проведении технологических операций (неправильная последовательность открытия/закрытия задвижек).	Разгерметизация, взрыв, травматизм, несчастные случаи и др. Риск «человеческого фактора»: пропуск критического изменения параметра из-за усталости или монотонности может привести к аварии.
	Нарушение правил охраны труда и технологических регламентов (часто из-за спешки или усталости).	
	Недостаточное обучение или низкая квалификация персонала.	
Специфические риски, порождаемые профессиональными обязанностями	Выброс и открытое фонтанирование: уникальный, крайне опасный риск, связанный с неконтролируемым выходом нефти/газа из скважины под высоким давлением.	Разгерметизация, выброс нефти/газа, выбросы химических веществ из-за нарушения целостности аппаратов, взрыв, травмы.
	Управление запорной арматурой, пуск/остановка оборудования.	
	Подготовка оборудования к ремонту (установка заглушек, стравливание давления).	Риск ошибки: неправильная последовательность действий (например, открытие/закрытие задвижек) может привести к гидроудару, разгерметизации и выбросу. Физические перегрузки: часто требуется приложение значительных физических усилий. Критический риск несчастного случая: если процедура выполнена неверно или не до конца, ремонтная

		бригада начнет работать под давлением или в загазованной среде, что приведет к трагедии.
	Отбор проб продукции.	Прямой контакт с опасными веществами: риск вдыхания паров, попадания нефти на кожу, что ведет к острым и хроническим отравлениям.
	Обход и осмотр оборудования.	Риск оказаться в зоне выброса: во время обхода оператор может попасть в зону внезапной разгерметизации и утечки токсичных или горючих веществ. Риск падения: Осмотр оборудования на высоте, на скользких площадках.

Понимание и учет профессиональных рисков, управление ими – ключевой элемент охраны труда и обеспечения благополучия сотрудников, это системный подход к созданию безопасной и здоровой рабочей среды. Профессиональные риски операторов по добыче нефти и газа определяются не просто суммой опасностей, а сложным взаимодействием технологических, природных, организационных и человеческих факторов. Поэтому эффективное управление этими рисками требует системного подхода, направленного на все группы факторов одновременно.

Литература:

1. Биянова А. М. Оценка профессионального риска оператора добычи нефти и газа // Вестник науки. 2024. Т. 3. № 4 (73). С. 615-617. ISSN 2712-8849. URL: <https://www.vestnik-nauki.rf/article/14002> (дата обращения: 24.09.2025 г.).
2. Глебова Е. В. Снижение риска аварийности и травматизма в нефтегазовой промышленности на основе модели профессиональной пригодности операторов / Е. В. Глебова // Пожарная и промышленная безопасность. 2009. С. 5-14.
3. Сидорова А. В. Анализ профессиональных рисков при работе операторов с сероводородсодержащими средами на месторождениях Западной Сибири / А. В. Сидорова, К. Б. Козлов // Безопасность в техносфере. 2021. № 5. С. 25-32.
4. Сенина В. И. Оценка профессиональных рисков операторов по добыче нефти и газа буровой площадки нефтедобывающей компании / В. И. Сенина, С. В. Мишанин // Дальневосточная весна – 2016 : м-лы 14-й Междунар. науч.-практ. конф. по проблемам экологии и безопасности (Комсомольск-на-Амуре, 28 апреля 2016 г.) / отв. редактор И. П. Степанова. Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет, 2016. С. 188-189.
5. Тарасов В. Н. Возможные факторы риска у рабочих при бурении, добыче и переработке природного газа с высоким содержанием сероводорода / В. Н. Тарасов, Н. В. Челнокова, В. А. Тарасова // Успехи современного естествознания. 2007. № 10. С. 130-133.
6. Фомин, А. И. Комплексная оценка профессиональных рисков работников подземной группы при добыче нефти термошахтным способом / А. И. Фомин, Т. В. Грунскоой // Безопасность труда в промышленности. 2019. № 3 С. 81-86.

УДК 331.452

ПРОФИЛАКТИКА ЭЛЕКТРОТРАВМАТИЗМА НА ОБЪЕКТАХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Нелин А. И.

*Сургутский государственный университет, Сургут;
e-mail: artemnelin0957@gmail.com*

Аннотация. В статье рассматривается вопрос электротравматизма на Крайнем Севере. Приведена статистика электротравматизма на подконтрольных Ростехнадзору объектах за период 2020–2024 годов. Выявлены специфические факторы работы в условиях Крайнего Севера и предложены мероприятия для решения выявленных причин электротравматизма. Целью данной работы является разработка организационных мероприятий, направленных на развитие систем охраны труда и обеспечения промышленной безопасности персонала на электростанциях, которые эксплуатируются на территориях Крайнего Севера.

Ключевые слова: охрана труда, электробезопасность, средства индивидуальной защиты, Крайний Север, электротравматизм.

PREVENTION OF ELECTRICAL INJURIES AT ELECTRIC POWER INDUSTRY FACILITIES IN THE FAR NORTH

Nelin A. I.

*Surgut State University, Surgut;
e-mail: artemnelin0957@gmail.com*

Abstract. The article discusses the issue of electric traumatism in the Far North. It provides statistics on electric traumatism at facilities under the control of Rostekhnadzor for the period 2020–2024. The article identifies specific factors of working in the Far North and suggests measures to address the identified causes of electric traumatism. The purpose of this work is to develop organizational measures aimed at improving occupational safety and industrial security at power plants operating in the Far North.

Keywords: occupational safety, electrical safety, personal protective equipment, Far North, electrical injuries.

Энергетическая безопасность территорий ХМАО-Югры и Крайнего Севера является стратегически приоритетным направлением, от которого зависит надежная и бесперебойная работа промышленных объектов и объектов нефтегазовой отрасли региона.

Особое внимание в вопросах безопасности на предприятиях электроэнергетики уделяется сохранению жизни и здоровья работников. Разработка и реализация эффективной системы охраны труда, которая будет отвечать требованиям законодательства с учётом особенностей работы в северных регионах, является приоритетной задачей руководства [2].

По данным Ростехнадзора за 2020-24 гг. на подконтрольных ему объектах энергетики произошло 188 несчастных случаев с летальным исходом (рис. 1) [4]; наибольшее количество связано с электротравматизмом и работами на высоте (30% и 25% соответственно). Доля, приходящаяся на человеческий фактор и взрывы и пожары, составляет по 10%. Наименьший вклад приходится на травмы от движущихся механизмов и другие причины.

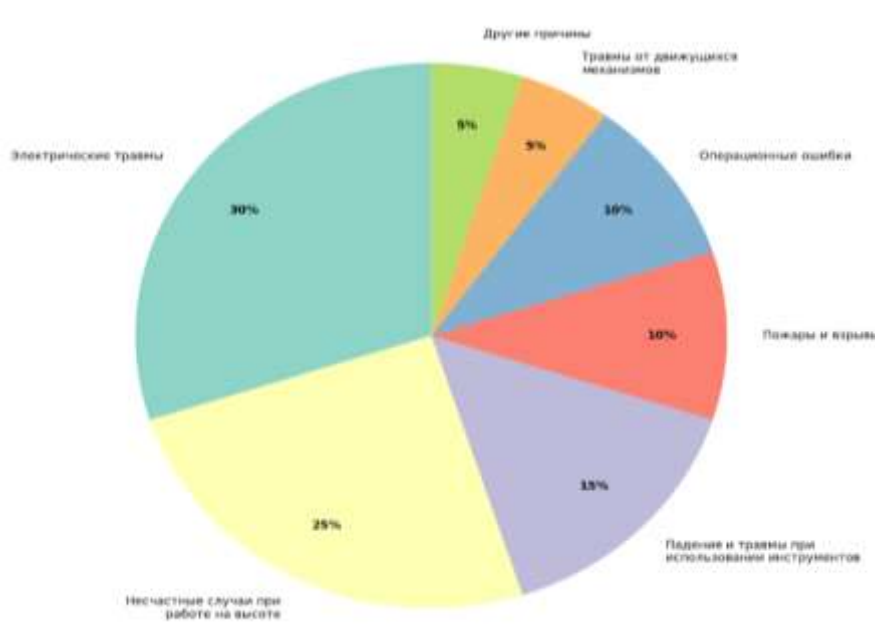


Рис. 1. Виды травм на подконтрольных Ростехнадзору объектах

Согласно данным Ростехнадзора причиной несчастных случаев с летальным исходом является неудовлетворительная организация работ (рис. 2) [4] – по этой причине происходит 11% несчастных случаев, связанных с электротравматизмом. Неиспользование СИЗ и нарушение трудового распорядка являются причинами 10% несчастных случаев по каждой причине. Технологический процесс и состояние рабочих мест вносят наименьший вклад в статистику несчастных случаев.

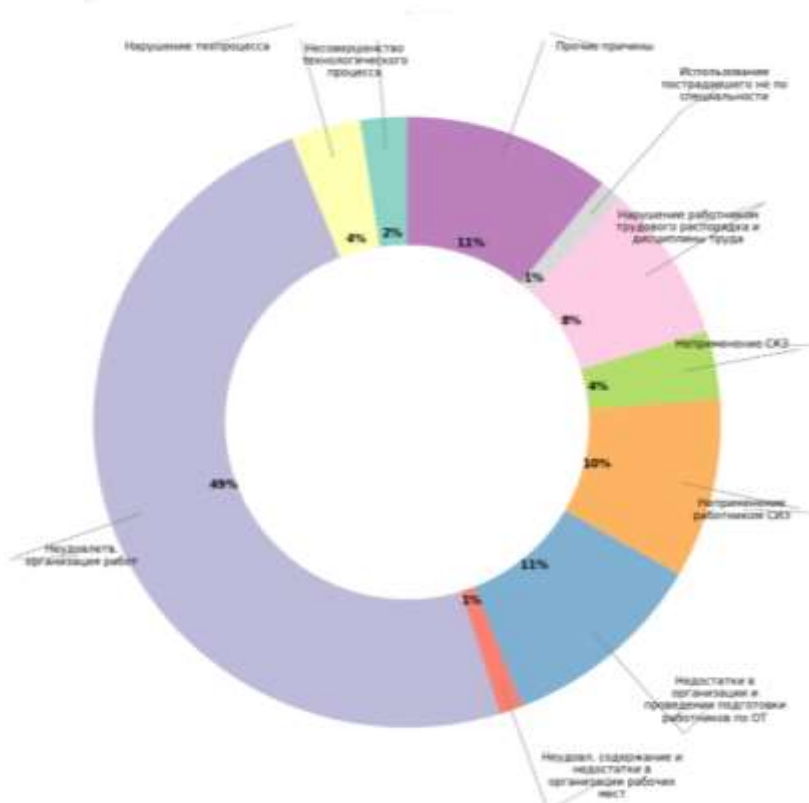


Рис. 2. Причины несчастных случаев с летальным исходом

Можно выделить три основные группы факторов электротравм [1]:

- климатические и природные факторы;
- физиологические факторы;
- техногенные и инфраструктурные.

Климатические факторы в регионах с суровыми погодными условиями негативно влияют как на объекты электроэнергетики, так и на безопасность персонала в целом.

В условиях низких температур наблюдается ряд деградационных процессов. Во-первых, многие материалы (например, полимерные пластики), которые используются в структуре изоляции кабелей и в средствах индивидуальной защиты, в экстремальных температурных условиях теряют свою эластичность, становясь более хрупкими. Это приводит к появлению трещин на изоляции проводов и разрушению целостности средств защиты, что повышает риск получения травмы.

Во-вторых, образование льда на токоведущих частях электрических установок, шин и изоляторов создает угрозу возникновения короткого замыкания как между фазами, так и на землю, что опять же создает угрозу получения электротравмы персоналом.

В-третьих, образование инея и изморози на оборудовании способствует снижению уровня изоляции, что провоцирует возникновение тока утечки.

Другими значимыми климатическими факторами являются метели, пурга и высокая влажность, которые повышают риск механического повреждения элементов электрических сетей. Также из-за высокой влажности воздуха, связанной с большим количеством снежной пыли и капель влаги, снижается безопасное расстояние до токоведущих частей.

Также стоит отметить, что из-за специфики местности, а именно большого количества снежных туманов и полярной ночи, затрудняется визуальный контроль со стороны работника. В результате затрудняется оценка фактического состояния оборудования, выявление поломки и проведение ремонтных работ.

Физиологические факторы, обусловленные работой в условиях экстремально низких температур, оказывают существенное влияние на функциональное состояние и работоспособность персонала.

Одним из ключевых аспектов является снижение моторных функций организма. В первую очередь это связано с необходимостью использования многослойной одежды и специальных средств индивидуальной защиты. Низкие температуры влияют на мелкую моторику рук, что приводит к увеличению времени для выполнения работы, продлевает нахождение работника в экстремальных климатических условиях.

Не менее значимым фактором является психологический дискомфорт. Нахождение человека в неблагоприятных условиях стимулирует спешку. Желание минимизировать свое нахождение в неблагоприятной среде может снизить качество работы [2].

В условиях Крайнего Севера есть внешние раздражители: низкая температура, ветровая нагрузка, шум потоков воздуха и др., которые способствуют дезорганизации внимания и снижению уровня концентрации. В результате снижается эффективность выполнения работ и повышается вероятность ошибки, что может привести к травме.

Одной из ключевых геотехнических проблем является риск деформации фундамента сооружений, опор воздушных линий электропередач, зданий и распределительных установок.

Данные деформации обусловлены процессами пучения и просадки грунтов, в последствии это может вызвать перекося несущих конструкций, что может быть причиной разрыва проводов электропередач и потери устойчивости объектов.

Отдельного внимания заслуживает сложность эксплуатации средств индивидуальной защиты. Практически все средства защиты для работников, которые связаны с электричеством, изготавливаются из полимерных материалов, которые при экстремальных температурах подвержены ускоренному износу. Это может выражаться в потере эластичности, растрескивании и снижении диэлектрических свойств. В связи с этим

необходим усиленный контроль за их состоянием, проведение более частых проверок, создание специальных систем сушки и хранения СИЗ.

Для предотвращения получения электротравм сотрудниками электростанций предлагаются следующие мероприятия: закупка электрооборудования с маркировкой «ХЛ» и «УХЛ», которое подходит для работ в условиях Крайнего Севера. Использование морозостойких силовых кабелей, выполненных из сшитого полиэтилена, позволяет сохранить эластичность проводки при экстремально низких температурах. Внедрение систем телемеханики для дистанционной работы и контроля сетей, таких как Система контроля и управления доступом или Автоматизированная система диспетчерского управления, позволит минимизировать выход персонала во время опасных погодных условий.

В качестве организационных мероприятий стоит предложить введение углубленного вводного инструктажа для всех работников с разбором специфики проведения работ в данных климатических условиях. Организация индивидуальных карт погодного риска для каждого работника также позволит снизить риск возникновения несчастных случаев.

К социально-психологическим мероприятиям относятся регулярные профилактические осмотры с акцентом на сердечно-сосудистую и нервную системы. Введение психофизиологического тестирования при приеме на работу в экстремальных условиях. Также немаловажным аспектом является совершенствование средств индивидуальной защиты, а именно использование экипировки, которая подходит для выполнения рабочих задач в экстремальных условиях, а также не теряющей свои электрозащитные свойства. Необходимо предусмотреть использование незапотевающих щитков на каске или очков для работы в темное время суток, противоскользящих накладок или “кошек” для работы на скользкой поверхности [3].

Комплексное воздействие специфических факторов в условиях Крайнего Севера и приравненных к нему территорий формирует особые риски как для объектов электроэнергетики, так и для персонала. В связи с этим обеспечение надежной эксплуатации электроустановок в подобных регионах требует разработки и соблюдения адаптированных к экстремальным условиям организационных мероприятий.

Литература:

1. Давлятшин Р. Х. Анализ причин летального электротравматизма на предприятиях, организационно-технические и инженерно-технические мероприятия по профилактике электротравматизма // Интеллектуальный потенциал молодых ученых как драйвер развития АПК : м-лы междунар. науч.-практ. конф. мол. уч. и обучающихся (Санкт-Петербург-Пушкин, 16-18 марта 2022 г.). Ч. II. Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 2022. С. 39-45. EDN ZBZLWI.

2. Егорова А. И. Анализ психического состояния специалистов, работающих в арктических условиях / А. И. Егорова, В. Я. Давыдова // Современные исследования социальных проблем (электронный научный журнал). 2018. Т. 9. № 10. С. 20-36. DOI 10.12731/2218-7405-2018-10-20-36. – EDN VRFGYI.

3. Ярметова Л. Г. Анализ электротравматизма на объектах электроэнергетики и формирование рекомендаций по его снижению / Л. Г. Ярметова, И. В. Вдовина // Техногенная и природная безопасность. Медицина катастроф (Safety-2023) : сб. науч. тр. VII Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. уч. (Саратов, 19-20 октября 2023 г.). Саратов: Центр социальных агроинноваций СГАУ, 2023. С. 461-466.

4. Анализ травматизма с летальным исходом на поднадзорных Ростехнадзору энергетических объектах за период 2020-24 гг. и формирование рекомендаций по его снижению // РОСТЕХНАДЗОР. URL: http://szap.gosnadzor.ru/activity/energonadzor/nesc_sluch/ (дата обращения: 20.12.2025).

УДК 614.8.084

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ОБЕСПЕЧЕНИЮ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА РОССИИ

Плужник А. А., Караме Е. А.

*Уральский институт Государственной противопожарной службы
Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны,
чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Екатеринбург;
e-mail: bolshoiiii@mail.ru*

Аннотация. В статье рассматриваются комплексные проблемы обеспечения техносферной и пожарной безопасности промышленных предприятий, функционирующих в экстремальных условиях Крайнего Севера России. Проанализированы природно-климатические и технологические факторы риска, включая низкие температуры, вечную мерзлоту, ограниченную транспортную доступность и повышенную хрупкость экосистем.

Ключевые слова: техносферная безопасность, пожарная безопасность, Крайний Север, Арктика, риск-ориентированный подход, вечная мерзлота, дистанционный мониторинг.

MODERN APPROACHES TO ENSURING THE TECHNOSPHERIC AND FIRE SAFETY OF ENTERPRISES IN THE EXTREME NORTH OF RUSSIA

Pluzhnik A. A., Karama E. A.

*Ural institute of the State fire service of the Ministry of the Russian Federation
for civil defense, emergencies and disaster relief, Yekaterinburg;
e-mail: bolshoiiii@mail.ru*

Abstract. The article discusses the complex problems of ensuring technospheric and fire safety of industrial enterprises operating in the extreme conditions of the Russian Far North. Specific natural, climatic and technological risk factors are analyzed, including low temperatures, permafrost, limited transport accessibility and increased fragility of ecosystems.

Keywords: technospheric safety, fire safety, Far North, Arctic, risk-oriented approach, permafrost, remote monitoring.

Активное промышленное освоение Арктической зоны и регионов Крайнего Севера России является стратегическим приоритетом национальной экономики. Здесь сосредоточены ключевые месторождения углеводородов, цветных и редкоземельных металлов. Однако экстремальные природно-климатические условия создают беспрецедентные вызовы для обеспечения безопасности персонала, производственных активов и окружающей среды.

Техносферная безопасность понимается здесь как состояние защищенности человека, общества и природной среды от вредных воздействий техносферы, а пожарная безопасность – как состояние защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров [1]. В условиях Крайнего Севера эти понятия переплетены – техногенная авария с высокой вероятностью влечет за собой пожар, он может привести к экологической катастрофе.

Целью данного исследования является анализ современных подходов и технологий, направленных на повышение уровня техносферной и пожарной безопасности предприятий в специфических условиях Крайнего Севера.

Формирование системы безопасности должно начинаться с анализа уникальных рисков-факторов, определяющих специфику условий Крайнего Севера, основными из которых являются суровые климатические условия и их последствия:

- повышение хрупкости конструкционных материалов;
- замерзание систем водоснабжения и пожаротушения;
- сложности в работе персонала и аварийно-спасательных формирований;
- увеличение времени эвакуации.

Геокриологические условия характеризуются распространением вечной мерзлоты, оттаиванием мерзлых грунтов из-за технологического теплового воздействия или глобального изменения климата, которые ведут к деформациям и разрушению фундаментов зданий и сооружений, разрыву трубопроводов.

Логистическая удаленность и ограниченная инфраструктура определяют сложность доставки оборудования, ограниченность ресурсов для тушения пожаров, большие временные затраты на прибытие специализированных спасательных команд [3; 4].

Повышенная уязвимость экосистем характеризуется низкой скоростью самовосстановления арктических экосистем и требует исключительно высоких стандартов экологической безопасности, так как любое загрязнение имеет долгосрочные последствия.

Современные подходы к техносферной безопасности предприятий должны базироваться на риск-ориентированном подходе и интегрированных системах управления, основанных на прогнозировании и профилактике происшествий, а не на самом факте реагирования на уже произошедшую чрезвычайную ситуацию [2].

Для предприятий Крайнего Севера необходима разработка детальных карт рисков, учитывающих региональную специфику. На этой базе строятся Интегрированные Системы Управления Безопасностью (ИСУБ), объединяющие в единый информационный контур экологическую, промышленную и пожарную безопасность.

Для контроля состояния инфраструктуры в суровых условиях эффективны технологии, минимизирующие присутствие человека, такие как беспилотные летательные аппараты (БПЛА) с тепловизорами и газоанализаторами для облета территорий, инспекции трубопроводов, выявления утечек и мониторинга состояния вечной мерзлоты [6].

Данные дистанционного зондирования земли (ДЗЗ) из космоса позволяют осуществлять мониторинг деформаций земной поверхности, определять места разливов нефтепродуктов, производить оценку состояния ледовой обстановки.

Адаптация технологий и материалов в районах Крайнего Севера должна обеспечить:

- строительство на винтовых сваях, обеспечивающих вентилируемое подполье и стабильность фундаментов на вечной мерзлоте;
- использование хладостойких сталей и полимерных композитов, сохраняющих пластичность при экстремально низких температурах;
- проектирование зданий и сооружений с учетом снеговых и ветровых нагрузок.

Разработка современных подходов к пожарной безопасности подразумевает модернизацию систем противопожарной защиты:

- использование водяных систем с антифризными добавками или воздушно-механической пены. В технологических помещениях возможно применение газовых и порошковых систем автоматического пожаротушения, работоспособность которых не зависит от отрицательных температур;
- применение специальных огнестойких и хладостойких покрытий и облицовок для металлических и деревянных конструкций, в рамках обеспечения огнезащиты;
- установка взрывозащищенных и морозостойких извещателей, способных функционировать при температурах ниже -60°C , что будет способствовать надежному функционированию систем пожарной сигнализации [5; 7].

Применение цифровых технологий, позволяющих моделировать сценарии развития

аварий и пожаров, оптимизировать планировку и отрабатывать действия персонала, также направлены на повышение уровня комплексной безопасности объектов защиты [8].

Системы предиктивной аналитики на основе данных IoT-датчиков (вибрации, температура, давление, загазованность) способны прогнозировать отказы оборудования и предотвращать возгорания.

Обеспечению техносферной безопасности предприятий будет способствовать разработка комплекса организационных мероприятий: разработка специализированных планов ликвидации аварий (ПЛА), учитывающих климатические и логистические ограничения; создание кризисных центров управления на случай ЧС, оснащенных спутниковой связью; регулярное проведение учений в условиях, максимально приближенных к реальным, с акцентом на действия при низких температурах.

Заключение. Обеспечение техносферной безопасности на предприятиях Крайнего Севера России представляет собой сложную, многогранную задачу, требующую системного подхода. Современные стратегии базируются на следующих ключевых принципах:

1. Проактивность: переход от ликвидации последствий к прогнозированию и предотвращению рисков с помощью предиктивной аналитики и риск-ориентированного подхода.

2. Интеграция: объединение систем безопасности в управленческий контур (ИСУБ).

3. Адаптивность: использование технологий и материалов, специально разработанных или адаптированных для работы в арктических условиях.

4. Инновационность: активное внедрение дистанционного мониторинга (БПЛА, ДЗЗ), цифровых двойников и автоматизированных систем управления.

Только комплексное применение организационных, инженерно-технических и информационных решений позволит достичь требуемого уровня защищенности человека, производственных активов и уникальной природы Арктики в условиях нарастающей промышленной активности.

Литература:

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ.

2. О промышленной безопасности опасных производственных объектов : Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ.

3. Стратегия развития Арктической зоны РФ и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 г. (утв. Указом Президента РФ от 26.10.2020 № 645).

4. Батраков Д. Н. Оценка рисков аварий на объектах нефтегазового комплекса в Арктике / Д. Н. Батраков, С. А. Фролов // Проблемы анализа риска. 2020. Т. 17. № 4. С. 64-75.

5. Иванов А. В. Современные системы пожарной безопасности для объектов Крайнего Севера / А. В. Иванов, В. П. Сидоров // Пожаровзрывобезопасность. 2021. Т. 30. № 5. С. 45-53.

6. Петров К. А. Применение беспилотных авиационных систем для мониторинга промышленной безопасности в Арктике // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2022. Т. 333. № 6. С. 120-130.

7. ГОСТ Р 58766-2019. Оборудование пожарное. Общие технические требования. Методы испытаний на стойкость к климатическим воздействиям.

8. Черепнев М. А. Цифровые двойники в управлении промышленной безопасностью арктических предприятий / М. А. Черепнев, А. С. Козлова // Надежность и безопасность энергетики. 2023. Т. 16. № 1. С. 88-95.

УДК 621.396

ТОПОЛОГИИ РАДИОСВЯЗИ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Радостев Н. В.

*Сургутский государственный университет, Сургут;
e-mail: radostev_nv@edu.surgu.ru*

Аннотация. Рассматриваются топологические особенности Крайнего Севера и их влияние на построение радиосетей с учетом экстремального климата, разреженной инфраструктуры и протяженных линейных объектов. Описываются действующие решения радиосвязи, включающие коротковолновые, тропосферные, спутниковые и радиорелейные сегменты, а также их комбинирование. Анализируется устойчивость к геомагнитным возмущениям и предлагаются меры повышения надежности на основе избыточности, разнообразия частот и маршрутов, адаптивных протоколов и мониторинга космической погоды, что повышает устойчивость критических производственных процессов и соответствует требованиям техносферной безопасности.

Ключевые слова: радиосвязь, топология сети, Крайний Север, тропосферная связь, коротковолновая связь, геомагнитные возмущения, техносферная безопасность.

RADIO COMMUNICATION TOPOLOGIES IN THE FAR NORTH

Radostev N. V.

*Surgut State University, Surgut;
e-mail: radostev_nv@edu.surgu.ru*

Abstract. The article examines the topological features of the Far North and how they affect radio network design, considering the extreme climate, sparse infrastructure, and long linear infrastructure corridors. The article describes current radio communication solutions, including shortwave, troposcatter, satellite, and microwave radio-relay segments, as well as their integration. The article assesses resilience to geomagnetic disturbances and proposes reliability measures based on redundancy, frequency and route diversity, adaptive protocols, and space-weather monitoring, which enhances the resilience of critical industrial processes and meets technosphere safety requirements.

Keywords: radio communications, network topology, Far North, troposcatter communication, high frequency communication, geomagnetic disturbances, technosphere safety.

Крайний Север предъявляет к радиосетям особые требования, которые затрагивают выбор площадок, тип опор и схемы резервирования. Низкие температуры влияют на характеристики кабелей и радиооборудования, повышают сопротивление материалов и сокращают ресурс аккумуляторов, обледенение увеличивает ветровую нагрузку и требует усиленных мачт с обогревом узлов крепления.

Цель исследования состоит в определении таких топологий и режимов резервирования, которые снижают вероятность отказов и инцидентов техносферной безопасности в северных условиях. Задачи включают анализ применимых классов связи, оценку их устойчивости к геофизическим факторам и формирование практических рекомендаций по резервированию и эксплуатации.

Сезонная недоступность территорий ограничивает окна доставки и монтажа, что вынуждает планировать длительные циклы подготовки, формировать склад комплектов быстрой замены и держать резервные блоки на месте эксплуатации. Разреженная инфраструктура осложняет подвод энергии и сервисное обслуживание, поэтому заранее оценивают варианты автономного питания, расход топлива и возможность удаленной переконфигурации без выезда бригады.

Большие расстояния и протяженные линейные объекты повышают стоимость каждого узла, удлиняют время восстановления после аварий и требуют продуманной схемы резервирования по маршрутам и по частотам.

Рельеф, заболоченные участки, многолетняя мерзлота и прибрежные зоны с перемещением льда влияют на трассировку, высоту опор и расчет зон Френеля, что напрямую отражается на допустимой длине пролетов и на устойчивости радиорелейных и тропосферных связей. Логистика и энергоснабжение становятся равноправными параметрами топологии вместе с радиопланированием, поэтому размещение узлов увязывают с доступностью транспортных коридоров, возможностью круглогодичного подъезда и наличием обслуживаемых пунктов питания. Такая совокупность ограничений задает исходные правила проектирования и определяет перечень решений, которые обеспечивают целевую доступность в реальных северных условиях.

В регионе применяются несколько классов радиосвязи с разными областями эффективности. Выбор зависит от длины пролетов, доступности энергии, требований к подвижности абонентов, допустимой задержки и возможности обслуживания. Их совместная эксплуатация расширяет зону обслуживания, дает резерв по маршрутам и удерживает работоспособность при частичных сбоях. Такое объединение повышает управляемость рисков для объектов повышенной опасности и поддерживает требуемые режимы оповещения и диспетчеризации.

Коротковолновая (КВ) связь обеспечивает дальние соединения за счет отражения от ионосферы. Работоспособность повышает правильный подбор рабочей частоты по времени суток и сезону, согласованные антенны, контроль уровня шумов и автоматическая перестройка режимов при ухудшении условий. Преимущества заключаются в малой зависимости от наземной инфраструктуры и в сохранении связности при разрушении опорных объектов. Ограничения проявляются в виде замираний, изменчивых маршрутов распространения и дрейфа задержки, что важно учитывать при передаче данных и при синхронизации.

Коротковолновая связь опирается на отражение от ионосферы [1]. Есть диапазон расстояний, где условия особенно выгодны. На рисунке 1 показана зависимость требуемой мощности от длины трассы. Минимум приходится примерно на 2000–3000 км, поэтому вне этого интервала приходится закладывать больший энергетический запас.

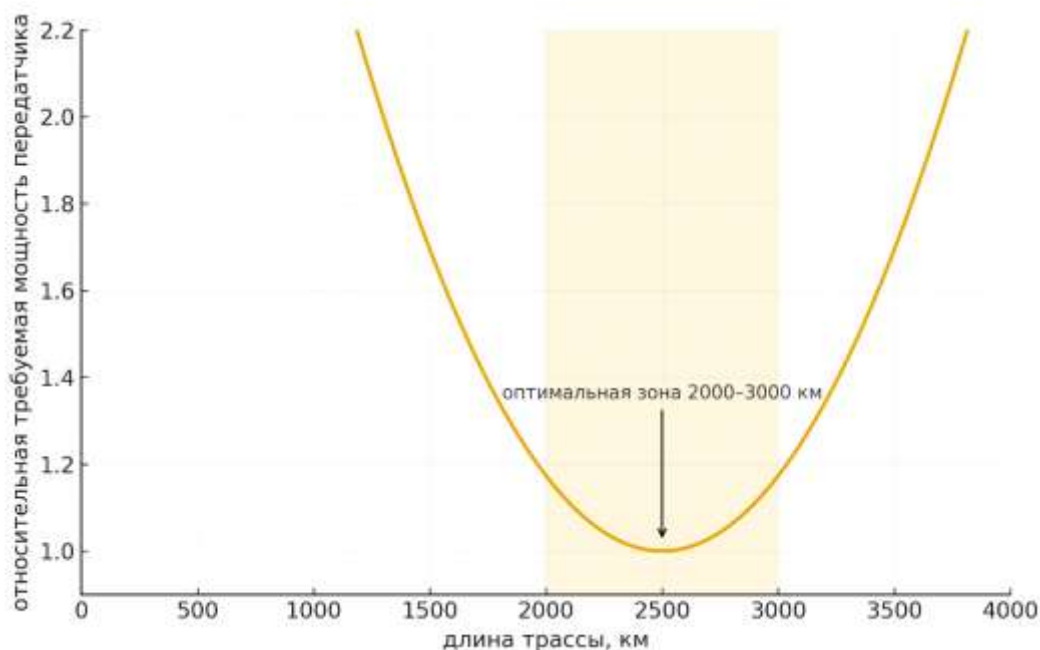


Рис. 1. Схематическая зависимость требуемой мощности от длины трассы для коротковолновой связи

Энергетическая оценка коротковолновых каналов показывает минимум требуемой мощности передатчика на трассах порядка 2000–3000 км при сопоставимой надежности. Этот диапазон поддерживает идею вынесенных КВ ретрансляторов, которые формируют удаленные зоны обслуживания и сокращают энергетические затраты при работе на больших расстояниях между узлами [2]. Для протяженных северных маршрутов целесообразно размещать такие ретрансляторы вдоль доступных транспортных коридоров с учетом автономного питания и удаленной переконфигурации.

Разнесенный прием повышает устойчивость коротковолновых каналов в условиях переменной ионосферы. Вокруг ретранслятора размещают несколько приемных пунктов на удалении, где замирания сигнала слабо совпадают по времени. Система получает сообщение хотя бы на одном пункте и выбирает лучший вариант, поэтому уменьшается число повторов и снижается требуемый запас по мощности. Центр управления собирает отчеты от всех приемных узлов и подтверждает доставку без задержек, что стабилизирует обмен на протяженных участках маршрута.

Тропосферные линии позволяют организовывать устойчивые пролеты за пределами прямой видимости. Качество канала определяется точной юстировкой антенн, достаточным запасом по энергетике и применением пространственного разнесения приемных трактов. На результат влияют интенсивные осадки, температурная стратификация и порывистый ветер. На этапе проекта закладывают повышенный запас по уровню, выбирают устойчивые модуляции и предусматривают непрерывный контроль параметров для своевременной подстройки.

Спутниковые системы расширяют покрытие и поддерживают связь для подвижных объектов. Геоостационарные платформы обеспечивают стабильный сеанс при открытом секторе, но дают значительную задержку. Высокоэллиптические орбиты улучшают геометрию в высоких широтах и сохраняют доступность при низком угле места. Низкие околоземные орбиты снижают задержку и требуют частой смены спутников, что влияет на требования к терминалам и к наземной инфраструктуре. Для повышения готовности применяют две независимые группировки и вводят политику переключения по качеству канала с учетом приоритета трафика.

Наземные радиорелейные сегменты работают на участках прямой видимости и формируют магистраль там, где возможно строительство опор и подведение питания. На стадии трассировки проверяют просвет по зоне Френеля, выбирают высоту мачт и оценивают устойчивость пролетов с учетом ветровых и обледенительных нагрузок. Для повышения надежности используют кольцевые включения, резервирование оборудования и разнесение по частотам, что сокращает вероятность общего отказа.

Сотовая и транкинговая связь покрывают ограниченные зоны даже при высокой установке антенн. Радиус соты в суровых климатических условиях уменьшается из-за рельефа, леса и требований к энергопитанию. Протяженные коридоры связи на Крайнем Севере требуют узлов через десятки километров, что повышает стоимость и усложняет обслуживание. Для магистральных участков приоритет отдают радиорелейным и тропосферным пролетам, для изолированных площадок и подвижных объектов применяют спутниковые каналы. Такое разделение ролей снижает риски деградации покрытия и поддерживает связность на больших расстояниях.

Высокие широты характеризуются переменной геомагнитной обстановкой. Возмущения меняют критические частоты ионосферы, вызывают поглощение в полярных областях, многолучевость и замирания. Наблюдаются доплеровские смещения и ионосферные мерцания, что отражается на пропускной способности, задержках и устойчивости синхронизации. Для снижения рисков применяют мониторинг космической погоды, автоматический выбор частот и адаптивные коды в коротковолновых каналах, повышенный запас по уровню и пространственное разнесение в тропосферных линиях, а также резервирование по группировкам и управляемое переключение в спутниковых сетях. Дополнительно используют резерв по времени и по источникам опорного сигнала, что поддерживает корректную работу служб, чувствительных к синхронизации. Сохранение целостности каналов и корректной синхронизации прямо влияет на безопасность технологических операций, поэтому мероприятия по адаптации режимов считаются элементом обеспечения техносферной безопасности.

Топология радиосетей в высокоширотных районах складывается из ограничений площадок и логистики, поэтому проектирование начинается с поиска опорных точек с гарантированным энергоснабжением и круглогодичным доступом [3]. Маршруты привязывают к рельефу и ледовой обстановке, заранее проверяют просвет по зоне Френеля и рассчитывают ветровые нагрузки, чтобы понять, какую высоту мачт и длину пролетов сеть выдержит без деградации. Чем точнее учтены эти факторы на старте, тем меньше сюрпризов при развертывании и тем короче простой при внештатных событиях.

Канальная основа опирается на несколько классов радиосвязи, при этом роль каждого определяется техническими параметрами и режимом работы сети. Коротковолновые каналы закрывают дальние участки при минимуме наземной инфраструктуры. Рабочие окна частот выбирают по времени суток и сезону, а устойчивость повышают согласованными антеннами, автоматической перестройкой частоты и кодированием с повтором. Для ближних связей применяют наклонное излучение, для дальних ставят направленные антенны и ведут контроль уровня шумов. Приборы синхронизации резервируют по нескольким источникам, поскольку задержка и дрейф параметров на КВ заметны.

Тропосферные направления берут пролеты вне прямой видимости на сотни километров при корректной юстировке антенн и достаточном энергобалансе. Стабильность повышают пространственным разнесением приемных трактов, комбинированием сигналов и запасом по уровню на случай осадков и температурной стратификации. При проектировании заранее считают диаграммы перекрытия, высоту установки, ветер и обледенение, чтобы сохранить согласование в течение сезона без выездов.

Спутниковые системы добавляют покрытие и поддерживают подвижные цели. Геостационарные платформы дают устойчивый сеанс при открытом секторе, но увеличивают

задержку, поэтому их применяют для сервисов, нечувствительных к времени отклика. Высокоэллиптические орбиты улучшают углы места в высоких широтах и позволяют держать связь при низком горизонте. Низкие орбиты сокращают задержку и требуют частой смены спутников, что учитывают при выборе терминалов, политик переключения и источников питания. Для готовности используют две независимые группировки и контроль качества канала с автоматическим выбором лучшего варианта.

Радиорелейные участки формируют магистраль там, где есть прямая видимость между точками и доступ к питанию. Высокую пропускную способность обеспечивают адаптивный выбор модуляции, устойчивые схемы работы при отражениях сигнала и использование двух поляризаций для параллельной передачи. При трассировке проверяют, чтобы между антеннами не было препятствий, оставляют запас просвета над рельефом и объектами, подбирают высоту мачт и закладывают дополнительный уровень сигнала на самые трудные месяцы года. Для снижения рисков применяют кольцевые маршруты, дублируют ключевые узлы и держат запас по рабочим частотам, что помогает сохранить требуемую доступность при единичных отказах.

Северная геофизика вносит коррективы в работу каналов и в режимы обслуживания. Геомагнитные возмущения меняют параметры ионосферы, появляется многолучевость и дрейф задержек, что для коротковолновой связи означает колебания качества и риски для синхронизации. Тропосферные линии чувствительны к осадкам и температурной стратификации, поэтому закладывают увеличенный запас по уровню и следят за параметрами в непрерывном режиме. Спутниковые сегменты зависят от погодных условий в зоне антенн и от нагрузки в пиковые периоды. Практика показывает, что автоматический выбор частоты и адаптивные коды стабилизируют коротковолновые каналы, пространственное разнесение и комбинирование сигналов поддерживают тропосферные пролеты, а политика переключения по метрикам качества удерживает работоспособность спутниковых направлений.

Схемы топологии нацелены на локализацию последствий единичных отказов и на предсказуемое восстановление. Магистраль строят по двум независимым маршрутам с разведением по трассам и узлам, чтобы инцидент не обрушивал всю связность. Узлы сопряжения между классами каналов оснащают буферизацией и кросс-маршрутизацией, единые правила качества обслуживания не допускают приоритетных конфликтов при переключениях. Распределенные участки оформляют как ячеистые фрагменты, которые самостоятельно обходят повреждения, а линейные коридоры вдоль трубопроводов и зимников дополняют кольцевыми вставками и точками обгона препятствий. Такая геометрия снимает излишнюю хрупкость и сокращает время возврата к целевым параметрам.

Эксплуатационная часть поддерживает устойчивость в течение всего жизненного цикла сети. В мониторинг включают телеметрию каналов, состояние энергосистем, погодные показатели и сигналы деградации синхронизации; на этих данных держатся корректировки частотных планов, порогов автоматического переключения и графиков техобслуживания. На ключевых площадках размещают комплекты быстрой замены, а процедуры удаленной переконфигурации позволяют обходиться без выездов в неблагоприятные сезоны. Тренировки персонала по сценариям деградации ускоряют локализацию инцидентов и уменьшают простои. Такая организация обслуживания уменьшает время опасного простоя и снижает вероятность каскадных отказов.

Итоговая конфигурация для типовой северной территории объединяет перечисленные принципы в единую систему. Магистраль связывает опорные узлы радиорелейными или тропосферными пролетами с кольцеванием маршрутов, изолированные площадки берут спутниковый доступ, аварийный обмен поддерживается коротковолновыми каналами. Узлы сопряжения обеспечивают согласованную приоритезацию трафика и последовательное переключение без потери сессий. В результате сеть сохраняет требуемое качество обслуживания, контролирует риски, связанные с геомагнитной и метеорологической

обстановкой, и возвращается к штатным режимам в предсказуемые сроки. С точки зрения техносферной безопасности больший приоритет имеют схемы, которые удерживают связь для аварийного оповещения и дистанционного управления даже при частичных повреждениях инфраструктуры.

Проведенный анализ подтвердил, что устойчивость радиосвязи на Крайнем Севере определяется топологией, согласованной с климатом, рельефом и логистикой. Эффективный результат дает связка классов систем связи, где коротковолновые каналы обеспечивают аварийный обмен, тропосферные направления перекрывают пролеты вне прямой видимости, спутниковые сегменты поддерживают изолированные площадки и подвижные объекты, а радиорелейные линии формируют магистраль при наличии опор и питания. Геомагнитные возмущения и метеофакторы заметно влияют на параметры каналов, поэтому требуются адаптивные режимы, мониторинг космической погоды, разнесение и резервирование. Выбор топологии влияет на вероятность технологических инцидентов и на длительность опасных режимов. Предложенные меры снижают риск не только для персонала, но для и окружающей среды, а также ускоряют возвращение к штатной работе.

Перспективными остаются оценки влияния геофизики на синхронизацию, полевые испытания смешанных топологий в разные сезоны, уточнение метрик доступности и времени восстановления. Полученные результаты задают основу для дальнейшего совершенствования схем размещения узлов, планов резервирования и правил эксплуатации в высокоширотных регионах. Практическая ценность оценок отказоустойчивости и доступности каналов в их прямой связи с количественными метриками техносферной безопасности и с планами противоаварийных действий.

Литература:

1. Девис К. Радиоволны в ионосфере. Москва : МИР, 1973. 502 с.
2. Головкин Р. В. Разработка научно-технических предложений по обеспечению многоканальной радиосвязи в районах Крайнего Севера / Р. В. Головкин, К. А. Кузин // Символ науки. 2018. № 7. С. 18-19.
3. Коноплева Е. Н. О расчете надежности радиосвязи на коротких волнах // Электросвязь. 1967. № 11. С. 36-38.

УДК 62-932.4:502.22

БЕСПЕРЕБОЙНОЕ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ СПАСАТЕЛЬНЫХ МОДУЛЕЙ

Реймер В. В.

*Сургутский государственный университет, Сургут;
e-mail: rejmer_vv@edu.surgu.ru*

Аннотация. В критических ситуациях – стихийные бедствия или техногенные катастрофы – непрерывное питание спасательных модулей крайне важно для успешного проведения спасательных работ. Здесь мы рассмотрим, какие есть решения, обсудим их сильные и слабые стороны, а также посмотрим, как можно объединить разные источники энергии. Определим, что важно для создания работающих систем энергоснабжения, которые способны заметно улучшить качество реагирования на чрезвычайные ситуации.

Ключевые слова: бесперебойное энергоснабжение, спасательные модули, чрезвычайные ситуации, интеграция источников энергии.

UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY TO RESCUE MODULES

Reymer V. V.

*Surgut State University, Surgut;
e-mail: rejmer_vv@edu.surgu.ru*

Abstract. In critical situations, such as natural or man-made disasters, uninterrupted power supply to rescue modules is crucial for successful rescue operations. Here, we will examine existing solutions, discuss their strengths and weaknesses, and explore how to integrate different power sources. We will determine the key elements for creating functioning power supply systems that can significantly improve emergency response.

Keywords: uninterruptible power supply, rescue modules, emergency situations, energy source integration.

Обеспечить бесперебойное питание спасательных модулей в подобных обстоятельствах – непростая задача, требующая внимательного подхода. Модули, необходимые для оказания помощи пострадавшим и координации спасательных операций, должны функционировать без остановок, чтобы обеспечить быстрое и действенное реагирование [1]. Во время бедствий доступ к электричеству часто ограничен или отсутствует. Это создает серьезные проблемы для работы медицинского оборудования, связи и других важных систем [3].

Сегодняшние технологии играют большую роль в поддержании работы спасательных модулей. В последние годы вырос интерес к возобновляемым источникам, например, солнечным панелям и ветряным турбинам, которые могут обеспечить энергией независимо от обычных источников [9]. Эти решения помогают не только уменьшить зависимость от ископаемого топлива, но и сокращают вредное воздействие на окружающую среду.

Однако переход к новым технологиям требует хорошей подготовки. Нужно продумать не только технические характеристики, но и то, как доставить, разместить и обслуживать оборудование в экстренных ситуациях. Важно также научить персонал правильно использовать эти системы, чтобы они могли справляться с возникающими проблемами [2].

Для создания хорошей энергосистемы важно объединить несколько источников энергии. Например, сочетание солнечных панелей с аккумуляторами и генераторами может обеспечить стабильное питание даже в сложных условиях. Такой подход делает спасательные модули более устойчивыми к внешним воздействиям и позволяет им быстро приспосабливаться к переменам [5].

Основная задача этой работы – проанализировать современные способы обеспечения бесперебойного питания для спасательных модулей.

Первым этапом исследования стало систематическое изучение литературы и технической документации по современным системам энергоснабжения, используемым в спасательных модулях. Были проанализированы международные стандарты, инструкции по применению и отчеты о применении технологий в реальных условиях (например, после ураганов, землетрясений) [2; 3].

В рамках этого этапа составлены таблицы сравнения характеристик различных источников питания: аккумуляторных систем, дизель-генераторов, солнечных панелей и гибридных решений.

В последние годы всё больше внимания уделяется возобновляемым источникам энергии. Например, солнечные панели – это экологически чистый источник энергии, который не требует топлива и может работать в течение долгого времени при наличии солнечного света. Например, в спасательных операциях после землетрясения в Непале (2015) использовались портативные солнечные панели для питания небольших устройств связи и освещения. Их преимущество – низкие эксплуатационные расходы и простота установки, однако эффективность зависит от погодных условий и времени суток [7].

Дизельные и бензиновые генераторы применяются благодаря высокой мощности и относительно низкой стоимости. Они позволяют быстро развернуть источник питания в любой точке мира. Так во время урагана «Катрина» (2005) в США использовались дизельные генераторы для питания больниц и пунктов эвакуации. Их недостатки – шум, выбросы вредных веществ и необходимость наличия топлива [8].

Современные литий-ионные аккумуляторы позволяют хранить энергию для использования в периоды отсутствия активного источника питания. Они особенно полезны для резервного питания или в качестве дополнения к другим системам и актуальны для мобильных спасательных станций. Необходимо предусматривать возможность быстрой зарядки и высокой плотности энергии используемых элементов [6].

Комбинирование нескольких источников энергии – например, солнечных панелей с аккумуляторами или генераторами – позволяет повысить надежность работы системы. Если один источник выходит из строя или недоступен, система автоматически переключается на другой источник. В качестве примера можно предложить спасательные модули с использованием гибридной системы с солнечными панелями и портативным дизельным генератором, что обеспечит автономность даже при неблагоприятных погодных условиях.

Сравним характеристики источников энергии, которые возможно использовать для спасательных модулей (смотри табл. 1) [10; 11; 12].

Таблица 1.

Характеристики источников энергии

Параметр	Солнечная панель + аккумулятор	Дизель-генератор + аккумулятор	Солнечная панель + дизель-генератор + аккумулятор
Максимальная мощность	2–5 кВт	5–10 кВт	10–20 кВт
Время автономной работы	8–24 часа	24–72 часа	72+ часа
Вес системы	100–200 кг	300–500 кг	500–800 кг

Площадь размещения	4–6 м ²	2–3 м ²	6–8 м ²
Эффективность в пасмурную погоду	Низкая	Высокая	Средняя
Экологичность	Высокая	Низкая	Средняя
Стоимость эксплуатации	Средняя	Высокая	Высокая

Для точного выбора системы энергоснабжения спасательного модуля необходимо произвести оценку климата, местности, приблизительной мощности потребления, времени автономной работы, мобильности [2]. Исходя из этого можно сделать вывод, что:

Солнечная аккумуляторная система подходит для регионов с высокой солнечной активностью, для краткосрочных операций, при наличии достаточного пространства для размещения панелей [9; 12].

Дизель-генераторная аккумуляторная система эффективна в условиях ограниченного пространства, для регионов с нестабильным солнечным излучением, при необходимости быстрого развертывания [8; 11].

Комплексная система оптимальна для длительных операций, подходит для различных климатических условий, при высоких требованиях к надежности комплектующим [5; 10].

Развитие технологий хранения энергии – например, новые типы аккумуляторов с повышенной плотностью энергии (твердотельные батареи) – обещает повысить эффективность систем энергоснабжения спасательных модулей в будущем [4; 6]. Также активно исследуются альтернативные возобновляемые источники энергии: ветровые турбины, гидроаккумуляторы и топливные элементы.

Литература:

1. Бутков П. П. Материально-техническое обеспечение при чрезвычайных ситуациях. Санкт-Петербург : СПб ГПУ, 2007. 211 с.
2. Марков Г. С. Основные направления развития аварийно-спасательной техники. Проблемные вопросы внедрения и контроля качества продукции / Г. С. Марков, Ю. А. Онищенко, В. В. Щеголькова // Технологии гражданской безопасности. 2011. № 3 (29). С. 50-52.
3. Гамазин С. И. Обеспечение надёжности электроснабжения и качества электроэнергии / С. И. Гамазин, В. М. Пупин, Ю. В. Марков // Промышленная энергетика. 2006. № 11. С. 51-56.
4. Климов В. П. Топологии источников бесперебойного питания переменного тока / В. П. Климов, А. А. Портнов, В. В. Зуенко // Электронные компоненты. 2003. № 7. С. 12-16.
5. Кирпичникова И. М. Обеспечение бесперебойного электроснабжения высокотехнологичных предприятий / И. М. Кирпичникова, С. С. Шипилов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика». 2022. Т. 22. № 1. С. 55-61.
6. Таганова А. А. Герметичные химические источники тока: Элементы и аккумуляторы. Оборудование для испытаний и эксплуатации : Справочник / А. А. Таганова, Ю. И. Бубнов, С. Б. Орлов. Санкт-Петербург : Химиздат, 2005. 264 с.
7. Открытые системы: OSP.RU: новости, статьи, обзоры. URL: <https://www.osp.ru/news/articles/2015/18/13045848> (дата обращения: 01.10.2025).
8. Катрина (ураган) // Википедия: свободная энциклопедия. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Катрина_\(ураган\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Катрина_(ураган)) (дата обращения: 01.10.2025).
9. Флетани А. Автономное электроснабжение с использованием возобновляемых источников энергии // Актуальные исследования. 2021. № 42 (69). С. 10-12.

10. Solar Power Systems BV. URL: <https://www.solarpowersystems.be/> (дата обращения: 05.10.2025).
11. Cummins Power Generation. URL: <https://www.cummins.com/> (дата обращения: 05.10.2025).
12. UltraSolar PRO XL // Автономные решения. URL: https://autonomno.ru/files/lp/ultrasolar/broshyura_ultrasolar_pro_xl_web.pdf?ysclid=mgdcis2sdq780913828 (дата обращения: 01.10.2025).

УДК 658.382.3

МЕРЫ СНИЖЕНИЯ АВАРИЙНОСТИ НА НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ПАО «СУРГУТНЕФТЕГАЗ»

Тюряков О. И., Андреева Т. С.

*Сургутский государственный университет, Сургут;
e-mail: tyuryakov_1986@mail.ru, andreeva_ts@surgu.ru*

Аннотация. Данная работа посвящена вопросам снижения аварийности на нефтегазодобывающих предприятиях в северных регионах России, в частности, на месторождениях ПАО «Сургутнефтегаз». Выделены ключевые проблемы, которые имеют место в процессе эксплуатации нефтегазового оборудования. Также авторы предлагают ряд профилактических мероприятий, направленных на повышение надежности производственного процесса и сокращение числа несчастных случаев.

Ключевые слова: безопасность производства, предупреждение аварий, техническое обслуживание оборудования, производственные риски.

MEASURES TO REDUCE ACCIDENTS AT THE OIL AND GAS FIELDS OF PJSC «SURGUTNEFTEGAZ»

Tyuryakov O. I., Andreeva T. S.

*Surgut State University, Surgut;
e-mail: tyuryakov_1986@mail.ru, andreeva_ts@surgu.ru*

Abstract. This work focuses on issues related to reducing accidents at oil and gas extraction facilities located in Russia's northern regions, particularly those operated by PJSC «Surgutneftegaz». Key problems encountered during the operation of oil and gas equipment have been identified. Additionally, the authors propose several preventative measures aimed at enhancing process reliability and decreasing the number of incidents.

Keywords: production safety, accident prevention, equipment maintenance, production risks.

Аварии и инциденты на опасных производственных объектах могут привести к тяжелым последствиям, включая человеческие жертвы, значительный материальный ущерб и негативное воздействие на природные ресурсы. Поэтому вопросы предупреждения аварийности требуют системного подхода, постоянного совершенствования технологических процессов, внедрения современных методов контроля и управления рисками.

ПАО «Сургутнефтегаз» уделяет особое внимание вопросам промышленной безопасности и охраны труда, реализуя комплекс мероприятий, направленных на минимизацию вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций. Так в цехе научно-исследовательских и производственных работ (цех НИПР) НГДУ «Сургутнефть» ведется активная работа по анализу причин аварийных ситуаций, разработке и внедрению инновационных технологий и решений, способствующих повышению надежности оборудования и соблюдению норм безопасного производства. Данный подход позволяет не только снизить уровень аварийности, но и повысить общую эффективность добычи и переработки углеводородного сырья [1].

Повышение надежности технологических процессов, внедрение современных методов диагностики и контроля, обучение персонала – ключевые факторы снижения аварийности. В НГДУ «Сургутнефть» (цех НИПР) реализуется комплекс мер, направленный на предупреждение угроз и минимизацию рисков возникновения аварийных ситуаций (табл. 1).

Таблица 1.

Меры по снижению аварийности [2, 3]

Наименование меры	Цель меры	Задачи	Методы и технологии	Ожидаемые результаты	Контрольные показатели эффективности
Регулярный технический осмотр и диагностика оборудования	Выявление и предотвращение дефектов и износа оборудования	Провести осмотр всех узлов добычи и транспортировки, выявить критические повреждения, заменить или отремонтировать оборудование	Неразрушающий контроль (УЗ, магнитная дефектоскопия), тепловизионный контроль, автоматизированные системы мониторинга состояния трубопроводов	Снижение количества аварийных остановок оборудования, увеличение срока службы техники	Процент обнаруженных дефектов, количество аварийных простоев
Обучение и инструктаж персонала по вопросам промышленной безопасности	Повышение уровня квалификации и осведомленности работников	Проведение регулярных тренингов, инструктажей, тестирования знаний, организация стажировок	Электронное обучение (LMS-системы), очные занятия, симуляторы аварийных ситуаций	Снижение человеческого фактора, повышение готовности персонала к действиям в ЧС	Количество инцидентов по вине персонала, уровень знаний после обучения
Модернизация оборудования и внедрение систем автоматического контроля	Повышение уровня автоматизации и надежности производственных процессов	Замена устаревшего оборудования, установка датчиков давления, температуры, расхода, внедрение АСУ ТП	Программируемые контроллеры, SCADA-системы, IoT-датчики, системы дистанционного управления	Снижение вероятности аварий из-за отказов оборудования, оперативное реагирование на изменения параметров	Коэффициент готовности оборудования, время реагирования на отклонения
Внедрение системы управления промышленными рисками (СУПР)	Идентификация, оценка и минимизация производственных рисков	Проведение анализа рисков (HAZOP, FMEA), разработка карт рисков, внедрение процедур управления ими	Методы количественной оценки рисков, программные комплексы для моделирования аварийных ситуаций	Снижение количества происшествий за счет проактивного управления рисками	Количество зарегистрированных рисков, количество инцидентов
Плановые противоаварийные испытания и учения	Проверка готовности персонала и систем к	Проведение учений по ликвидации условных	Сценарии чрезвычайных ситуаций, использование	Повышение скорости реагирования, отработка	Время до начала ликвидации инцидента,

	ликвидации аварий	аварий, проверка работы систем сигнализации и защиты	симуляторов, видеоконтроль за действиями персонала	алгоритмов действий	количество ошибок при выполнении действий
Мониторинг и прогнозирование состояния скважин и пластов	Предотвращение аварий, связанных с выбросами флюида и обрушением горных пород	Анализ данных о состоянии пластов, прогнозирование изменений, корректировка режимов эксплуатации	Геолого-промысловый анализ, гидродинамическое моделирование, системы ГИС	Снижение рисков открытых фонтанирования и других геологических аварий	Частота геологических аварий, точность прогноза
Внедрение систем раннего предупреждения о возгораниях и утечках	Обеспечение раннего обнаружения опасных факторов	Установка датчиков утечек газа, дымовых и температурных датчиков, интеграция с системой оповещения	Системы пожарной сигнализации, система обнаружения утечек (LDS), автоматическое оповещение	Снижение времени реакции на возгорания и утечки, предотвращение масштабных аварий	Время срабатывания системы, количество ложных срабатываний
Работы по ремонту и реконструкции наземных сооружений и коммуникаций	Поддержание объектов в безопасном техническом состоянии	Ремонт насосных станций, резервуаров, трубопроводов, площадок обслуживания	Строительные и монтажные работы, неразрушающие методы контроля, сварочный контроль	Снижение аварийности, связанной с износом инфраструктуры	Количество аварий на коммуникациях, сроки безотказной работы после ремонта
Создание и развитие внутренней системы расследования инцидентов	Анализ причин аварий и предотвращение их повторения	Проведение детального анализа инцидентов, подготовка актов расследования, разработка рекомендаций	Методология расследования RCA, формирование комиссий, создание базы знаний по инцидентам	Снижение числа повторных аварий, повышение культуры безопасности	Количество повторных аварий, процент внедренных рекомендаций
Внедрение цифровых двойников и симуляций производственных процессов	Моделирование аварийных сценариев и тестирование решений без риска для производства	Создание цифровых моделей оборудования и процессов, проведение симуляций аварийных ситуаций	Цифровые двойники, 3D-моделирование, программные комплексы типа ANSYS, HYSYS, SimSci	Повышение точности прогнозов, снижение рисков при запуске новых процессов	Точность моделирования, количество успешно протестированных сценариев

В результате реализации комплекса мер по снижению аварийности на нефтегазовых месторождениях НГДУ «Сургутнефть» (на примере цеха научно-исследовательских и производственных работ) достигается системное повышение уровня промышленной безопасности, что является критически важным для устойчивого и эффективного функционирования предприятия в условиях сложных геологических условий и износа производственных мощностей. Подход, основанный на сочетании технологического обновления, регулярного технического обслуживания, обучения персонала и внедрения современных методов управления рисками, позволяет сформировать многоуровневую систему защиты от возможных аварийных ситуаций [4].

Особое значение имеет интеграция цифровых технологий: автоматизированные системы контроля, датчики IoT, цифровые двойники и программные комплексы моделирования аварийных сценариев, которые обеспечивают мониторинг состояния оборудования и позволяют заранее выявлять потенциальные угрозы. Это значительно снижает вероятность отказов и позволяет принимать более обоснованные управленческие решения. Внедрение систем раннего предупреждения о возгораниях, утечках и других чрезвычайных ситуациях также способствует минимизации последствий при возникновении аварий.

Важный элемент – работа с человеческим фактором: обучение сотрудников, проведение учений и противоаварийных тренировок, формирование культуры безопасности на всех уровнях управления. Постоянный контроль знаний и навыков персонала, применение симуляторов и электронных платформ для обучения позволяют поддерживать высокий уровень профессиональной подготовки и готовности к действиям в экстремальных условиях.

Кроме того, модернизация наземных сооружений, трубопроводов и скважинного оборудования обеспечивает долгосрочную надежность объектов добычи и транспортировки углеводородов. Работы по ремонту и реконструкции, проводимые в рамках планово-предупредительного обслуживания, позволяют сохранять безопасное состояние инфраструктуры и предотвращать аварии, связанные с физическим износом конструкций. Параллельно с этим развивается система внутреннего расследования инцидентов, которая даёт возможность глубоко анализировать причины происшествий и предпринимать профилактические меры, направленные на исключение повторных случаев. Внедрение системы управления промышленными рисками создаёт основу для стратегического подхода к обеспечению безопасности, позволяя заранее прогнозировать возможные угрозы и разрабатывать меры по их предотвращению. Использование современных методик анализа рисков, таких как HAZOP и FMEA, в сочетании с программными средствами моделирования аварийных процессов, делает возможным переход от реактивного к проактивному управлению безопасностью.

Литература:

1. ПАО «Сургутнефтегаз». URL: <https://www.surgutneftegas.ru> (дата обращения: 09.11.2025).
2. Фомин А. Н. Бурение нефтяных и газовых скважин : Учеб. для вузов. Москва : Юрайт, 2025. 235 с. // Образовательная платформа Юрайт. URL: <https://urait.ru/bcode/569206> (дата обращения: 10.11.2025).
3. Комащенко В. И. Технология проведения горно-разведочных выработок : Учеб. для вузов / В. И. Комащенко, Ю. Н. Малышев, Б. И. Федунец. 2-е изд. Москва : Юрайт, 2025. 668 с. // Образовательная платформа Юрайт. URL: <https://urait.ru/bcode/565933> (дата обращения: 10.11.2025).
4. Государственное антикризисное управление в нефтяной отрасли : Монография / под ред. А. З. Бобылевой, О. А. Львовой. Москва : Юрайт, 2025. 326 с. // Образовательная платформа Юрайт. URL: <https://urait.ru/bcode/564657> (дата обращения: 10.11.2025).

УДК 658.382.3

ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР КАК КЛЮЧЕВОЙ АСПЕКТ ОРГАНИЗАЦИИ ОХРАНЫ ТРУДА В ПАО «СУРГУТНЕФТЕГАЗ»

Тюрякова Е. Р., Андреева Т. С.

*Сургутский государственный университет, Сургут;
e-mail: esaulkova.1995@mail.ru, andreeva_ts@surgu.ru*

Аннотация. Работа посвящена вопросам обеспечения безопасности предприятий нефтегазовой отрасли, с особым акцентом на роли человеческого фактора в возникновении аварийных ситуаций. Представлен опыт ПАО «Сургутнефтегаз», рассмотрены основные причины травматизма, предложены эффективные меры по улучшению охраны труда.

Ключевые слова: человеческий фактор, охрана труда, условия труда, производственный травматизм, культура безопасности.

THE HUMAN FACTOR AS A KEY ASPECT OF THE ORGANIZATION OF LABOR PROTECTION IN PJSC «SURGUTNEFTEGAZ»

Tyuryakova E. R., Andreeva T. S.

*Surgut State University, Surgut;
e-mail: esaulkova.1995@mail.ru, andreeva_ts@surgu.ru*

Abstract. The work addresses the issues of ensuring worker safety in the oil and gas industry, with special focus on the role of human factor in causing emergency situations. Experience of PJSC «Surgutneftegaz» is presented, major causes of injuries are analyzed, and effective measures for improving occupational safety are suggested.

Keywords: human factor, labor protection, working conditions, occupational injuries, safety culture.

Обеспечение безопасных условий труда является одной из приоритетных задач для промышленной организации, особенно в нефтегазовой отрасли, где на производственных объектах имеют место повышенные риски и угрозы как для здоровья работников, так и для окружающей среды. Основным элементом системы охраны труда остается человеческий фактор – совокупность психофизиологических качеств человека, его профессиональной подготовки, уровня дисциплины, ответственности, внимания и способности принимать правильные решения в сложных ситуациях. От персонала во многом зависит эффективность реализации мер по обеспечению промышленной и экологической безопасности.

ПАО «Сургутнефтегаз» является одним из ключевых игроков на российском рынке нефтегазовой отрасли, объединяя широкую сеть добывающих, перерабатывающих и обслуживающих предприятий. В структуре компании значительное место занимает нефтегазодобывающее управление «Сургутнефть» которое обеспечивает стабильную добычу углеводородного сырья. Цех пароводоснабжения НГДУ «Сургутнефть» играет важную роль в технологическом процессе, обеспечивая предприятия необходимыми энергоресурсами – паром и горячей водой. Работа цеха связана с эксплуатацией котельных установок, трубопроводов высокого давления и других потенциально опасных объектов, что требует строгого соблюдения норм и правил охраны труда [1].

Несмотря на наличие технически развитых систем контроля и автоматизации, основной риск аварийных ситуаций и несчастных случаев на производстве напрямую связан с деятельностью человека. Ошибки персонала, недостаточная квалификация, невнимательность, усталость, неправильная организация труда или нарушение инструкций могут стать причинами серьезных происшествий. Особенно это актуально в условиях постоянного стремления к увеличению объемов производства и оптимизации рабочих процессов, когда нагрузка на персонал возрастает, а требования к оперативности принятия решений становятся выше [2].

Анализ состояния охраны труда в цехе пароводоснабжения НГДУ «Сургутнефть» ПАО «Сургутнефтегаз» позволяет сделать вывод, что около 78% инцидентов, зарегистрированных за последние три года, были вызваны именно человеческими ошибками – от невнимательности до грубого нарушения технологических регламентов. При этом только 22% происшествий произошли по причинам технического характера, таких как выход из строя оборудования или сбой автоматики. Это свидетельствует о том, что основное внимание должно быть сосредоточено на улучшении подготовки персонала, формировании культуры безопасности и совершенствовании системы внутреннего контроля. По данным статистики, в 2023 году было зафиксировано 14 случаев травматизма, из которых 11 были связаны с нарушением правил использования средств индивидуальной защиты или неправильным выполнением технологических операций. Также, более 35% работников отметили в анкетировании, что сталкивались с ситуациями, когда для ускорения выполнения задач ими пренебрегали инструкциями по охране труда. Эти данные указывают на существующий разрыв между формальными нормами и реальным поведением персонала на производстве [3].

Анализ показывает, что несмотря на наличие развитой системы нормативного регулирования и технических средств обеспечения безопасности, значительное количество инцидентов и несчастных случаев связано именно с человеческим фактором. Проблемы в области охраны труда обусловлены как недостатками в организации производственного процесса, так и слабыми сторонами в подготовке персонала, контроле за соблюдением требований безопасности, а также психологическим состоянием работников (табл. 1).

Таблица 1.

Анализ проблем и мер охраны труда в цехе пароводоснабжения НГДУ «Сургутнефть» [4]

Проблема/ Угроза	Описание проблемы	Причины возникновения	Меры по устранению и профилактике
Нарушение технологических инструкций	Отклонения от установленных процедур при эксплуатации котельного оборудования	Недостаточная квалификация, отсутствие контроля, переутомление	Введение регулярного внутреннего аудита, проведение повторной аттестации персонала, внедрение электронных чек- листов
Травматизм на рабочем месте	Фиксируются случаи падений, ожогов, порезов, особенно при обслуживании трубопроводов под давлением	Отсутствие или неправильное использование СИЗ, несоблюдение правил безопасного доступа к оборудованию	Оснащение необходимыми средствами индивидуальной защиты, обучение безопасным приемам работы, организация медицинского контроля перед сменой
Недостаточный уровень обучения персонала	Работники не владеют полной информацией о рисках, действиях при аварии, работе систем безопасности	Нерегулярный инструктаж, формальный подход к обучению, отсутствие тренажеров	Введение раз в год курса повышения квалификации, имитационного обучения, применение VR-тренажеров для моделирования аварийных ситуаций

Высокая нагрузка на персонал	Работники испытывают физическое и эмоциональное перенапряжение, что влияет на концентрацию внимания	Недостаточная численность сотрудников, переработки, высокие требования к скорости выполнения задач	Оптимизация графиков работы, введение системы мониторинга выгорания, предоставление психологической помощи, увеличение штата
Неэффективный контроль за состоянием оборудования	Не все дефекты оборудования выявляются своевременно, из-за чего возрастает риск аварии	Недостаточно квалифицированный персонал диагностики, несовершенные методики осмотра, отсутствие автоматизации	Внедрение систем вибродиагностики и тепловизионного контроля, обучение специалистов новым методам неразрушающего контроля, привлечение независимых экспертных организаций
Недостаточная мотивация работников к соблюдению правил охраны труда	Сотрудники не всегда воспринимают инструкции всерьез, игнорируют стандарты ради экономии времени	Отсутствие системы поощрений за безопасное поведение, формальная система дисциплинарных взысканий	Введение системы поощрений за безаварийную работу, конкурс «Лучший по охране труда», включение показателей безопасности в KPI
Недостаточная информированность о рисках	Работники не знают всех потенциальных угроз на своем рабочем месте, особенно при взаимодействии с химически активными веществами	Отсутствие регулярных брифингов по безопасности, плохое знание паспортов опасных веществ	Проведение еженедельных совещаний по безопасности, размещение наглядной информации на рабочих местах, индивидуальные инструктажи
Ошибки при взаимодействии между службами	Сбои в коммуникации между ремонтным персоналом, операторами и ИТС приводят к некорректной работе оборудования	Отсутствие единой системы координации, слабые навыки командной работы, разрозненные процессы согласования действий	Внедрение корпоративной системы управления задачами и инцидентами, проведение командных тренингов по коммуникации, создание протоколов взаимодействия между подразделениями
Низкая культура безопасности	На предприятии не сформировано устойчивое понимание важности охраны труда как ценности	Формальный подход к вопросам охраны труда со стороны руководства, слабая роль службы ОТ, отсутствие лидеров безопасности	Формирование культуры безопасности через корпоративные кампании, вовлечение руководителей в вопросы ОТ, назначение ответственных за безопасность в каждом подразделении
Недостаточная подготовка к ЧС	Персонал не готов к реагированию на аварийные ситуации, не проводятся учения в достаточном объеме	Отсутствие регулярных тренировок, нечеткие алгоритмы действий, недостаток технических средств оповещения	Проведение ежеквартальных учений, разработка четких инструкций по ликвидации аварий, модернизация систем оповещения и связи

Важно отметить, что внедрение комплексных мер, представленных в таблице, может снизить уровень травматизма на 40–60%, а число нарушений – более чем на 70%. В частности, такие меры, как регулярные тренинги по безопасности, внедрение VR-обучения и введение системы поощрений за соблюдение правил, уже показали свою эффективность на других предприятиях компании. Кроме того, цифры говорят о том, что около 65% сотрудников нуждаются в дополнительной подготовке по вопросам безопасного обращения с оборудованием и действиям в чрезвычайных ситуациях.

Реализация рекомендаций позволит не только повысить уровень охраны труда, но и укрепить доверие персонала к системе управления безопасностью, сформировать положительный корпоративный климат и снизить вероятность крупных производственных аварий. Только последовательная работа по всем направлениям – от технической оснащённости до психологического климата в коллективе – поможет достичь действительно высокого уровня охраны труда и обеспечить устойчивое развитие производства.

Литература:

1. ПАО «Сургутнефтегаз». URL: <https://www.surgutneftegas.ru/> (дата обращения: 05.11.2025).
2. Кузнецова Е. А. Управление условиями и охраной труда : Учеб. и практ. для вузов / Е. А. Кузнецова, В. Д. Роик. – Москва : Юрайт, 2025. 300 с. // Образовательная платформа Юрайт. URL: <https://urait.ru/bcode/556402> (дата обращения: 06.11.2025).
3. Беляков Г. И. Организация работ по охране труда и производственная санитария : Учеб. для вузов. 5-е изд. Москва : Юрайт, 2025. 353 с. // Образовательная платформа Юрайт. URL: <https://urait.ru/bcode/559983> (дата обращения: 06.11.2025).
4. Карнаух Н. Н. Охрана труда : Учеб. для вузов. 2-е изд. Москва : Юрайт, 2025. 343 с. // Образовательная платформа Юрайт. URL: <https://urait.ru/bcode/559672> (дата обращения: 06.11.2025).

УДК 331.45

ОБУЧЕНИЕ И ИНСТРУКТАЖИ ПО ОХРАНЕ ТРУДА КАК КЛЮЧЕВОЕ ЗВЕНО В БЕЗОПАСНОМ ПРОВЕДЕНИИ РАБОТ

Хазикиева А. С., Ончева Е. М.

*Сургутский государственный университет, Сургут;
e-mail: 900-940@mail.ru*

Аннотация. В данной работе проанализирована статистика несчастных случаев на особо опасных производственных объектах России, где человеческий фактор остается одной из ключевых причин травматизма. В качестве решения данной проблемы предложен комплекс современных методов и технологий обучения персонала, направленный на формирование поведенческих компетенций и прочной культуры безопасности.

Ключевые слова: безопасность, обучение по охране труда, несчастные случаи.

TRAINING AND SAFETY INSTRUCTIONS AS A KEY LINK IN SAFE WORKING

Khazikieva A. S., Oncheva E. M.

*Surgut State University, Surgut;
e-mail: 900-940@mail.ru*

Abstract. This paper analyzes the statistics of accidents at particularly dangerous production facilities in Russia, where the human factor remains one of the key causes of injuries. To address this issue, a set of modern methods and technologies for staff training has been proposed to foster behavioral competencies and a strong safety culture.

Keywords: safety, occupational safety training, accidents.

Охрана труда на предприятии занимает одну из наиважнейших систем для обеспечения безопасного ведения производственной деятельности, а также, что важно – сохранения жизни и здоровья сотрудников [1].

Из того, как построена система обучения и проведения инструктажей на предприятии, можно говорить о рисках возникновения травматизма и несчастных случаев. Требования к обучению и инструктажам по охране труда закреплены в постановлении Правительства РФ от 24.12.2021 г. № 2464 «О порядке обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда» [5].

В случае, если работодатель пренебрегает обучением сотрудников безопасным методам работы, обучению по использованию средств индивидуальной защиты, оказанию первой помощи, внеплановым обучением и так далее, возрастает риск, что на предприятии будут происходить инциденты либо аварии и соответственно возрастает риск угрозы жизни и здоровью работников на данном предприятии.

Ниже представлена официальная статистика от Ростехнадзора за 2020–2023 год по несчастным случаям на опасных производственных объектах (табл. 1), а также причины их происхождения [6].

Таблица 1.

Официальная статистика несчастных случаев за 2020-23 гг.

Год	Количество несчастных случаев	Количество погибших	Количество пострадавших
2020	1 915	587	1 506
2021	2 107	708	1572
2022	2 288	794	1 667
2023	2 437	848	1 735
Динамика	↑ Рост на 27%	↑ Рост на 44%	↑ Рост на 15%

Итак, в течение четырех лет увеличивается количество несчастных случаев, а число погибших увеличилось почти на 45%. Это указывает на системные проблемы в области промышленной безопасности на опасных производственных объектах.

Ниже представлены основные причины несчастных случаев на опасных производственных объектах за 2020–2023 год по данным Ростехнадзора в процентном соотношении (рис. 1).

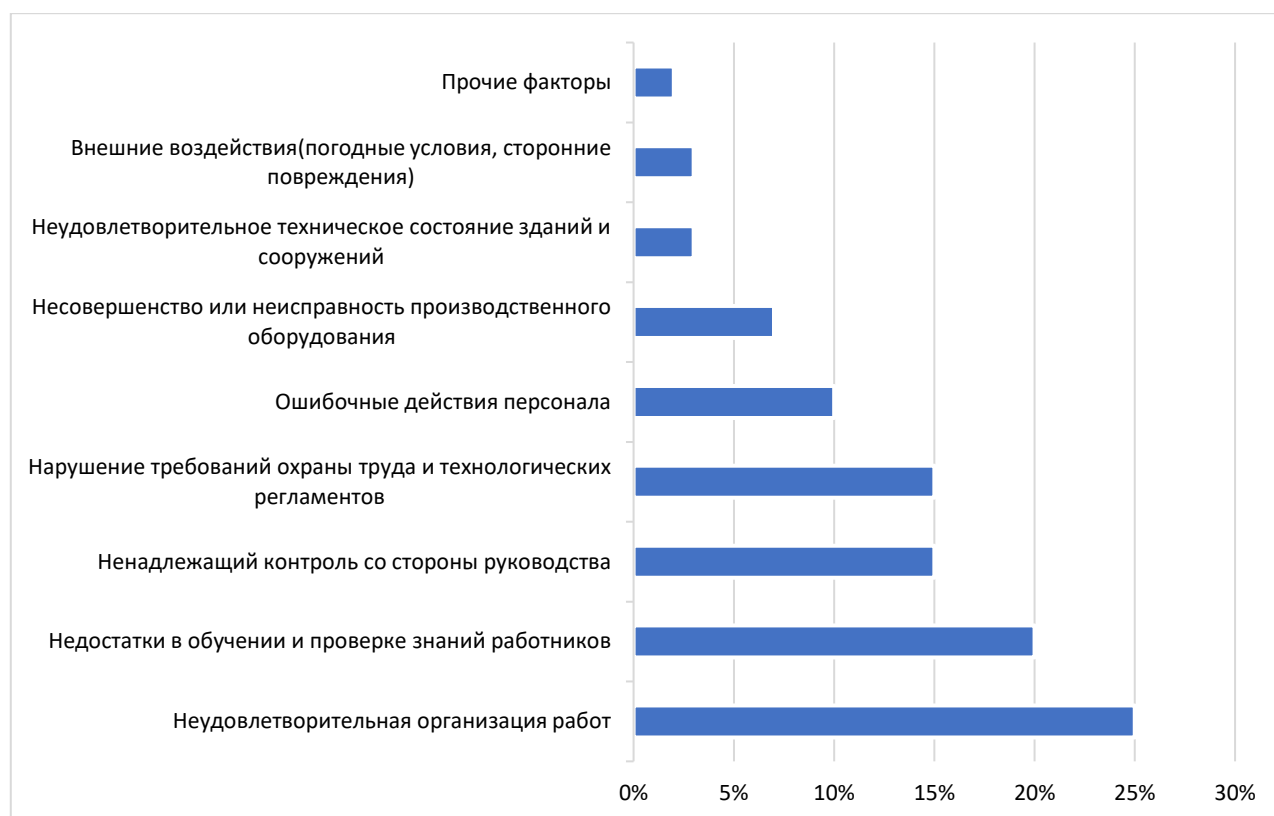


Рис. 1. Основные причины несчастных случаев на опасных производственных объектах за 2020-23 гг.

Обучение по охране труда – процесс получения знаний, навыков и умений, что формирует компетенции, которые позволяют выполнять работу, следуя всем правилам и снижая риски получения травм и нежелательных последствий, как для работника, так и для работодателя, в течение трудовой деятельности [1].

Не менее важным являются инструктажи по охране труда. Минуя и пренебрегая инструктажами по охране труда, работодатель рискует тем, что вновь принятые или же уже трудоустроенные сотрудники не будут обладать необходимыми знаниями, что может привести к нежелательным, а порой и опасным последствиям [3].

Существующая система обучения включает в себя риск формальности процесса и риск того, что информация не воспримется работниками так, как должна. Использование традиционных методик (лекции, работа с нормативной документацией) порядком утратило свою уникальность [3]. В связи с чем, эффективность обучения персонала можно улучшить, внедрив следующее:

Лекции – этот метод обучения является достаточно распространенным и применяемым практически на всех предприятиях. Монотонность и длительность лекций приводит к тому, что работники упускают важную информацию [2]. Но в сочетании с новыми технологиями использование данного метода обучения может принести больше пользы. Одним из вариантов может быть то, что прочтение лекций может сопровождаться инфографикой, короткими видеороликами (наглядная демонстрация того, что рассматривается на лекции), также можно использовать чередование лекции и вопросов, применяя мобильные телефоны – после пройденного блока лекции показать на экране QR-код, при переходе по которому сотрудники будут отвечать на вопросы. Важным здесь является то, что при «сворачивании или закрытии окна» с вопросами будет происходить автоматическая блокировка вопросов, вернуться к вопросам будет нельзя; сделано это для того, чтобы сотрудники не могли воспользоваться браузерами для поиска вопросов. Так будет сразу видно, как усвоен лекционный материал, если большинство не могут ответить на вопросы, следует обговорить, какие сложности возникли и обсудить тему повторно [7].

Внедрение VR (Виртуальная реальность). Внедрение данной технологии позволит моделировать реалистичные сценарии для отработки слаженных действий при возникновении аварии на производстве либо какой-либо внештатной ситуации. Для начала необходимо внедрить данную модель для более подверженных к риску травматизма и несчастных случаев профессий. После анализировать, есть ли положительный результат от внедрения VR и отработки действий персонала, согласно использованию виртуальной реальности [4]. Если статистика нарушений, несчастных случаев и травматизма снижается, следовательно, метод эффективен и может быть применен к любой профессии и отработке практически любых действий, которые могут возникнуть на особо опасном производственном объекте [7].

Таким образом, эволюция методов обучения охране труда движется к более интерактивным, практическим и технологичным формам, повышающим эффективность обучения и безопасность работников. Для работников важно получать новые знания в разных форматах, ведь так возрастает результативность проводимого обучения. Правильно выстроенная система охраны труда, обучение персонала – это стратегическая инвестиция в устойчивость и репутацию компании.

Литература:

1. Акмаммедова А. Управление охраной труда. Суть охраны труда // *Cognitio Rerum*. 2023. № 5. С. 100-102. EDN FFCSGD.
2. Донцов С. А. Психологические особенности обучения персонала по вопросам охраны и безопасности труда // *XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс*. 2019. Т. 8. № 4 (48). С. 239-244. EDN HBALSK.
3. Идрисова А. Е. Методы и средства снижения травматизма на производстве / А. Е. Идрисова, А. Ж. Рахымбеков // *Актуальные научные исследования в современном мире*. 2021. № 10-2 (78). С. 134-137. EDN XJROBY.
4. Карначев П. И. Применение в системе управления охраной труда на промышленном предприятии системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья // *Неделя науки СПбПУ : материалы научной конференции с международным участием (Санкт-Петербург, 18-23 ноября 2019 г.) / Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. Ч. 3. Санкт-Петербург : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2020. С. 209-212. EDN KUVAIQ.*

5. О порядке обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда : Постановление Правительства РФ от 24.12.2021 г. № 2464 // Консультант плюс. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_405174/.

6. Ростехнадзор России. URL: <https://www.gosnadzor.ru/>.

7. Хусниддинова А. Аспекты охраны труда в России и зарубежных стран и современные методы повышения уровня охраны труда / А. Хусниддинова, Л. В. Плотникова // Холодильная техника, инженерные системы и биотехнологии : сборник тезисов VI Национальной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (Кемерово, 03-05 мая 2024 г.). Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2024. С. 437-438. EDN ZKAXRJ.

УДК 658.382.3

ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ РИСКА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

Хайруллина Е. В., Андреева Т. С.

*Сургутский государственный университет, Сургут;
e-mail: eva.hairullina@yandex.ru, andreeva_ts@surgu.ru*

Аннотация. В данной работе проведен обзор периодической литературы по вопросу выявления типовых угроз, характерных для предприятий теплоэнергетической отрасли северных регионов. Рассматриваются основные риски, которым подвергаются сотрудники данных предприятий. Обосновывается необходимость разработки и внедрения комплексных мер профилактики, направленных на снижение уровня угроз.

Ключевые слова: теплоэнергетическая отрасль, меры безопасности, факторы риска, производство, профессиональные заболевания, меры профилактики.

MAIN RISK FACTORS IN HEAT AND POWER INDUSTRY ENTERPRISES

Khairullina E. V., Andreeva T. S.

*Surgut State University, Surgut;
e-mail: eva.hairullina@yandex.ru, andreeva_ts@surgu.ru*

Abstract. This paper provides an overview of the periodical literature on identifying typical threats specific to heat and power industry enterprises in northern regions. The main risks faced by employees of these companies are discussed. The necessity for developing and implementing comprehensive preventive measures aimed at reducing threat levels is justified.

Keywords: heat and power industry, safety measures, risk factors, production, occupational diseases, prevention measures.

Климатические особенности северных регионов предполагают повышенную нагрузку на предприятия теплоэнергетической отрасли. А работники, задействованные на данных предприятиях, подвергаются дополнительным рискам, которые должны быть своевременно идентифицированы и устранены. Рассмотрим типовые угрозы жизни и здоровью работников теплоэнергетики и основные меры их профилактики.

В. А. Панков [6] отмечает, что факторы риска на объектах теплоэнергетики могут быть различными, поскольку сама эксплуатация данных объектов носит сложный и рисковый характер. А с учетом того, что по многим направлениям эксплуатация осуществляется посредством человеческих ресурсов, то уровень риска жизни и здоровья сотрудников, в случае несоблюдения мер безопасности, может повышаться.

На сегодняшний день можно выделить несколько видов угроз жизни и здоровью сотрудников анализируемого типа предприятия. А. А. Титов [9] в качестве наиболее опасных производственных факторов выделяет:

– теплоносители (пара, горячей воды, конденсата, пароводяной смеси), химические реагенты при возможных разрушениях элементов тепловых энергоустановок, бакового (резервуарного) хозяйства и трубопроводов;

- повышенную температуру наружной поверхности тепловых энергоустановок и трубопроводов;
- повышенную температуру воздуха рабочих зон;
- повышенную загазованность воздуха рабочих зон топливным газом или продуктами сгорания газа (топлива);
- недостаточную освещенность рабочих зон;
- повышенный уровень шума, вибрации и излучений на рабочих местах.

Т. А. Банникова [2] считает, что существенную угрозу жизни и здоровью работников объектов теплоэнергетики может нести воздействие:

- движущихся транспортных средств, подъемных сооружений, перемещаемых материалов, подвижных частей теплового оборудования (компрессоры, насосы, вентиляторы, воздухоудувки) и инструмента;
- падающих предметов (элементов оборудования) и инструмента;
- расположения рабочих мест на значительной высоте (глубине) относительно поверхности пола (земли);
- стесненных условий работы (в камерах, отсеках, бункерах, дымоотводящих трактах, коробах, колодцах, резервуарах, баках, емкостях, деаэраторах).

В. А. Карагодин [4] к указанные выше угрозам добавляет:

- поражение электрическим током;
- повышенное давление среды;
- повышенную влажность и подвижность воздуха рабочей зоны.

В. В. Захаренков [3] уделяет внимание профессиональным заболеваниям работников теплоэнергетической сферы. На рисунке 1 представлена характеристика профессиональных заболеваний отдельных специальностей в анализируемой отрасли.



Рис. 1. Профессиональные заболевания работников объектов теплоэнергетики [3]

Как мы видим, негативному воздействию подвергаются практически все органы человека, что говорит о высоком уровне опасности производства для сотрудников анализируемой отрасли.

С. П. Левашов [5], в свою очередь добавляет, что на основании результатов периодических медицинских осмотров установлено, что среди работников основных профессий теплоэнергетики наибольший удельный вес занимают болезни опорно-двигательного аппарата, глаз, органов пищеварения, эндокринной системы, системы кровообращения и органов дыхания. В то же время расчеты относительного риска свидетельствуют о том, что заболевания опорно-двигательного аппарата, нервной и эндокринной систем у данной категории работников практически полностью обусловлены производством.

Согласимся с О. В. Плотниковым [7] в том, что профилактика заболеваемости должна предусматривать в том числе оценку профессиональных рисков с созданием и внедрением системы мониторинга за динамикой условий труда и состояния здоровья работников.

Д. А. Алпатов [1] отмечает, что основной и решающий фактор улучшения условий труда – оборудование рабочих мест эффективными системами общей и местной вентиляции. Поскольку уменьшение шума и вибрации в источнике их образования практически не представляется возможным, применяется защита работающих расстоянием, при помощи оборудования кабин для операторов, выведения рабочих мест в зоны с меньшими уровнями шума и вибрации. Также используются индивидуальные средства защиты органов слуха и дыхательной системы.

Для снижения влияния шума на организм, по мнению В. Д. Худовой [10], необходимо проводить комплекс мер:

- определение на основе шумовых карт участков цехов с наименьшим уровнем звука для выбора маршрутов движения персонала, мест проведения ремонтных работ и профилактического обслуживания агрегатов;
- создание комнат реабилитации для отдыха машинистов. При этом температура стен и воздуха должна составлять 15–17°C или температура стен 10–14°C, воздуха 23–25°C, уровень шума – до 50 дБА;
- обеспечение рабочих в зависимости от спектрального состава шума достаточным количеством средств индивидуальной защиты.

А. Р. Садыкова [8] утверждает, что с целью снижения выбросов углеводородов следует применять для приема и хранения бензина, дизельного топлива и других жидких углеводородов резервуары с понтонами, позволяющие в несколько раз уменьшить загрязнение территории и атмосферного воздуха предельными, непредельными и ароматическими углеводородами. Этому же способствует широкое применение аппаратов воздушного охлаждения, каждый из которых позволяет снизить потери бензина и других углеводородов до 1000–1100 тонн в год.

В. В. Энговатова [11] отмечает, что эффективная система охраны труда на предприятиях теплоэнергетики должна включать следующие элементы:

- разработка и внедрение нормативных документов по охране труда, соответствующих требованиям законодательства и специфике производства;
- организация и проведение инструктажей, обучения и проверки знаний по охране труда для всех работников;
- обеспечение работников средствами индивидуальной защиты, соответствующими характеру выполняемой работы;
- проведение регулярных медицинских осмотров работников;
- организация контроля за соблюдением требований охраны труда на рабочих местах;
- расследование и учет несчастных случаев и профессиональных заболеваний;
- проведение анализа рисков и разработка мер по их снижению.

Резюмируя все вышесказанное, можно сделать вывод, что угрозы жизни и здоровью работников теплоэнергетических предприятий формируются под воздействием целой совокупности факторов техногенного, микроклиматического, физического, температурного, механического характера. Кроме того, такая деятельность сопровождается целой совокупностью профессиональных рисков, оказывающих негативное влияние на организм. Для снижения уровня угроз необходима разработка мер профилактики. Данные меры должны носить регулярный характер и сопровождаться отслеживанием динамики.

Литература:

1. Алпатов Д. А. Анализ и оценка аварийных ситуаций в ТЭЦ // Тенденции развития науки и образования. 2023. № 98-10. С. 201-204.
2. Банникова Т. А. Оценка профессиональных рисков на рабочих местах предприятия теплоэнергетики / Т. А. Банникова, С. В. Дегтярева // Научно-техническое творчество аспирантов и студентов : материалы 47-й научно-технической конференции студентов и аспирантов. Комсомольск-на-Амуре, 2017. С. 78-80.
3. Захаренков В. В. Многомерная группировка условий труда работников теплоэнергетики // Успехи современного естествознания– 2015– № 1– С. 17-20.
4. Карагодин В. А. Профессиональные риски теплоэнергетических предприятий: оценка и управление // Научно-исследовательский центр «Technical Innovations». 2025. № 29. С. 177-180.
5. Левашов С. П. Оценка профессиональных рисков в РФ и за рубежом // Проблемы анализа риска. 2012. Т. 9. № 6. С. 54-66.
6. Панков В. А. Оценка условий труда, состояния здоровья и профессионального риска работников предприятий теплоэнергетики // Гигиена и санитария. 2019. Т. 98. № 7. С. 766-770.
7. Плотников О. В. Условия труда и профессиональный риск для здоровья работников основных профессий локальных теплоэнергетических комплексов // Acta Biomedica Scientifica. 2005. № 8. С. 154-155.
8. Садикова А. Р. Разработка природосберегающей технологии и мероприятий по охране труда слесаря по ремонту котельного оборудования ТЭЦ // Мавлютовские чтения : материалы XIV Всероссийской молодежной научной конференции: В 7 т. Уфа, 2020. С. 50-51.
9. Титов, А. А. Оценка состояния здоровья и профессионального риска работников предприятий теплоэнергетики / А. А. Титов // Энергия знаний : сборник научных статей Международного научно-образовательного конгресса молодежи. – Курск, 2024. – С. 246–251.
10. Худова В. Д. Охрана труда при эксплуатации котельной / В. Д. Худова, А. А. Анваров // Технологическое развитие науки: тенденции, проблемы и перспективы : сб. статей по итогам Международной научно-практической конференции. Уфа, 2019. С. 70-72.
11. Энговатова В. В. Безопасность жизнедеятельности и охрана труда работников промышленных предприятий. Краснодар, 2020. 14 с.

УДК 614.84

АНАЛИЗ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПО КОЛИЧЕСТВУ ПОЖАРОВ НА ОБЪЕКТАХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ В ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Цечоева З. М., Ончева Е. М.

*Сургутский государственный университет, Сургут;
e-mail: tzali.1@mail.ru*

Аннотация. В данной статье рассматриваются актуальные вопросы обеспечения пожарной безопасности в образовательных учреждениях Тюменской области, а также описаны основные причины возникновения пожаров в зданиях образовательных учреждений. Особое внимание уделено контингенту несовершеннолетних детей, которые из-за своей неосторожности могут нарушить требования безопасности.

Ключевые слова: пожарная безопасность, статистика пожаров, причины возникновения пожара, образовательные учреждения.

ANALYSIS OF STATISTICAL DATA ON THE NUMBER OF FIRES AT EDUCATIONAL FACILITIES IN THE TYUMEN REGION

Tsechoeva Z. M., Oncheva E. M.

*Surgut State University, Surgut;
e-mail: tzali.1@mail.ru*

Abstract. This article discusses current issues of fire safety in educational institutions of the Tyumen region, as well as describes the main causes of fires in educational institutions. Special attention is paid to the contingent of minor children who, due to their carelessness, may violate safety requirements.

Keywords: fire safety, fire statistics, fire causes, educational institutions.

Пожарная безопасность в образовательных учреждениях – один из ключевых элементов обеспечения благополучия учащихся и персонала.

Системы образования обязаны строго соблюдать требования пожарной безопасности, установленные на федеральном и региональном уровнях [8]. В соответствии с ФЗ от 21.12.1994 г. № 69 «О пожарной безопасности», администрация школы отвечает за соответствие здания нормам, исправность противопожарного оборудования, обучение персонала и проведение инструктажей [7].

Для эффективной защиты от пожаров важно наличие чётко разработанного плана эвакуации и отработанных действий персонала и учащихся в чрезвычайной ситуации. Регулярные тренировочные эвакуации помогают всем участникам образовательного процесса действовать быстро и без паники [3].

Также необходимость строгого соблюдения пожарной безопасности в образовательных учреждениях подтверждается рядом ключевых нормативных актов:

– ФЗ от 22.07.2008 г. № 123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;

– Правилами противопожарного режима в Российской Федерации (утв. Постановлением Правительства РФ № 1479 от 16.09.2025 г.), а также сводами правил, которые уточняют требования технических регламентов и устанавливают конкретные нормы для различных систем безопасности. Несоблюдение нормативов может привести к штрафам, приостановке деятельности учреждения и юридической ответственности руководства [2].

Как известно, за последние десятилетия количество школ в РФ уменьшилось с 68 тысяч до 40 тысяч к 2025 году. Основной причиной послужили процесс укрупнения образовательных учреждений – объединение двух или нескольких школ в одно юридическое лицо, а также демографические изменения в стране. Хотя количество школ значительно сократилось, показатели пожаров в образовательных учреждениях остаются на прежнем уровне.

Чтобы представить реальную картину пожарной обстановки в стране, была проанализирована статистика МЧС Российской Федерации. В данной статистике выявлено, что в 2024 году в зданиях учебно-воспитательного назначения произошел 351 пожар, в то время как в стране за 12 месяцев 2024 года произошло 347210 пожаров, из них в Тюменской области произошло 429 пожаров [6]. Ниже представлена статистика пожаров, произошедших за 2020-24 гг. в зданиях учебно-воспитательного назначения (рис. 1).

В 2020 г. произошло 294 пожаров, в 2021 г.– 345 пожаров, в 2022 г.– 325 пожаров, в 2023 г.– 311 пожаров.

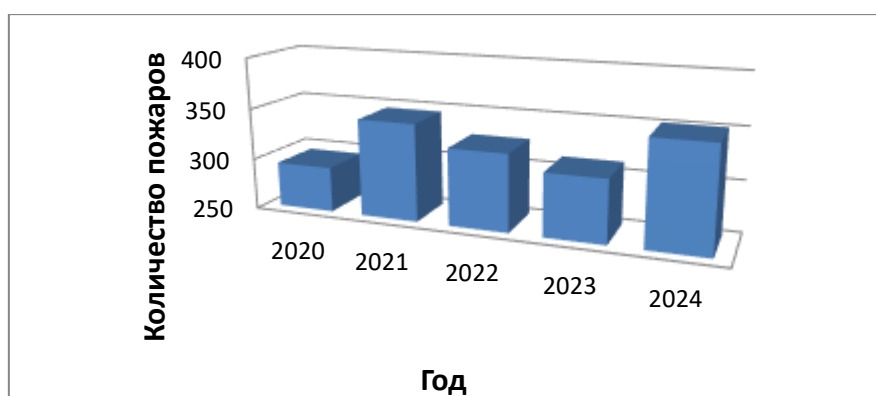


Рис. 1. Количество пожаров на территории Российской Федерации в зданиях учебно-воспитательного назначения за 2020-24 гг.

На протяжении 5 лет наблюдается рост количества пожаров. Следует отметить, что даже единичные случаи возгораний в образовательных учреждениях недопустимы, поскольку могут повлечь тяжёлые последствия. Важно не только следить за техническим состоянием зданий, но и регулярно проводить профилактическую работу и обучение, направленное на повышение уровня пожарной безопасности [5].

За 2024 г. в зданиях образовательных организаций произошел 351 пожар, на которых погиб 1 человек, получили травмы 3 человека. Ниже представлена диаграмма сравнительных данных о погибших в пожарах в образовательных зданиях (рис. 2).

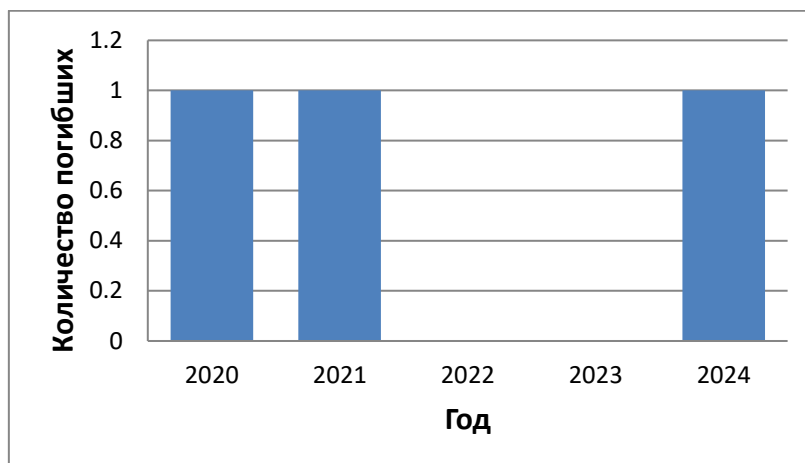


Рис. 2. Сравнительные данные о погибших в пожарах в образовательных зданиях за 2020–2024 гг.

Рассмотрев статистику, можно сделать вывод, что в 2022-23 гг. в образовательных зданиях не зарегистрировано случаев гибели людей, тогда как в 2020, 2021 и 2024 гг. отмечено по одному погибшему. Отмечается тенденция роста количества пожаров в образовательных организациях по сравнению с предыдущими годами. Основные причины возникновения пожаров в зданиях образовательных учреждений – см. рис. 3.

Преобладающие причины возникновения пожаров – это аварийный режим работы электрических сетей и оборудования (66%) и неосторожное обращение с огнем – 15% от общего количества пожаров в образовательных организациях.

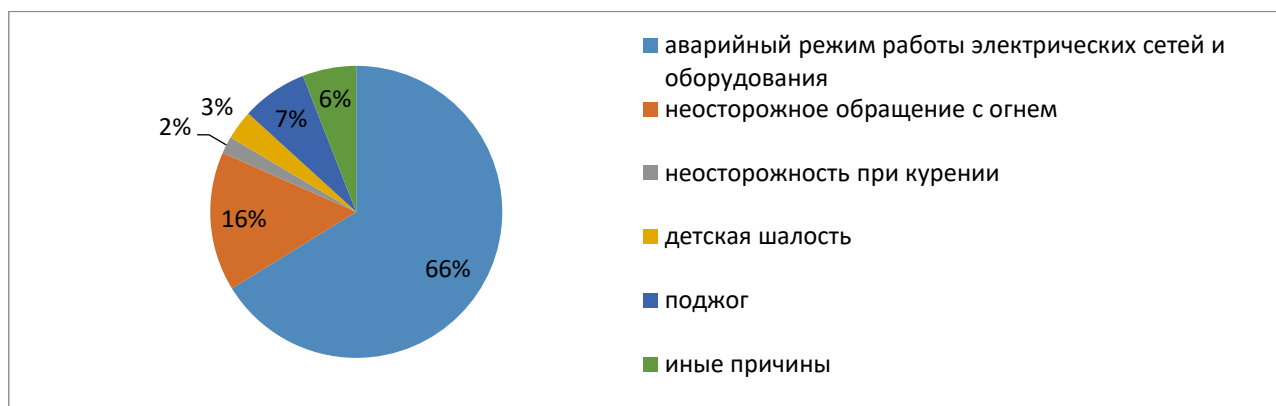


Рис. 3. Основные причины возникновения пожаров в зданиях образовательных учреждений

Электрические неисправности в школах опасны тем, что они могут привести к внезапному и стремительно развивающемуся пожару в помещениях, где находятся дети, что создаёт серьёзную угрозу их жизни и здоровью. Плановые проверки состояния электросетей и электрооборудования позволяют выявлять и устранять потенциальные опасности.

Небрежное обращение с огнем, включая случаи поджога и ошибки, допускаемые во время проведения лабораторных работ, нередко приводит к возникновению пожаров.

Иногда поджоги совершают сами учащиеся:

- из-за конфликтов со сверстниками или учителями;
- из чувства протеста или попытки сорвать занятия;
- ради «интереса» или желания привлечь внимание;
- на фоне психологических проблем или асоциального поведения [4].

На классных часах, уроках ОБЖ и тематических мероприятиях школьников нужно знакомить с действиями в случае возгорания, правилами пользования электроприборами и ответственному отношению к источникам огня.

Администрации школы, а также педагогическим сотрудникам необходимо усилить проведение профилактических бесед с учащимися, в целях формирования у детей осознанного отношения к огню. Неосторожное поведение с огнем может привести к смерти детей как дошкольного, так и школьного возраста, а также обучающихся средних профессиональных и высших учреждений. Анализ статистики МЧС России за 2023–2024 годы по социальному положению погибших показывает, что недостаточная осведомленность о правилах пожарной безопасности нередко становится причиной трагических последствий среди несовершеннолетних (табл. 1).

Таблица 1.

Анализ статистики МЧС России за 2023-24 гг. по социальному положению погибших в пожарах

Социальное положение погибших людей	2023	2024	Прирост к пр.г. %
Учащийся среднего и высшего профессионального образовательного учреждения	8	9	12,5
Ребенок дошкольного возраста	169	203	20,1
Ребенок младшего школьного возраста	71	75	5,6
Ребенок среднего и старшего школьного возраста	54	77	42,6

Также, используя данные о социальном положении погибших, можно составить распределение по Тюменской области на основе официальной статистики МЧС (рис. 4).

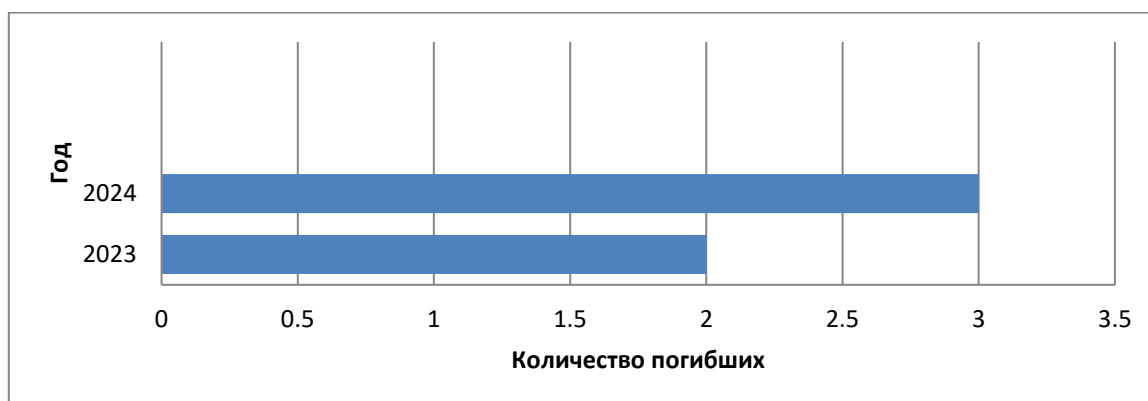


Рис. 4. Количество погибших по социальному положению в Тюменской области за 2023-24 гг.

Анализ данных таблицы показывает, что за последние два года число погибших детей увеличивается, что может свидетельствовать о недостаточном уровне знаний и навыков безопасного поведения при пожаре у несовершеннолетних.

Одним из мероприятий, способствующих улучшению ситуации, является организация совместной работы педагогов и законных представителей учащихся. Систематические родительские собрания создадут условия для более эффективного контроля за поведением учащихся за пределами образовательной организации [1]. Особое внимание будет уделяться выявлению вредных привычек, включая курение, а также склонностей к антисоциальному поведению.

Таким образом, необходимо минимизировать все причины, которые могут привести к возникновению пожаров, чтобы предотвратить случаи гибели в образовательных организациях. Важно помнить, что безопасность является одним из важнейших факторов при выборе образовательного учреждения, и ее обеспечение требует совместных усилий, как администрации, так и самих обучающихся.

Литература:

1. Аксенов С. Г. Обеспечение первичных мер пожарной безопасности в муниципальных образованиях / С. Г. Аксенов, Ф. К. Синагатуллин // Проблема обеспечения безопасности : материалы II Международной научно-практической конференции. Уфа : РИК УГАТУ, 2020. С. 242-244.
2. Деренко Ю. Н. Противопожарная защита и профилактика пожаров в учебных заведениях / Ю. Н. Деренко, А. Э. Мордасов, Е. Ю. Зарубина // Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования. 2022. № 1 (11). С. 96-99. – EDN MNCVTR.
3. Дрягин В. А. Пожарная безопасность в системе образования // Вестник Шадринского государственного педагогического университета. 2017. № 4. С.20-23.
4. Колокольцева О. В. Особенности обеспечения пожарной безопасности в образовательных организациях / О. В. Колокольцева, А. Л. Каган // Базис. 2021. № 1 (9). С. 49-52. DOI 10.51962/2587-8042_2021_9_49. EDN NDFSYW.
5. Петров А. В. Обеспечение пожарной безопасности образовательных учреждений // Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования. 2022. № 2 (12). С. 187-190. EDN DAORSB.
6. Анализ обстановки с пожарами и их последствиями на территории РФ за 12 месяцев 2024 г. // МЧС России. Москва, 2025. URL: https://87.mchs.gov.ru/uploads/resource/2025-04-25/11-statisticheskie-dannye_1745532917320520496.pdf (дата обращения: 07.11.2025 г.).
7. О пожарной безопасности : Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ (с изм. и доп.) // Гарант. URL: <https://base.garant.ru/10103955/> (дата обращения: 16.11.2025 г.).
8. О противопожарном режиме : Пост. Правительства РФ от 25.04.2012г. № 390.

Научное издание

БЕЗОПАСНЫЙ СЕВЕР – ЧИСТАЯ АРКТИКА

*Материалы
VII Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием*

Редактор А.А. Исаев

БУ ВО ХМАО-Югры «Сургутский государственный университет»
628400, Россия, Ханты-Мансийский автономный округ,
г. Сургут, пр. Ленина, 1.
Тел. (3462) 76-29-00, факс (3462) 76-29-29