

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

*V Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием*

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

Сургут
2023

УДК 581.5+630*18

ББК 43+28.58

Б 40

Б 40 Безопасный Север – чистая Арктика: сб. материалов V Всероссийской (с междунар. участием) научно-практической конференции, 13-14 апреля 2023 г., Сургут / ред. А. А. Исаев; Сургутский государственный университет. – Сургут: СурГУ, 2023. – 336 с.

Сборник включает материалы V Всероссийской научно-практической конференции «Безопасный Север – чистая Арктика», цель которой – рассмотрение актуальных проблем экологии и безопасности Северных территорий, «зеленых» технологий в условиях глобальных климатических изменений и ESG-трансформаций промышленного сектора экономики.

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

Редакционная коллегия:

Сутормин Олег Сергеевич, канд. биол. наук, доцент
Гулакова Наталья Михайловна, мл. науч. сотр., инженер
Петрова Юлия Юрьевна, канд. хим. наук, доцент
Ахметов Руслан Булатович, начальник научного отдела
Самойленко Ирина Сергеевна, лаборант
Соколова Александра Александровна, канд. биол. наук, доцент
Кузнецова Юлия Вадимовна, канд. техн. наук, доцент
Майстренко Елена Викторовна, д-р биол. наук, доцент
Кукуричкин Глеб Михайлович, канд. биол. наук, доцент
Самойленко Зоя Анатольевна, канд. биол. 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», 2023

СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

Кузеванов В.Я., Кукуричкин Г.М., Богданова Д.В.

БОТАНИЧЕСКИЕ САДЫ КАК АДАПТАЦИОННО-РЕАБИЛИТАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ	10
--	----

Пинский Д.Л., Васильева Г.К., Башкин В.Н., Михедова Е.Е.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ И ОРГАНИЧЕСКИМИ ПОЛЛЮТАНТАМИ: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ	19
---	----

Секция I. ЗЕЛЕНАЯ ХИМИЯ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СЕВЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Аркаченкова В.В., Францина Е.В., Гринько А.А., Петрова Ю.Ю.

ПЕРЕРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО АСФАЛЬТА В ПОЛЕЗНЫЕ УГЛЕРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПУТЕМ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОДУГОВЫМ РАЗРЯДОМ	23
--	----

Гумовская А.А., Пак А.Я., Васильева Ю.З., Поваляев П.В., Комкина У.С.

ВОЗМОЖНОСТЬ СИНТЕЗА ОДНОФАЗНЫХ ВЫСОКОЭНТРОПИЙНЫХ КАРБИДОВ	28
--	----

Нехорошев В.П., Нехорошева А.В., Цыро Л.В.

ПРИМЕР КОМПЛЕКСНОГО РЕШЕНИЯ ПОЛУЧЕНИЯ И РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТАКТИЧЕСКОГО ПОЛИПРОПИЛЕНА В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ	32
--	----

Поваляев П.В., Францина Е.В., Аркаченкова В.В., Пак А.Я., Комкина У.С.

ВОЗМОЖНОСТЬ ПЛАЗМЕННОЙ ГАЗИФИКАЦИИ НЕФТЕОТХОДОВ С ПОЛУЧЕНИЕМ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР И СИНТЕЗ-ГАЗА	36
---	----

Рябова В.А., Аркаченкова В.В., Францина Е.В., Гринько А.А., Петрова Ю.Ю.

ПОЛУЧЕНИЕ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ АСФАЛЬТЕНОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ТЯЖЕЛЫХ НЕФТЯНЫХ ОСТАТКОВ	41
--	----

Сайфутдинова Л.Р., Успенская М.В., Цзю К.И.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ КАК МЕТОД ЗАЩИТЫ ОТ УГЛЕКИСЛОТНОЙ КОРРОЗИИ НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ	45
--	----

Свиридов И.А., Подшивалов А.В.

РАЗРАБОТКА СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ КАРБОКСИМЕТИЛХИТОЗАНА	50
---	----

Секция II. СОВРЕМЕННЫЕ АГРОБИОТЕХНОЛОГИИ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА И АРКТИКИ

Бердышева Е.А., Макарова Т.А.

ВЫРАЩИВАНИЕ КРОВОХЛЕБКИ ЛЕКАРСТВЕННОЙ (<i>SANGUISORBA OFFICINALIS L.</i>) В УСЛОВИЯХ СВЕТОКУЛЬТУРЫ	55
---	----

<i>Зайцев А.Л., Макаров П.Н.</i> МИКРОКЛОНАЛЬНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ МОНАРДЫ (<i>MONARDA L.</i>)	62
<i>Казанцев И.А., Ахметьянова Г.Т., Макарова Т.А., Макаров П.Н.</i> ОСОБЕННОСТИ УКОРЕНЕНИЯ МИКРОКЛОНОВ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ (<i>ARTEMISIA DRACUNCULUS L.</i> И <i>SCUTELLARIA BAICALENSIS GEORGI.</i>) В УСЛОВИЯХ <i>IN VITRO</i>	68
<i>Казанцева И.Р., Самойленко З.А., Турбина И.Н.</i> ОПЫТ ИНТРОДУКЦИИ ЛУКА ПОБЕДНОГО В КОЛЛЕКЦИИ БОТАНИЧЕСКОГО САДА г. СУРГУТА	73
<i>Казиева А.Ю., Макарова Т.А.</i> ОСОБЕННОСТИ УКОРЕНЕНИЯ И АДАПТАЦИИ РАСТЕНИЙ-РЕГЕНЕРАНТОВ <i>DASIPHORA FRUTICOSA L.</i>	77
<i>Крайник В.В., Полищук А.А., Шихбабаева И.З., Самойленко З.А.</i> АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЗВЕРБОЯ ПРОДЫРЯВЛЕННОГО	83
<i>Макаров С.С., Чудецкий А.И., Кульчицкий А.Н.</i> АДАПТАЦИЯ КНЯЖЕНИКИ АРКТИЧЕСКОЙ К УСЛОВИЯМ <i>EX VITRO</i> С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИДРОПОННОЙ УСТАНОВКИ	86
<i>Мельник М.В., Самойленко З.А.</i> ПРОДУКТИВНОСТЬ И МОРФОЛОГО-АНАТОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СТРУКТУР ДУШИЦЫ ОБЫКНОВЕННОЙ, ВЫРАЩЕННОЙ МЕТОДОМ ГИДРОПОНИКИ	90
<i>Ступко В.Ю., Сергуничева Е.М., Шакирова В.А., Луговцова С.Ю.</i> АЭРОПОНИКА В СЕМЕНОВОДСТВЕ КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ АРКТИКИ	95
<i>Секция III.</i>	
КОМПЛЕКСНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СЕВЕРА РОССИИ И АРКТИКИ	
<i>Баженова А.О., Фомина Е.Р.</i> ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА СПЕЦОДЕЖДЫ МОТОРИСТА ЦПСА ПАО «СУРГУТНЕФТЕГАЗ» В УСЛОВИЯХ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ	99
<i>Болонин Д.А., Майстренко Е.В.</i> ВНЕДРЕНИЕ ЭКЗОСКЕЛЕТА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТ	103
<i>Долгих В.В., Майстренко Е.В.</i> ОБЗОР ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ И АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИ НЕФТЕДОБЫЧЕ	108
<i>Калестро Р.И., Майстренко Е.В.</i> ПОСЛЕДСТВИЯ РАЗЛИВА НЕФТЕПРОДУКТОВ ДЛЯ ЭКОСИСТЕМЫ СЕВЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ	111
<i>Карпенко И.Е., Кузнецова Ю.В.</i> АВАРИЙНОСТЬ И СЛУЧАИ СМЕРТЕЛЬНОГО ТРАВМАТИЗМА В РЕГИОНЕ	114

<i>Лепихин С.А., Чиглинцев И.А.</i> СПОСОБЫ УТИЛИЗАЦИИ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В ГИДРАТНОМ СОСТОЯНИИ	119
<i>Назарова Л.Р., Андреева Т.С.</i> ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА	124
<i>Орлова М.Г., Фомина Е.Р.</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНЫ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИИ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ НА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПЛОЩАДКЕ	127
<i>Рожкова А.С.</i> ОСВОЕНИЕ СКВАЖИН С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА	130
<i>Сагидов С.Ф., Кузнецова Ю.В.</i> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГАЗОАНАЛИЗАТОРОВ КАК СРЕДСТВА ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	134
<i>Секция IV.</i> <i>СОХРАНЕНИЕ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ, АДАПТАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ ЭКОСИСТЕМ СЕВЕРА И АРКТИКИ</i>	
<i>Бабушкин Е.С., Андреева С.И., Нехаев И.О., Винарский М.В.</i> МИНОРНЫЕ ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ И ИХ МАЛАКОФАУНА: ВОЗМОЖНО ЛИ ИСПОЛЬЗОВАТЬ ПРЕСНОВОДНЫХ БРЮХОНОГИХ МОЛЛЮСКОВ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ВОДОЕМОВ И ВОДОТОКОВ?	138
<i>Беспалова Т.Л.</i> ОБ ИЗМЕНЕНИИ ГРАНИЦ И ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ЗОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ ПРИРОДНОГО ПАРКА «КОНДИНСКИЕ ОЗЕРА» им. Л.Ф. СТАШКЕВИЧА	142
<i>Бибикова Д.М.</i> ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫМИ ПРИРОДНЫМИ ТЕРРИТОРИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА – ЮГРЫ)	148
<i>Ваганова Е.А., Стариков В.П., Петухов В.А.</i> КРАНИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ИЗМЕНЧИВОСТЬ АЛТАЙСКОГО КРОТА <i>TALPA ALTAICA NIKOLSKY, 1883</i>	154
<i>Веревкина Е.Л., Лапина Е.Д.</i> РЕДКИЕ РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА ПРИРОДНОГО ПАРКА «НУМТО»	160
<i>Джалолов И.И., Литовка Ю.А., Тимофеев А.А., Павлов И.Н.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ АРКТИЧЕСКИХ МИКРОМИЦЕТОВ В ТОРФЯНЫХ БУГРАХ ПУЧЕНИЯ	163
<i>Емцев А.А.</i> О ГНЕЗДОВАНИИ И ВОЗМОЖНЫХ СПОСОБАХ ОХРАНЫ КОБЧИКА В ХАНТЫ-МАНСИЙСКОМ АВТОНОМНОМ ОКРУГЕ – ЮГРЕ	166

Левых А.Ю.

**НАСЕЛЕНИЕ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ
ПОБЕРЕЖЬЯ ОЗЕРА ХАДАТАЁГАНЛОР (ПОЛЯРНЫЙ УРАЛ)** 173

Мантрова М.В.

ПОЧВЕННАЯ МИКОБИОТА СОСНЯКА ПАРКА «ЗА САЙМОЙ» г. СУРГУТА 179

Муравьев А.Н., Савченко П.А., Савченко А.П., Шилов П.П.

**ОТЛОВ И МЕЧЕНИЕ ДИКИХ СЕВЕРНЫХ ОЛЕНЕЙ
ТАЙМЫРО-ЭВЕНКИЙСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ
СПУТНИКОВЫМИ ПЕРЕДАТЧИКАМИ СИСТЕМЫ ARGOS В УСЛОВИЯХ АРКТИКИ** 183

Стариков В.П., Наконечный Н.В., Берников К.А., Саранульцева Е.С., Петухов В.А.,

Морозкина А.В., Ваганова Е.А., Володина О.Ю., Кравченко В.Н., Урванцев А.А.

**ОСОБЕННОСТИ НЕОДНОРОДНОСТИ ВИДОВОЙ СТРУКТУРЫ
И ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ
СУРГУТСКОГО ЗАКАЗНИКА** 187

Темерова В.Л., Емельянов В.И., Савченко А.П., Карпова Н.В., Вилюк Р.В.

ОСОБЕННОСТИ СКОПЛЕНИЙ УТОК В БАССЕЙНЕ ОЗЕРА ПЯСИНО 193

Шилов П.П., Муравьев А.Н., Савченко П.А., Савченко А.П.

**К ВОПРОСУ О СОВРЕМЕННОЙ ЧИСЛЕННОСТИ ДИКОГО СЕВЕРНОГО ОЛЕНЯ
НА ТЕРРИТОРИИ ЭВЕНКИИ** 197

Секция Va.

*ПРИРОДНЫЕ, ТЕХНОГЕННЫЕ И УРБАНИЗИРОВАННЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ СЕВЕРА:
ГЕОЭКОЛОГИЯ, ГИС, ГЕОБОТАНИКА, ЗАГРЯЗНЕНИЕ, МОНИТОРИНГ, РЕКУЛЬТИВАЦИЯ*

Абдурахманова А.К., Бикмухаметова Л.М.

**ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА
НА ТЕРРИТОРИИ г. СУРГУТА ПО СОСТОЯНИЮ ХВОИ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ** 200

Алиниседова К.А., Проворова О.В.

**ВЛИЯНИЕ ЖЕСТКОСТИ КУЛЬТИВАЦИОННОЙ ВОДЫ
НА ТЕСТ-РЕАКЦИИ *DAPHNIA MAGNA*** 204

Андрос В.А., Калиновская А.Г.

**РЕКРЕАЦИОННАЯ ДИГРЕССИЯ И ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЧВ
В ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ СУРГУТСКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА** 209

Белькова Д.Д., Каверин А.А.

ИЗМЕРЕНИЕ ЗАПАСОВ УГЛЕРОДА В ФОНОВЫХ И НАРУШЕННЫХ ПОЧВАХ 213

Величко М.К., Шорникова Е.А.

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОД ОЗЕР СУРГУТСКОГО РАЙОНА
В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ** 217

Коркин С.Е., Исытов В.А.

**АНАЛИЗ ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ПРЕДЕЛАХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ
СРЕДНЕГО ПРИОБЬЯ** 221

<i>Король М.В., Бикмухаметова Л.М.</i> СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЫБРОСОВ АЭРОГЕННЫХ ПОЛЛЮТАНТОВ ОТ ПЕЧЕЙ ПТБ-10 В СЕЗОННОЙ ДИНАМИКЕ 2021–2022 гг.	226
<i>Кочергин Г.А., Байсалямова О.А., Куприянов М.А., Русанов М.А., Аббазов В.Р., Полищук Ю.М.</i> ВОПРОСЫ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ЛЕСНЫХ РУБОК НА ТЕРРИТОРИИ ХМАО ПО КОСМИЧЕСКИМ СНИМКАМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВОГО ПОДХОДА	230
<i>Лебедева С.Н.</i> ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГРУНТА АНТРОПОГЕННОГО «ФИТОНОКС» ПРИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ХМАО – ЮГРЫ ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ ПРИРОДНОЙ ПОДЗЕМНОЙ ВОДЫ	235
<i>Мезенцева О.В., Кусаинова А.А., Галиуллина К.Р.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛАГОЗАПАСА В РАСТИТЕЛЬНОМ ПОКРОВЕ НА ТЕРРИТОРИИ КАЗАХСТАНА С ПРИМЕНЕНИЕМ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ	240
<i>Московченко Д.В., Губарьков А.А.</i> ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ ТОРФЯНИКОВ ПРИРОДНОГО ПАРКА НУМТО (ХМАО – Югра)	245
<i>Мулюкин М.А., Кравченко И.В., Бараненко Д.А.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В <i>MELILOTUS OFFICINALIS</i> L., ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО НА ТЕРРИТОРИИ ХМАО – ЮГРЫ	249
<i>Муратов И.Н., Сайфуллина Л.Л.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДЕЙ ТЕРМОКАРСТОВЫХ ОЗЕР В ВОСТОЧНО-СИБИРСКОЙ АРКТИКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ КАРТЫ ESA WORLDCOVER	253
<i>Смолка Я.С., Шорникова Е.А.</i> ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ РЕКИ САЙМА ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ	258
<i>Тюрин В.Н., Масловская О.В., Домахина В.А., Петрякин А.С., Мельник Т.Р., Савиных С.М.</i> ЗОЛЬНОСТЬ ФОНОВЫХ ПОЧВ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ БОЛОТ СУРГУТСКОЙ НИЗИНЫ	264
<i>Тюшкевич Ф.В., Булдин А.Н., Мельник Т.Р.</i> СОДЕРЖАНИЕ ЖЕЛЕЗА В ПОЧВЕННЫХ ГОРИЗОНТАХ ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА	267
<i>Чернига Ю.В., Шорникова Е.А.</i> ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ УЧАСТКА СРЕДНЕЙ ОБИ В ГРАНИЦАХ СУРГУТСКОГО И НЕФТЕЮГАНСКОГО РАЙОНОВ ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ	270
<i>Шевелева Ю.Ю., Самойленко З.А.</i> ВОССТАНОВЛЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ УЧАСТКАХ СУРГУТСКОГО РАЙОНА	275

Секция VIb.

*ПРИРОДНЫЕ, ТЕХНОГЕННЫЕ И УРБАНИЗИРОВАННЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ СЕВЕРА:
ГУМАНИТАРНЫЕ АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ.
ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА НА СЕВЕРЕ*

Долгов Е.В.

**«ЗЕЛЕНый» БАНКИНГ КАК ВАЖНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ СТРАТЕГИИ
КРЕДИТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ СЕВЕРНЫХ РЕГИОНОВ РОССИИ** 280

Марухленко М.М., Яворский Р.Э.

**РАСЧЁТ БАРИЧЕСКОГО ИНДЕКСА КОМФОРТНОСТИ МЕТЕОУСЛОВИЙ
ДЛЯ ТЮМЕНИ ЗА ПЕРИОД 2010–2020 ГОДОВ** 284

Рыжикова Е.М., Соколова А.А., Коленчукова О.А.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ БИОФИЗИЧЕСКИХ МАРКЕРОВ АДАПТАЦИИ
ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЛИЦ ЮНОШЕСКОГО ВОЗРАСТА В
УСЛОВИЯХ СЕВЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ** 287

Сташкин П.Р., Тюрин В.Н.

**ОЦЕНКА МАСШТАБОВ ЛЕСОЗАГОТОВОК В ХАНТЫ-МАНСИЙСКОМ РАЙОНЕ
ХМАО – ЮГРЫ НА НАЧАЛО 1960-Х ГГ. ПО КАРТАМ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ** 291

Сторчак Т.В., Погоньшева И.А., Погоньшев Д.А.

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ
В ВУЗЕ** 293

Филатов М.А., Еськов В.В., Самойленко И.С., Кухарева А.

**ВЛИЯНИЕ ТРАНСШИРОТНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ
НА ПАРАМЕТРЫ СЕНСОМОТОРНЫХ РЕАКЦИЙ ШКОЛЬНИКОВ ЮГРЫ** 298

Чемпалова Л.С., Музиева М.И., Газя Н.Ф., Байтуев И.А.

ПАРАМЕТРЫ НЕЙРОВЕГЕТАТИВНОЙ СИСТЕМЫ СПОРТСМЕНОВ СЕВЕРА РФ 303

Секция VIIc.

*ПРИРОДНЫЕ, ТЕХНОГЕННЫЕ И УРБАНИЗИРОВАННЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ СЕВЕРА:
ОЗЕЛЕНЕНИЕ И БЛАГОУСТРОЙСТВО СЕВЕРНЫХ ГОРОДОВ*

Голова В.Д., Воротников А.М.

ОЗЕЛЕНЕНИЕ АРКТИЧЕСКИХ ГОРОДОВ РОССИИ 309

Егоров А.А., Кукурничкин Г.М.

**РАЗРАБОТКА АССОРТИМЕНТА ХВОЙНЫХ ДЛЯ ЗЕЛЕНых НАСАЖДЕНИЙ
г. СУРГУТА (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)** 315

Залывская О.С., Александрова Ю.В., Антонов А.М.

**МОРОЗОСТОЙКОСТЬ ИНТРОДУЦИРОВАННОЙ КУСТАРНИКОВОЙ ФЛОРЫ
В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА** 318

Копцева Е.М.

**ОСНОВНЫЕ ТРЕНДЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЗЕЛеной ИНФРАСТРУКТУРЫ
В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ СЕВЕРА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ** 321

Сунгурова Н.Р., Страздаускене С.Р., Стругова Г.Н.

**ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ *PICEA PUNGENS* ENGELM.
В ОЗЕЛЕНЕНИИ СЕВЕРНЫХ ГОРОДОВ**

325

Ханбабаева О.Е., Левко Г.Д., Кукуруичкин Г.М.

**СОЗДАНИЕ БИОРЕСУРСНЫХ КОЛЛЕКЦИЙ РОДОВЫХ КОМПЛЕКСОВ
ДЕКОРАТИВНЫХ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ В БОТАНИЧЕСКИХ САДАХ
И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ УЧРЕЖДЕНИЯХ**

329

Чайка Е.А.

**БИОСФЕРНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ
– ФАКТОР ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ СЕВЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ**

332

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

УДК 58.006:504.03:58.02:581.6:581.524.441

**БОТАНИЧЕСКИЕ САДЫ
КАК АДАПТАЦИОННО-РЕАБИЛИТАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ
ДЛЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ**

Кузеванов В.Я.^{1,2}, Кукуричкин Г.М.³, Богданова Д.В.³
¹Байкальский государственный университет, Иркутск
²Иркутский государственный университет, Иркутск,
e-mail: victor.kuzevanov@gmail.com
³Сургутский государственный университет, Сургут,
e-mail: lesnik72@mail.ru

Аннотация. В статье описано становление нового Ботанического сада (БС) как экологического ресурса при Сургутском государственном университете (СурГУ) в качестве носителя экологического мировоззрения. Его научные, учебные и экологические функции направлены на изучение природных и урбанизированных экосистем Западной Сибири в связи механизмами адаптации и реабилитации людей на Крайнем Севере. Одновременно БС СурГУ естественным образом может вносить вклад в два направления новой области деятельности северных БС мира – развитие и апробацию инновационных технологий продуктивного беспочвенного растениеводства и создание реабилитационных ландшафтов для психологической абилитации людей в экстремальных психологических и климатических условиях.

Ключевые слова: ботанический сад, экопарк, Сургут, экстремальный климат.

**BOTANIC GARDENS AS ADAPTATION AND REHABILITATION RESOURCES
FOR EXTREME CONDITIONS**

Kuzevanov V.Ya.^{1,2}, Kukurichkin G.M.³, Bogdanova D.V.³
¹Baikal State University, Irkutsk
²Irkutsk State University, Irkutsk,
e-mail: victor.kuzevanov@gmail.com
³Surgut State University, Surgut,
e-mail: lesnik72@mail.ru

Abstract. The article describes the establishment of the new Botanic Garden (BG) as an ecological resource at Surgut State University (SurSU) as a carrier of the ecological worldview. Its scientific, educational and ecological functions are aimed at studying the natural and urbanized ecosystems of Western Siberia in connection with the mechanisms of adaptation and rehabilitation of people in the Far North. At the same time, the BG SurSU can naturally contribute to two areas of activity of the northern BGs of the world – the development and testing of innovative technologies

for productive soilless crop production and the creation of rehabilitation landscapes for the psychological habilitation of people in extreme psychological and climatic conditions.

Keywords: botanical garden, ecopark, Surgut, extreme climate.

Введение. Возникшие в 16 веке первые Ботанические сады (БС) в крупных торговых городах Европы стали полезными изобретениями цивилизации, специализировавшимися на сборе и культивировании растений для врачевания, а также оказались вовлечены в обучение и научные исследования в первых университетах. БС как уникальные социальные изобретения достаточно быстро распространились на всех континентах вслед за освоением новых жизненных пространств комфортного проживания людей, особенно в местах умеренного климата. БС стали неотъемлемыми объектами природного и культурного наследия городов, участвуя в поддержании экологического баланса урбанизированной среды, озеленения и формирования комфортного городского окружения, а также внося солидный вклад в сохранение биоразнообразия Земли [4]. Сообщества из более 3,7 тыс. БС мира являются природоохранными участниками планетарного масштаба (рис. 1), оказывая антикризисное влияние и участвуя в решении семнадцати Целей устойчивого развития ООН на 2015–2030 гг. [3]. БС также создавались в необычных новых условиях при расселении по планете быстро растущего населения в зоны с экстремальными климатическими условиями – такими, как экстремально жаркие условия Австралии, Северной и Центральной Африки и др., а также такими экстремально холодными местами, как Сибирь, российский Дальний Восток, Крайний Север, Арктика, Исландия, Аляска и т.п. За Северным Полярным кругом расположены 5 ботанических садов и их функциональных аналогов: «ПАБСИ» в России (68°57'N), «Сад Тромсо» в Норвегии (69°39'N), «БС и хранилище резервных семян «судного дня» в Свальбарде» в Норвегии (78°13'N), «БС Йоенсуу – Joensuu» в Финляндии (65°01'N), датский Арктический БС «Issittup Naasui» (64°42'N). Однако и в экстремальных условиях Антарктического региона располагаются специализированные биостанции типа БС: китайская антарктическая станция «Великая китайская стена», германская станция «Ноймайер III» и др., – где ученые разных стран разрабатывают специальные технологии и конструкции гидропонных/аэропонных оранжерей и ландшафтных зимних садов, которые должны найти применение не только на Земле, но также при освоении объектов внеземного пространства [6, 7].

Цель данной работы была направлена на описание динамики процесса планирования и формирования с 1999–2001 гг. БС СурГУ: 1) оценку биоразнообразия встречающихся здесь растений; 2) оценку представленности местных, а также редких и исчезающих видов растений; 3) оценку текущего использования и перспектив развития БС как уникального наукоемкого экологического и адаптационно-реабилитационного ресурса в суровых климатических условиях Крайнего Севера в крупнейшем городе Ханты-Мансийского автономного округа (ХМАО) – Югры, административном центре Сургутского района.



Рис. 1. Карта глобальной распространённости около 3,7 тыс. зарегистрированных ботанических садов и их аналогов в мире по данным BGCI в 2023 г. К самым северным относятся ботанические сады, обозначенные в верхней части карты крупными синими метками-капельками, находящиеся в суровых условиях Крайнего Севера или в приравненном к нему климате: **Р** – российский ПАБСИ, Полярно-альпийский ботанический сад-институт РАН; **У** – российский БС СурГУ, Ботанический сад Сургутского госуниверситета; **Т** и **С** – норвежские, соответственно, «Tromso Botanic Garden» и «Svalbard Global Seed Vault – Сад-хранилище семян “судного дня” на острове Шпицберген»; **Ж** – финский «Botania – Joensuu Botanical Garden and Tropical Butterfly Garden, Ботанический сад Йозенсу», филиал Университета восточной Финляндии; **И** – датский Арктический ботанический сад «Issittup Naasui» в гренландском Сисимиуте. Источник открытых данных – The Garden Search of Botanic Garden Conservations International (<https://clck.ru/3476Ms>)

Материалы и методы. Основным объектом данного исследования являются ресурсы БС СурГУ, который в настоящее время располагается на площади 14,5 га в центральной части г. Сургута рядом с водохранилищем реки Сайма (рис. 2). Работа включала в себя полевые исследования и сбор данных о ресурсах и о функционировании БС СурГУ в контексте истории развития с конца 1990-х гг. Основное внимание было уделено особенностям истории его формирования и модернизации инфраструктуры, сохранению и поддержанию биоразнообразия растений. Латинские названия таксонов растений даны по общепринятой международной базе данных «The Plant List» (<http://www.theplantlist.org/>).

В работе использовали следующее терминологическое определение: «Экопарк (дендрологический экологический парк как эквивалент ботанического сада) – это особо охраняемая озелененная территория социально-экологического значения, содержащая документированные коллекции растений и ландшафтные сады, на которой управляющая организация создает ресурсы для научных исследований, образования и просвещения, публичные экспозиции растений и технологии для сохранения биоразнообразия, размножения растений, оказания услуг на основе знаний о растениях и их производных» [11]. Графическое представление данных проводили с помощью программы MS Excel. Использовали космоснимки «Yandex Maps» и «Google Earth».

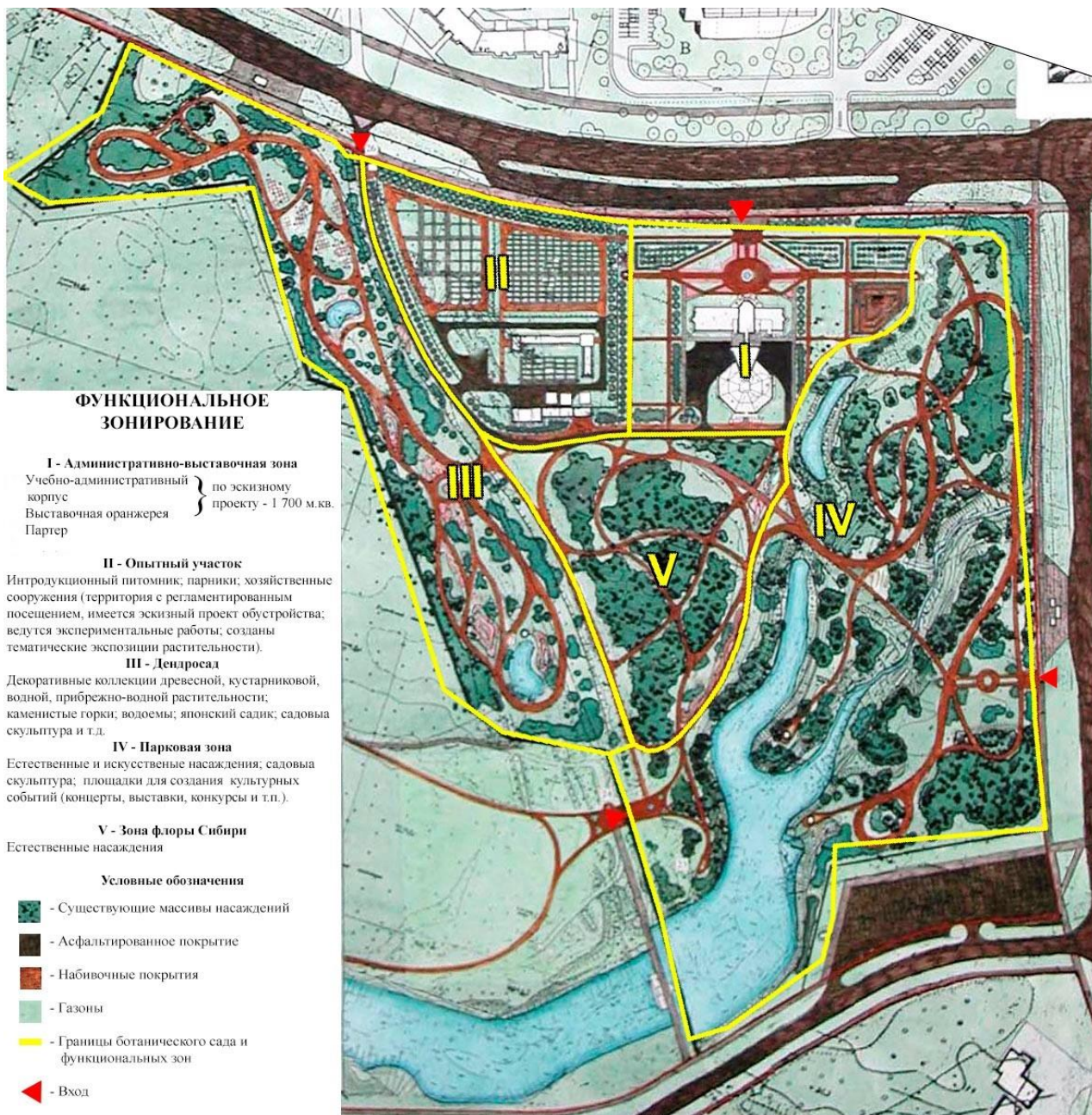


Рис. 2. Первоначальный эскиз Генерального плана и зонирования БС СурГУ от 2001 года, предусматривающий его типовое построение в соответствии с Федеральным Законом № 33-ФЗ РФ «Об особо охраняемых природных территориях», с насаждения, адаптированными к климату Западной Сибири, обустройством питомника, дендросада, публичного парка и т. п. Проект выполнен под руководством д-ра биол. наук, профессора Ю. В. Титова (1938–2001) и председателя комитета по природопользованию и экологии Администрации г. Сургута В.А. Браташова.
 Источник эскиза – архив СурГУ

Результаты и обсуждение. В настоящее время в БС накоплены достаточно обширные живые коллекции открытого и защищенного грунта (552 и 100 видов соответственно), позволившие БС стать одним из значимых источников ценного посадочного материала для озеленения города и для садоводов. БС является охранителем более 30 видов редких и исчезающих растений. Как видно из рис. 3, коллекции растений БС СурГУ являются достаточно представительным собранием биоразнообразия местной и интродуцированной

флоры для учебных и научных целей. Одновременно рис. 3 служит удобным наглядным инструментом для планирования целевых интродукционных работ с разными семействами.

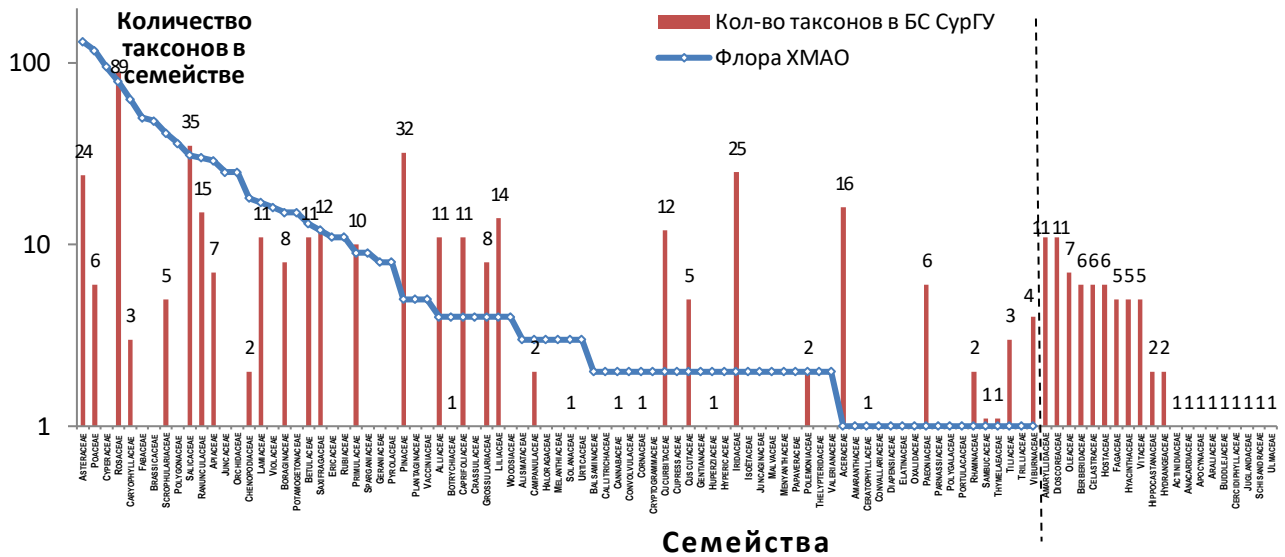


Рис. 3. Видовой спектр семейств сосудистых растений в коллекциях БС СурГУ относительно состава местной флоры ХМАО, ранжированного по частоте встречаемости (сплошная синяя линия). Цифры на столчатой диаграмме – количество таксонов (видов, сортов, форм, гибридов) в соответствующих семействах. Ось Y отображена в логарифмическом масштабе для удобства визуализации.

Расположение красных столбиков диаграммы выше сплошной синей линии показывает успешное включение в коллекцию дополнительных таксонов растений-интродуцентов. Справа от вертикальной черной пунктирной линии обозначены экзотические семейства инорайонных растений-интродуцентов. Источник данных архив – БС СурГУ на январь 2023 г.

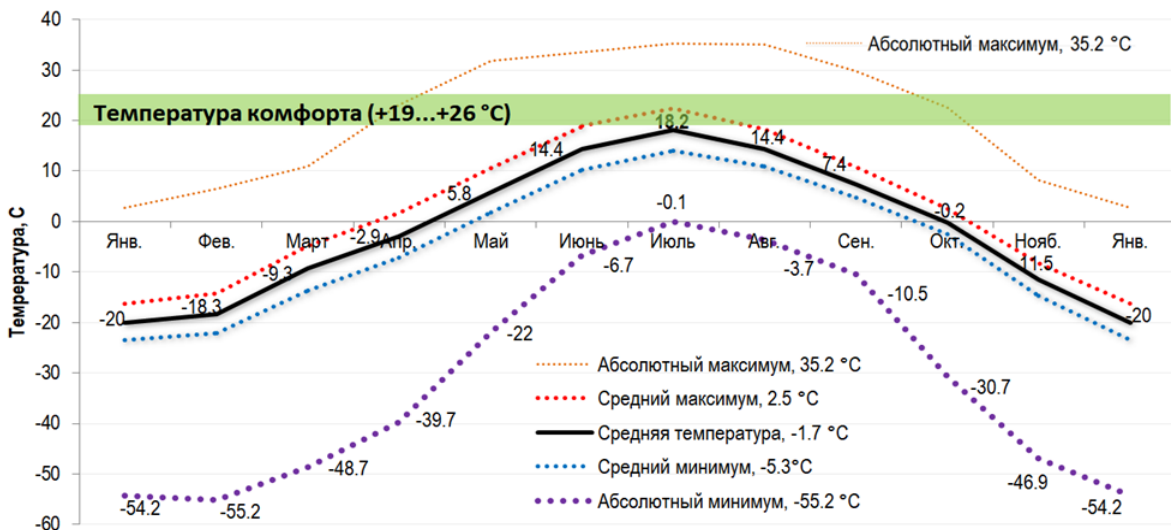


Рис. 4. Динамика средней температуры воздуха в городе Сургуте. Видно преобладание температуры существенно ниже диапазона «температуры комфорта» для деятельности человека, обозначенного зеленой зоной. Источник данных <https://ru.wikipedia.org/wiki/Сургут>

Со совокупность агроклиматических параметров и низкая температура сурового климата в течение года в Сургуте (рис. 4), несомненно, ограничивают успешное культивирование большого биоразнообразия растений на открытых пространствах вне обогреваемых и защищенных помещений [1]. Одновременно видно (рис. 4), что температурный режим в

течение всего года не совпадает в «температурой комфорта» для деятельности и отдыха людей, что является ограничением при освоении новых районов Крайнего Севера. Обитателям экстремального климата для нормализации продуктивности жизнедеятельности, преодоления стрессов, восстановления внутренних ресурсов и рекреации требуется периодическое пребывание в комфортной природной среде в окружении живой зелени [7, 10].

Имеется недооценка возможностей использования нераскрытого внутреннего потенциала БС как уникальных многофункциональных изобретений и ресурсов для человечества. Например, устройство специализированных БС с теплыми субтропическими оранжереями и большим биоразнообразием растений в суровых условиях обитания, кроме традиционных ресурсов для науки и образования, может выполнять множество дополнительных социально значимых функций, способных оказывать положительное влияние на эко-градостроительство, на здоровье, на обучение и просвещение, на рекреацию и улучшение социально-психологического состояния людей с помощью простых методов садовой терапии, гарденотерапии, свободного времяпровождения в контролируемой комфортной зеленой среде [2, 5, 10].

Опыт зарубежных и отечественных северных БС и специальных испытательных биостанций в экстремальных местах обитания, а также опыт работы нового БС СурГУ по коллекционированию и интродукции растений в экстремальном климате свидетельствует, что люди в местах с суровым и холодным климатом нуждаются в устройстве достаточно больших утепленных комфортных пространств в апробированном и успешно зарекомендовавшем себя формате БС для изучения и демонстрации богатства разнообразия растений (пищевых и декоративных), то есть многоцелевых и многофункциональных публичных площадок, которые могут одновременно служить адаптационно-реабилитационными платформами антистрессовой направленности, в которых успешно проводятся оздоровительные занятия по садовой терапии, гарденотерапии, арттерапии, иппо-терапии и т.п. для улучшения благополучия людей всех без исключения социальных групп и возрастов, в т.ч. ветеранов войн, инвалидов и немощных людей, детей с девиантным поведением, одаренных подростков, испытывающих сложные жизненные ситуации, алкоголиков/наркоманов и лиц с зависимостями, осужденных лиц и преступников в местах ГУФСИН и т.п. [9]. По своей природе БС обычно благотворно влияют на людей, традиционно служат улучшению экологической обстановки, озеленению, сбережению и рациональному использованию генетических ресурсов растений – местных и интродуцентов, что подтверждено практикой в течение более чем пяти веков.

Общее заключение и выводы. Оценивая вышеприведенные факты и аргументы, очевидно, следует рассматривать БС СурГУ: 1) как уникальный перспективный ресурс мобилизации, сохранения и рационального использования биоразнообразия растений на Крайнем Севере; 2) как основу развития перспективного наукоемкого экологического и адаптационно-реабилитационного ресурса с будущими публичными оранжереями в суровых условиях Крайнего Севера в крупнейшем городе ХМАО.

В ходе реализации проекта БС СурГУ руководителями и кураторами программ БС планируется сделать его не только частью городского публичного экопарка, но и укрепить как междисциплинарный ресурс для обучения по естественнонаучным, техническим и гуманитарным дисциплинам (биология, экология и природопользование, строительство, химия, лечебное дело, клиническая психология, музеология и охрана объектов культурного и природного наследия, педагогика и др.). Социальное назначение БС – это особое общественное городское пространство – системно организованный «публичный сад», сочетающий многофункциональность – «музей природы», «музей естественной истории», материальная база непрерывного экологического просвещения, эстетического воспитания, познавательного туризма, комфортная и оригинальная ниша для творческого развития личности, особенно молодежи. Существующая в мире практика показывает, что обычно

ведомственная организация типа университета, департамента администрации, академического института в силу суженности своих конкретных миссий не всегда способна должным образом единолично гармонично развивать БС, так как монополизм зачастую может вести к перекошу баланса науки, образования, просвещения, сохранения природы, коммерциализации био- и эко-инноваций, публичного служения. Если местное население не видит выгоды для себя от использования ресурсов БС, – такой БС обречен на бедность и деградацию, поэтому такое большое значение имеет вовлечение общественности и добровольцев в поддержание БС.

В развитых и развивающихся странах проявляется явный тренд, ведущий к кардинальному изменению БС и их модернизации в социально ориентированные природоохранные и социальные институты нового типа. Благодаря рекреационным видам деятельности, туристическим, просветительским, учебным мероприятиям, участию в эко-акциях у участников происходит духовная реабилитация, улучшающее преобразование личности. Считаем, что в глобальной системе социальных координат БС следует рассматривать как особые экологические ресурсы [4], содействующие устойчивому развитию общества и представителей всех социальных и возрастных групп населения. Будучи местом с самой высокой концентрацией живых коллекций растений, а также животных и птиц, собираемых учеными, «охотниками за растениями» из отдаленных уголков нашей планеты, БС помогает лучше понимать традиции и культуру людей разных национальностей, улучшать международные отношения. Успешный пример – это единение в БС мира особых ландшафтных участков с разными этностилями национальных ботанических садов (японского, китайского, корейского, французского, русского, исламского, библейского и др.), взаимобогащающих духовную жизнь людей, говорящих на разных языках.

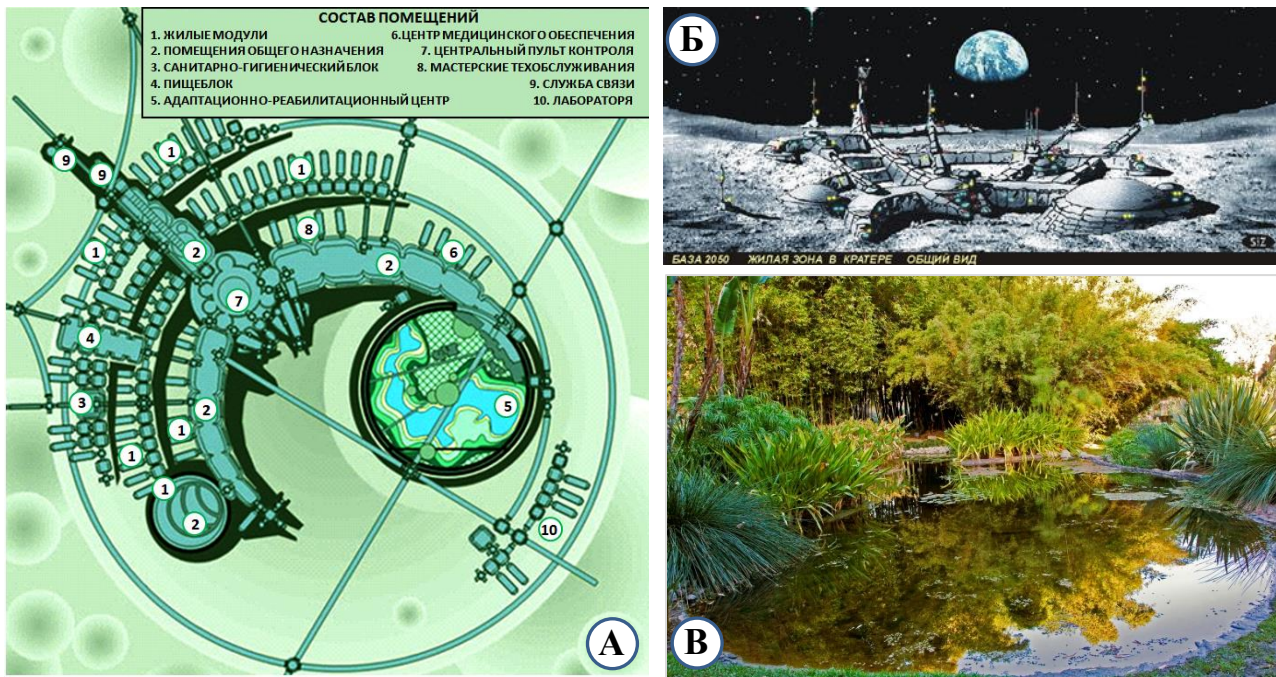


Рис. 5. Пример концепции устройства жилой зоны «лунной базы 2050 года» в кратере вулкана, где предполагается устройство крупного адаптационно-реабилитационного центра – аналога ландшафтного ботанического сада с объемными водными объектами, с полезными пищевыми и декоративными растениями, встроенными в специальный ландшафт земного типа для социально-психологической адаптации обитателей станции, которые иначе будут испытывать длительный стресс из-за пребывания и тяжелой работы в чуждой среде экстремального типа. Источник **А** и **Б** – схемы лунной базы в кратере по проекту [8], **В** – пример простого рекреационного сада восточноазиатского типа (источник фото <https://clck.ru/346tpL>)

Можно полагать, что в процессе происходящего в настоящее время перехода из пятого в шестой технологический уклад [11], многие технологии и ресурсы БС, устройство их оранжерей и коллекции растений могут стать основой ключевых элементов жизнеобеспечения не только для экстремальных климатических условий Крайнего Севера, Сибири, Арктики и т.п. Например, в проектах будущих космических станций и долговременных поселений на Луне и Марсе центральное место в системе жизнеобеспечения и реабилитации космонавтов уже отводится адаптационно-реабилитационным центрам – гидропонным/аэропонным и ландшафтными оранжереям (рис. 5) – наподобие БС восточноазиатского типа (японского, корейского, китайского). Ведь именно здесь вне Земли должны будут соблюдаться такие отличительные черты классического БС, как документированные коллекции живых растений, используемых для научных исследований, сохранения и использования биоразнообразия, демонстрационных, учебных и просветительских целей, а также для пищевого употребления и поддержания очистных систем жизнеобеспечения, атмосферы, создания здоровой окружающей среды, что должно будет соблюдаться особенно строго.

Поэтому роль и миссия современного БС СурГУ как учебного-просветительского, экологического и биологического ресурса должна очевидно состоять не только в подражании традиционным ботаническим садам, но также в междисциплинарных опытно-конструкторских разработках, в прикладных и фундаментальных исследованиях БС как наукоемкого адаптационно-реабилитационного ресурса в интересах комфорта и улучшения благополучия людей в экстремальных условиях обитания.

Литература:

1. Бордей Р. Х. Флора города Сургута : спец. 03.02.01 «Ботаника» : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Р. Х. Бордей. – Томск, 2013. – 22 с. – URL: <https://clck.ru/346uow>.
2. Исследования по экологической терапии в Полярно-альпийском Ботаническом Саду-Институте. – Текст электронный / О. Б. Гонтарь, И. В. Калашникова [и др.] // Вестник ИрГСХА, 2011, № 44/3. – С. 65-72. – URL: <https://clck.ru/346unN>.
3. Антикризисная роль зооботанических и ботанических садов в условиях современных угроз и вызовов. – Текст электронный / В. Я. Кузеванов, А. В. Малев [и др.] // Методология предотвращения угроз в XXI веке. – Иркутск: Изд-во ФГБОУ ВО «ИГУ», 2022. – С. 432-440. – URL: <https://clck.ru/33mmGj>.
4. Кузеванов В. Я. Ботанические сады как экологические ресурсы в глобальной системе социальных координат. – Текст электронный // Ландшафтная архитектура. Дизайн. – 2010. – Т. 29. – № 2. – С. 7-11. – URL: <https://clck.ru/346umP>.
5. Кузеванов В. Я. Шок экологического образования и управление изменениями. – Текст электронный / В. Я. Кузеванов, И. В. Бычков // Экологическое образование, воспитание и просвещение : новые вызовы и перспективы развития : материалы научно-практической конференции с международным участием. – Иркутск : Изд-во ФГБОУ ВО «ИГУ», 2018. – С. 45-59. – URL: <https://clck.ru/346uLN>.
6. Савинова В. А. Особенности проектирования зеленых зон в научно-исследовательских комплексах в экстремальных условиях Арктики // Наука, образование и экспериментальное проектирование в МАРХИ : тезисы докладов международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, молодых ученых и студентов. – М. : МАРХИ, 2019. – С. 58-59.
7. Савинова В. А. Зимние сады и оранжереи Арктики и Антарктики. – Текст электронный // Развитие Арктики. – URL: <https://clck.ru/347TSz>
8. Сизенцев А. Г. Концепция производственной лунной базы 2050 г. / А. Г. Сизенцев, В. В. Шевченко, В. Ф. Семенов, Г. М. Байдал. – URL: <https://clck.ru/346GrV>. – Текст электронный.

9. Садовая терапия / С. В. Сизых, В. П. Песков [и др.]. – Иркутск : Из-во ИГУ, 2014. – 259 с.
10. The Societal Value of the Modern Zoo: A Commentary on How Zoos Can Positively Impact on Human Populations Locally and Globally / P. J. Greenwell, L. M. Riley, Lemos de Figueiredo R. [et al.] – Текст электронный // J. Zool. Bot. Gard. – 2023. – Vol. 4. – P. 53-69. – URL: – <https://doi.org/10.3390/jzbg4010006/>.
11. Kuzevanov V. Ya. Botanic gardens as world ecological resources for innovative technological development / V. Ya. Kuzevanov, E. V. Gubiy // Известия Иркутского государственного университета. – Сер.: Биология. Экология. – 2014. – Т. 10. – С. 73-81. – URL: <https://clck.ru/enjN7>. – Текст электронный.

УДК 631.41

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ И ОРГАНИЧЕСКИМИ ПОЛЛЮТАНТАМИ: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Пинский Д.Л., Васильева Г.К., Башкин В.Н., Михедова Е.Е.
Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, г. Пушкино,
e-mail: pinsky43@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены возможности инновационных технологий ремедиации загрязненных нефтью почв Западной Сибири и рекультивации техногенно нарушенных тундровых почв в ходе освоения нефтегазоносных территорий, а также новые подходы к нормированию тяжелых металлов в почвах.

Ключевые слова: рекультивация, ремедиация нефтезагрязненных почв, нормирование.

SOIL POLLUTION WITH HEAVY METALS AND ORGANIC POLLUTANTS: PROBLEMS AND THEIR SOLUTIONS

Pinskii D.L., Vasilyeva G.K., Bashkin V.N., Mikhedova E.E.
Institute of Physicochemical and Biological Problems in Soil Science RAS, Pushchino,
e-mail: pinsky43@mail.ru

Abstract. The possibilities of innovative technologies for the remediation of oil-contaminated and reclamation of technogenically disturbed tundra soils during the development of oil and gas areas, as well as new approaches to the normalization of heavy metals in soils, are considered.

Keywords: recultivation, remediation of oil-polluted soils, heavy metal normalization.

Прогрессивно растущее химическое загрязнение окружающей среды и, особенно, почв является одной из важнейших проблем современности. Основными загрязнителями почв являются тяжелые металлы и органические поллютанты (ОП), в том числе нефть и нефтепродукты. Многие из них относятся к первому и второму классам опасности и подлежат первоочередному контролю [1, 4].

Почва, обладающая уникальной поглотительной способностью, аккумулирует загрязняющие вещества (ЗВ), связывая их в малоподвижные соединения и, таким образом, выполняет протекторную функцию в биосфере, снижая накопление ЗВ по трофическим цепям, начальным звеном которых являются растения, а конечным – человек. В то же время чрезмерная аккумуляция ЗВ в почвах приводит к их интоксикации, изменению физико-химических свойств и нарушению протекторных функций [5]. Поэтому необходим постоянный мониторинг уровня загрязнения почв в импактных зонах, нормирование уровней загрязнения и разработка методов ремедиации загрязненных почв и ландшафтов. Нормирование загрязняющих веществ в почвах является исключительно важной частью мониторинга их состояния и пригодности для жизни растений, животных и человека.

Целью настоящей работы является краткий обзор некоторых инновационных методов и подходов к ремедиации нефтезагрязненных и рекультивации нарушенных почв и ландшафтов в зонах нефтегазодобычи Западной Сибири и нормирования ТМ в почвах.

Объекты и методы. Апробирование разработанного ранее метода сорбционной биоремедиации нефтезагрязненных почв [6] проводили на территории ЛПДС компании «Транснефть», в районе Самотлорского нефтяного месторождения вблизи г. Сургут. Эксперименты по рекультивации нарушенных территорий – на лицензионном участке ООО «Газпром добыча Ямбург» (Тазовский полуостров), где велись геологоразведочные работы, обустройство и разработка новых месторождений. Разработку новых методов нормирования ТМ в почвах проводили с использованием оранжереи Института.

В экспериментах по ремедиации нефтезагрязненных почв использовали песчаный литострат, которым покрыта территория Сургута и окрестностей на глубину до 50 см. Литострат в пластиковых емкостях объемом 40 л поверхностно загрязняли 15 % нефти средней плотности. В контейнеры с почвой вносили (вместе и отдельно) биопрепарат «БиоОйл» (БП) в дозе 10^7 кл/г (разработан в лаборатории биологии плазмид ИБФМ РАН) и композитный сорбент (С) на основе торфа, гранулированного активированного угля и диатомита, в дозах 10 или 20 %. Помимо этого, в почву вносили минеральные удобрения в виде азофоски и доломитовой муки. Почву периодически перемешивали и отбирали образцы для определения суммарной концентрации углеводородов нефти (УВН), смолисто-асфальтеновой фракции (САФ), численности микроорганизмов-деструкторов нефти и фитотоксичности экспресс-методом [6], а через 2 месяца почву засевали травосмесью.

В основу технологии по рекультивации нарушенных тундровых почв положено использование разных сортов торфа, близких по составу и свойствам, и получаемого из того же торфа гумата калия, который является стимулятором роста и развития растений. Затем участок засевали смесью травяно-злаковых растений. Эффективность рекультивации оценивали по активности фермента дегидрогеназы – ключевого показателя плодородия почвы.

В связи с тем, что в последние годы отмечено загрязнение территорий нефтегазодобычи тяжелыми металлами (ТМ), разработан новый подход к их нормированию в почвах. В основу нового подхода к определению предельно допустимых концентраций (ПДК) ТМ почвах положены данные многофакторного вегетационного эксперимента по изменению морфометрических характеристик растений ячменя ярового (*Hordeum sativum distichum*) сорта «Ратник», выращенных на почвенно-песчаных субстратах (ППС) в течение 1 месяца. Субстраты приготавливали путем смешивания образцов серой лесной почвы (СЛП) и чернозема обыкновенного (ЧО) с речным песком (отмытым от примесей и просеянным через сито 1 мм) в количестве 25, 50 и 75%. В почвы и субстраты вносили ацетат меди в дозах 0, 250, 500, 1000 и 2000 мг/кг и высаживали по 10 семян ячменя в каждый сосуд. Эксперименты проводили в 3-х кратной повторности при постоянных температуре и влажности.

Результаты и обсуждение. Установлено, что добавки композитного сорбента в дозах 10 % и, особенно, 20 % уже в первые месяцы резко снижали содержание УВН и фитотоксичность почвы, а также замедляли накопление САФ (рис. 1). К концу 2-го сезона (через 9–10 мес. с начала эксперимента), концентрация УВН в большинстве экспериментальных образцов снизилась до уровня ПДК (<15 г/кг), установленного на территории ХМАО для рекультивированных почв (легких дерново-подзолистых и подзолов, песка или супеси), предназначенных для лесохозяйственного использования [3]. Уже через 8 мес. фитомасса посеянных трав на этих почвах превышала их фитомассу в чистом контроле. При обработке только биопрепаратом содержание УВН и САФ в почве более чем вдвое превышало показатели в вариантах с сорбентами, а почва оставалась высокотоксичной для растений даже через 16 мес. обработки. Кроме того, сорбенты резко снижали накопление в фитомассе растений полициклических ароматических углеводородов – наиболее опасных компонентов нефти [6]. Таким образом, результаты экспериментов свидетельствуют о

высокой эффективности предлагаемого метода, который в перспективе может быть внедрен в практику для ликвидации последствий аварийных разливов на минеральных почвах в нефтегазоносных районах Западной Сибири.

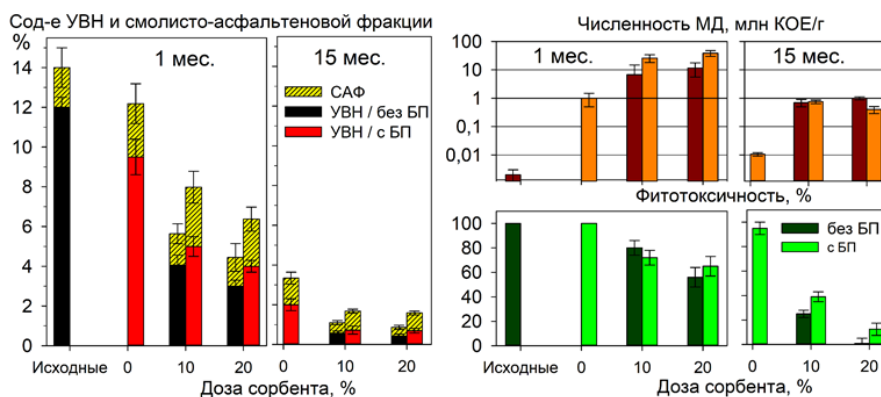


Рис. 1. Влияние биопрепарата (БП) и дозы композитного сорбента на остаточное содержание углеводородов нефти (УВН) и смолисто-асфальтеновой фракции (САФ) в почве, загрязненной 15 % сырой нефти, а также на численность микроорганизмов-деструкторов (МД) в почве и ее фитотоксичность через 1 и 15 мес. после начала обработки.

Анализ динамики оздоровления техногенно нарушенных тундровых почв также показал высокую эффективность предлагаемой технологии. Использование специально подобранных сортов торфа и получаемого из них гумата калия позволяет сохранить биоразнообразие на рекультивируемых территориях (рис. 2). Основа данного подхода и его технологические решения защищены 3 патентами Российской Федерации.



Рис. 2. Результаты применения инновационной технологии рекультивации нарушенных почв на лицензионном участке ООО «Газпром добыча Ямбург» (Тазовский полуостров): слева – участок без рекультивации, а справа – участок через 5 лет после рекультивации.

В основу разработки новой концепции ПДК ТМ в почвах положена зависимость морфометрических характеристик растений от валового содержания ТМ (Cu, мг/кг) в почве и ее буферности по отношению к ТМ (Q). В работе [2] буферность почв к ТМ определена как сумма содержаний гумуса (%), карбонатов (%), подвижных форм Fe и Al (%), физ. глины (%) и $pH_{водн.}$ выраженная в баллах в соответствии с влиянием каждого из этих показателей на развитие растений (табл. 1).

В качестве основного морфометрического показателя растений выбрана длина надземной части 1-месячных проростков ячменя (L , см). С помощью регрессионного анализа экспериментальных данных получено уравнение множественной регрессии с тремя переменными, коэффициентом детерминации $R^2 = 0.90$ при уровне значимости $P < 10^{-6}$:

$$L = 0.90 Q - 0.01 C_{Cu} - 3.24 \ln C_{Cu} + 36.1 \quad (1)$$

где: C_{Cu} – валовая концентрация меди в почве (мг/кг). Из эксперимента известно, что максимальное значение $L=52.1$ см. Если принять, что при ПДК меди в почве длина надземной части уменьшается на 15 %, то $L_{ПДК} = 44.3$ см. Подставив эту величину в уравнение (1), легко трансформировать его в уравнение (2) зависимости Q от C_{Cu} и выразить эту зависимость в графической форме (рис. 3). Проекция каждой точки графика на ось ординат соответствует буферности почв к Cu в этой точке, а на ось абсцисс – ПДК Cu при данной буферности.

$$Q = 9.11 + 0.012 C_{Cu} + 3.60 \ln C_{Cu} \quad (2)$$

Таблица 1.

Основные физические и химические свойства серой лесной почвы, чернозема обыкновенного, почвенно-песчаных субстратов и их буферность при разных дозах песка в смеси

Свойства почв и субстратов	Чернозем обыкновенный				Серая лесная почва				Песок
	0	25	50	75	0	25	50	75	
Физ. глина, %	48.1	36.2	24.1	12.0	35.1	26.3	17.7	8.11	0.4
pH _{водн}	7.30	7.35	7.39	7.36	5.66	5.71	5.74	5.72	5.31
Гумус, %	3.70	2.78	1.85	0.93	1.21	0.78	0.60	0.26	0.03
CO ₂ карб., %	0.25	0.19	0.13	0.063	0.42	0.32	0.21	0.11	-
(Fe + Al) _{подв} , %	5.09	3.82	2.55	1.27	3.12	2.34	1.56	0.78	-
Буферность Q, баллы	39.5	28.0	22.5	17.5	22.5	21.5	15.0	13.5	5.0

*Подвижные формы Fe+Al определяли по В. Б. Ильину и А. И. Сысо [2].

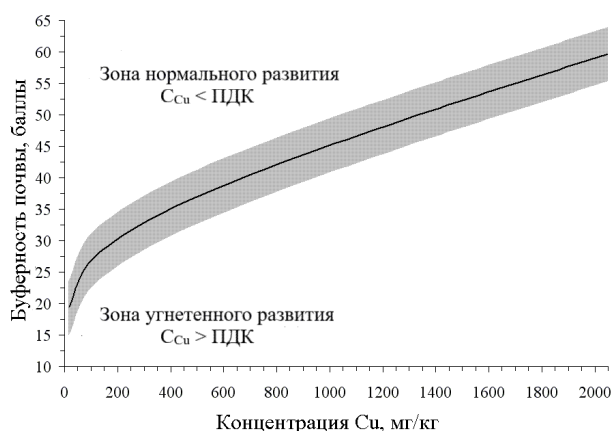


Рис. 3. Зависимость буферности почв и субстратов к Cu от валовой концентрации, при уменьшении длины надземной части 1-месячных растений ячменя на 15 %. Выделенная серым область диаграммы показывает зону стандартных ошибок.

Показано удовлетворительное соответствие рассчитанных по графику ПДК Cu принятым в ФРГ нормативам для овощных культур. Таким образом, ПДК является функцией трех переменных: валовой концентрации ТМ в почве, буферности почв к ТМ и вида растения.

Благодарности. Авторы выражают благодарность сотрудникам компании «Транснефть» за помощь в проведении эксперимента на ЛПДС г. Сургут.

Литература:

1. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2007 г. – М.: Минприроды РФ, 2008. – 503 с.

2. Ильин В. Б., Сысо А. И. Микроэлементы и тяжелые металлы в почвах и растениях Новосибирской области / В. Б. Ильин, А. И. Сысо. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. – 229 с.

3. Постановление Правительства ХМАО № 466-п об утв. рег. норматива «Допустимое остаточное содержание нефти и нефтепродуктов в почвах после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры» (в ред. от 22.07.2016 № 271-п).

4. Состояние окружающей среды. Программа ООН по окружающей среде. – М.: Изд-во ВИНТИ, 1980. – 162 с.

5. Chemical contamination in upper horizon of Haplic Chernozem as a transformation factor of its physicochemical properties / T. M. Minkina, D. L. Pinskiy, I. V. Zamulina [et al.] // *Journal of Soils and Sediments*. – 2018. – Vol. 18 (6). – P. 2418-2430. – URL: <https://doi.org/10.1007/s11368-017-1713-5/>. – Текст электронный.

6. Use of natural sorbents for accelerated bioremediation of grey forest soil contaminated with crude oil / G. K. Vasilyeva, E. E. Mikhedova, L. V. Zinnatshina [et al.] // *Science of the Total Environment*. – 2022. – Vol. 850. – № 157952. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157952>. – Текст электронный.

*Секция I.
ЗЕЛЕНАЯ ХИМИЯ
ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СЕВЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ*

УДК 665.753.4

**ПЕРЕРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО АСФАЛЬТА
В ПОЛЕЗНЫЕ УГЛЕРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПУТЕМ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОДУГОВЫМ РАЗРЯДОМ**

Аркаченкова В.В.¹, Францина Е.В.^{1,2}, Гринько А.А.^{1,2}, Петрова Ю.Ю.¹

¹Сургутский государственный университет, Сургут,

e-mail: arkachenkova_vv@surgu.ru

²Томский политехнический университет, Томск,

e-mail: pvp13@tpu.ru

Аннотация. В работе приведены результаты экспериментального исследования плазменной обработки продукта технологии сольвентной деасфальтизации – асфальта. Переработку асфальта проводили в электродуговом реакторе открытого типа. В процессе переработки формируется углеродный материал со структурой графита. Асфальт и полученный из него углеродный материал исследовали комплексом физико-химических методов.

Ключевые слова: асфальт процесса СДА, плазменная обработка, углеродный материал, графит.

**PROCESSING OF NATURAL ASPHALT
INTO USEFUL CARBON MATERIALS
BY EXPOSURE TO ELECTRIC ARC DISCHARGE**

Arkachenkova V. V.¹, Frantsina E. V.^{1,2}, Grin'ko A. A.^{1,2}, Petrova Yu. Yu.¹

¹Surgut State University, Surgut,

e-mail: arkachenkova_vv@surgu.ru

²Tomsk Polytechnic University, Tomsk,

e-mail: pvp13@tpu.ru

Abstract. The paper presents the results of an experimental study of plasma treatment of the product of solvent deasphalting technology – asphalt. Asphalt processing was carried out in an open electric arc reactor. During processing, a carbon material with a graphite structure is formed. Asphalt and the carbon material obtained from it were studied by a complex of physicochemical methods.

Keywords: SDA process asphalt, plasma treatment, carbon material, graphite.

Введение. В последнее время повышается интерес к изучению и переработке нетрадиционных источников углеводородного сырья. Доля добычи легкой нефти снижается,

процент вовлекаемых в переработку тяжелых высоковязких нефтей и битумов повышается. Тяжелые нефти характеризуются высоким содержанием ароматических углеводородов, смол и асфальтенов, а также повышенной концентрацией металлов и сернистых соединений. Тяжелые нефти и битумы имеют высокую вязкость, плотность и повышенную коксуемость, что сильно сказывается на себестоимости их добычи, транспортировки и переработки [1; 2].

Одним из способов отделения смолисто-асфальтеновых веществ из нефтей и нефтепродуктов является сольвентная деасфальтизация. Технология основана на выделении асфальтенов путем их осаждения легкими парафинами (гексан, пентан и др.), в результате образуются два продукта: деасфальтизат – очищенная нефть, идущая на дальнейшую переработку и остаток – асфальт.

Данная технология снижает коксуемость и улучшает физико-химические свойства нефтей за счет удаления смолисто-асфальтеновых веществ (САВ). Асфальт состоит, в основном, из САВ, также в асфальте концентрируется большинство металлов, содержащихся в нефти. С ростом вовлечения тяжелого сырья в нефтепереработку соответственно будет увеличиваться доля образующегося остатка процесса деасфальтизации – асфальта [3; 4].

Одним из перспективных способов переработки тяжелых остатков нефтяной промышленности, и в частности – асфальтеновых концентратов, является плазменная переработка под действием дугового разряда постоянного тока в открытой воздушной среде [5]. В работе [6] была показана возможность получения полезных углеродных материалов в результате плазменной обработки асфальтенов в условиях электродугового разряда. В рамках этой работы определены условия плазменной переработки асфальтенов с максимальным выходом полезных газов (CH_4 , CO , H_2) и минимальными энергозатратами установки плазменной обработки. Воздействие дугового разряда на исходный образец производилось в течении 30 с при силе тока 100 А.

Целью настоящей работы является исследование процесса плазменной переработки технологического асфальта в условиях дугового разряда постоянного тока.

Результаты и их обсуждение.

Переработку асфальта проводили в плазменном реакторе открытого типа при силе тока 100 А в течение 30 с. Углеродный материал полученный из асфальта (СМАСА) и исходный асфальт (АSА) изучали комплексом физико-химических методов.

По результатам рентгеновской дифрактометрии, которая выполнялась на приборе Shimadzu XRD 7000s ($\lambda=1.54060 \text{ \AA}$), СМАСА имеет графитоподобную структуру, что подтверждает полную переработку АSА.

Термогравиметрический анализ проводился на оборудовании Mettler Toledo TGA/DSC 3+ Star System в инертной среде (азот), скорость нагрева составляла $5^\circ\text{C}/\text{мин}$ в диапазоне температур 30–1050 $^\circ\text{C}$. Результаты анализа приведены в таблице 1, термогравиметрические кривые представлены на рисунке 1.

Таблица 1.

Результаты термогравиметрического анализа исследуемых образцов

Температурный интервал, $^\circ\text{C}$	Потеря массы образцов, масс. %	
	АSА	СМАСА
30–340	2.39	0.03
340–505	55.06	
505–1030	12.08	2.71
30–1030	69.53	2.74

Термическое разложение асфальта (АSА) приходится на низкотемпературный интервал 340–505 $^\circ\text{C}$ с максимумом при 485 $^\circ\text{C}$ и потерей массы – 55.06 масс. %. Такой температурный интервал обычно соответствует интенсивной деструкции молекул смол и асфальтенов по связям их углеродного скелета, и, в первую очередь, по связям углерод-гетероатом. [7; 8].

Исходя из данных термогравиметрического анализа (рис. 1) следует, что полученный углеродный материал отличается довольно высокой термической стабильностью, сравнимой с ранее полученными углеродными материалами из асфальтенов [5; 6].

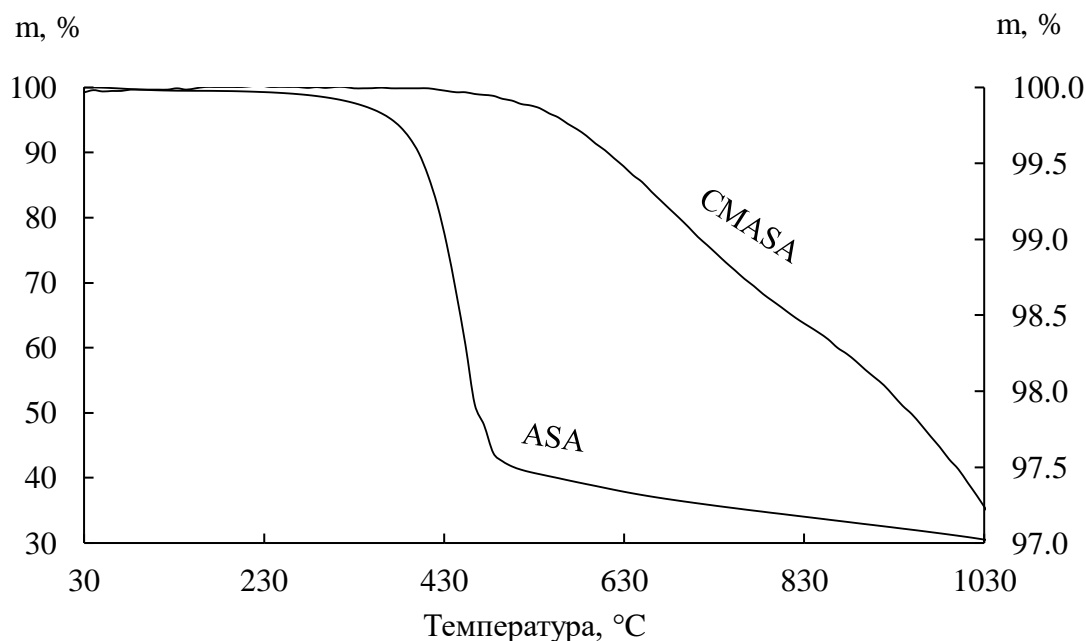


Рис. 1. Термогравиметрические кривые образцов исходного асфальта ASA и полученного углеродного материала (CMASA)

Для оценки элементного состава образцов ASA и CMASA был выполнен энергодисперсионный рентгенофлуоресцентный анализ (ЭДРФА) на приборе Shimadzu EDX-8000 под вакуумом, с применением метода фундаментальных параметров.

По результатам ЭДРФА содержание углерода после плазменной обработки асфальта возрастает от 98.558 до 99.282 % за счёт разрушения связей гетероатомов, а также за счёт удаления водорода и водородсодержащих соединений. Содержание серы уменьшается от 1.405 до 0.668 % вследствие разрушения серосодержащих связей в смолах и асфальтенах, входящих в состав асфальта, и дальнейшим удалением образовавшихся соединений серы в газовую фазу процесса (SO_2 , H_2S , R-SH). В результате обработки исходного асфальта металлы Fe, V, Ni, Ti и др. концентрируются в полученном углеродном материале [9].

Исследование образцов методом ИК-Фурье-спектроскопии проводили в режиме пропускания в таблетках KBr с массовой долей образца ~0.6 %. Было показано (Рис. 2), что в ходе плазменной переработки ASA наблюдаются процессы деструкции. Этот факт подтверждается снижением интенсивности деформационных колебаний C–C связей (730 см^{-1} , $780\text{--}900\text{ см}^{-1}$), валентных C–C связей в ароматических структурах (1620 см^{-1}), валентных симметричных и ассиметричных колебаний C–H связей ($2770\text{--}3010\text{ см}^{-1}$) и валентных колебаний связей C=O в карбонильных группах. [10]. Полоса в области 1030 см^{-1} относится к валентным колебаниям связей S=O в сульфоксидных структурных фрагментах смол и асфальтенов. Интенсивность этой полосы в результате плазменной обработки асфальта снижается за счёт разрушения серосодержащих связей (C–S), что согласуется с данными ЭДРФА (уменьшение общего содержания серы после обработки) [11].

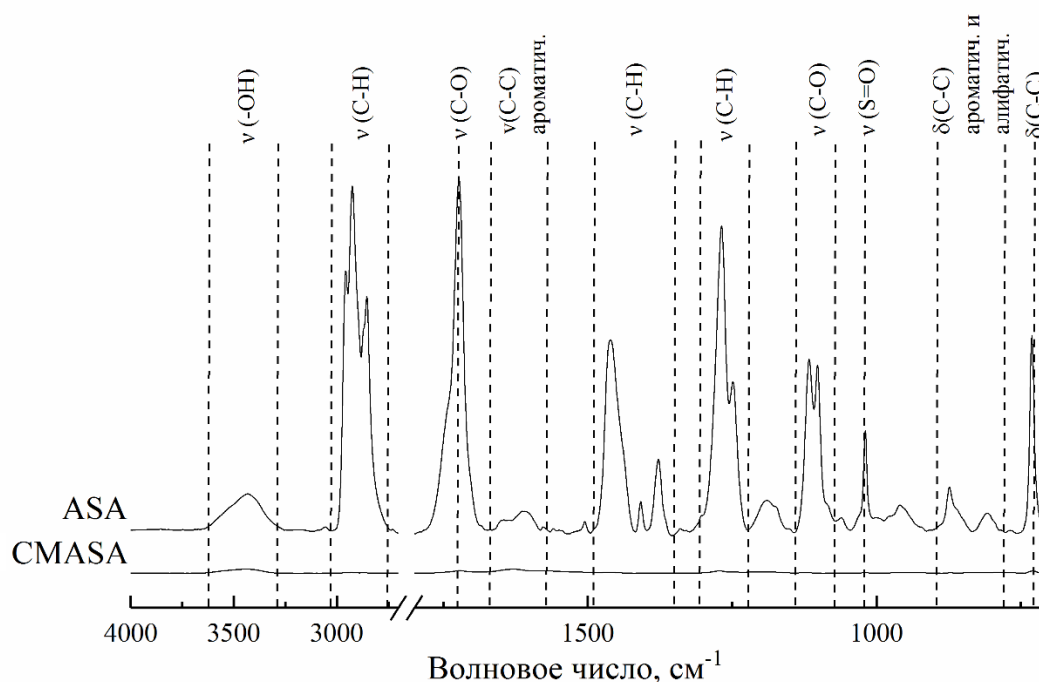


Рис. 2. ИК-спектры исследуемых образцов

Заключение.

1. В результате плазменной обработки технологического асфальта образуются углеродные материалы графитоподобной структуры.

2. В интервале температур 340–505 °С происходит наиболее интенсивная деструкция образца технологического асфальта. Углеродный материал, полученный в результате плазменной обработки характеризуется высокой термической стабильностью, что связано с особенностями строения смол и асфальтенов, входящих в состав асфальта.

3. Методами РФА и ИК-Фурье-спектроскопии было установлено, что при плазменной обработке асфальта происходят процессы его деструкции и графитизации.

4. В результате плазменной обработки технологического асфальта наблюдается, в основном, выделение таких газов как H_2 , CO , CO_2 , CH_4 , SO_2 , H_2S . Происходит снижение содержания серы на 52,45 % и концентрирование металлов в составе полученного углеродного материала.

Финансирование. Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 22-13-20016) в Сургутском государственном университете и Томском политехническом университете.

Литература:

1. Guo K. In-situ heavy and extra-heavy oil recovery: A review / K. Guo, H. Li, Z. Yu // Fuel. – 2016. – № 185. – P. 886-902.
2. Хаустов А. П. Прогноз техногенных рисков загрязнения геологической среды нефтяными углеводородами / А. П. Хаустов, М. М. Редина // Экспозиция «Нефть. Газ». – 2012. – № 6. – С. 20-23.
3. Деметаллизация и деасфальтизация тяжелого нефтяного сырья / Е. К. Онгарбаев, Ш. А. Отеули, Д. Муратов // Горение и плазмохимия. – 2018. – № 16. – С. 217-225.
4. Лядов А. С. Добыча и переработка тяжелых нефтей – проблемы и перспективы / А. С. Лядов, Н. Н. Петрухина // Ж-л прикладной химии. – 2018. – Т. 91. – Вып. 12. – С. 1683-1692.

5. A novel approach of waste tires rubber utilization via ambient air direct current arc discharge plasma / A. Y. Pak, K. B. Larionov, E. N. Kolobova [et al.] // *Fuel Processing Technology*. – Elsevier, 2022, № 227. – P. 107111.
6. Investigation of the process and products of plasma treatment of asphaltenes / Yu. Yu. Petrova, E. V. Frantsina, A. A. Grin'ko [et al.] // *Materials Today Communication*. – 2022. – Vol. 33. – P. 25.
7. Grinko A. A. Thermolysis of petroleum asphaltenes and their fractions / A. A. Grinko, A. K. Golovko // *Pet. Chem.* – 2014. – Vol. 54. – P. 42-47.
8. Pyrolysis applied to the study of a Maya asphaltene / J. Douda, E. Llanos, R. Alvarez [et al.] // *J. Analytical and Applied Pyrolysis*. – 2004. – Vol. 71(2). – P. 601-612.
9. Ганиева Т. Ф. Высоковязкие нефти, природные битумы и битумоносные породы / Т. Ф. Ганиева, В. К. Половняк. – Казань: Казанский нац. исслед. технолог. ун-т, 2012. – С. 104.
10. Socrates G. Formerly of Brunel. – The University of West London, Middlesex, UK; New York. – Т. III. – 2004. – P. 362.
11. Asemani M. Oil-oil correlation by FTIR spectroscopy of asphaltene samples / M. Asemani, A. Rabbani // *Geosciences J.* 2015. P. 1-12.

УДК 621.762

ВОЗМОЖНОСТЬ СИНТЕЗА ОДНОФАЗНЫХ ВЫСОКОЭНТРОПИЙНЫХ КАРБИДОВ

Гумовская А.А., Пак А.Я., Васильева Ю.З., Поваляев П.В., Комкина У.С.
Томский политехнический университет, Томск,
e-mail: aag109@tpu.ru

Аннотация. Высокоэнтропийный карбид состава TiZrNbHfTaC_5 синтезирован безвакуумным электродуговым методом. Проведена рентгеновская дифрактометрия продукта синтеза. Результаты анализа показали наличие однофазной кубической структуры с решеткой типа NaCl, что подтвердило возможность синтеза однофазного высокоэнтропийного карбида.

Ключевые слова: безвакуумный электродуговой синтез, карбиды, рентгеновская дифрактометрия.

SYNTHESIS OF SINGLE-PHASE HIGH-ENTROPY CARBIDES

Gumovskaya A.A., Pak A.Ya., Vasilyeva Yu.Z., Povalyaev P.V., Komkina U.S.
Tomsk Polytechnic University, Tomsk,
e-mail: aag109@tpu.ru

Abstract. The high-entropy carbide of composition TiZrNbHfTaC_5 was synthesized by the non-vacuum electric arc method. X-ray diffractometry of the synthesis product was carried out. The results of the analysis showed the presence of a single-phase cubic structure with a NaCl-type lattice, which confirmed the possibility of synthesizing a single-phase high-entropy carbide.

Keywords: non-vacuum electric arc synthesis, carbides, X-ray diffractometry.

Материалы с высокой конфигурационной энтропией – группа современных материалов, образованных четырьмя или более компонентами в равной или почти равной атомной доле [1]. Равные количества элементов отличают высокоэнтропийные материалы от традиционных, в которых один компонент является основой, а другие содержатся в небольших количествах как добавки. Одной из основных структурных особенностей подобных материалов являются искажения решетки, появляющиеся в результате вариаций атомного радиуса элементов композиции [2].

Исследования подтверждают, что качества синтезированной высокоэнтропийной керамики превосходят аналогичные качества одиночных карбидов в составе. Например, отмечается высокая прочность, высокая твердость, исключительная прочность при высоких температурах, хорошая структурная стабильность и устойчивость к коррозии и окислению [3]. Благодаря этим свойствам высокоэнтропийные карбиды могут найти применение в качестве конструктивных компонентов в аэрокосмической промышленности в виде теплозащитных покрытий, режущих инструментов для металлургической промышленности и высокопроизводительных сверл в горнодобывающих производствах [4]. Также данный материал может быть применен в качестве катализатора для получения водорода из воды, а его электрокаталитические характеристики превосходят характеристики лучшего

катализатора среди карбидов – Mo_2C , о чем говорят исследования, проведенные в 2022 г. [5].

Высокоэнтропийная керамика может быть получена методом искрового плазменного спекания (SPS) с предварительной высокоэнергетической обработкой порошковых смесей компонентов в шаровых мельницах, реактивным высокоэнергетическим шаровым измельчением (R-HEBM), методом спекания во вспышке (FS), горячим прессованием (HP) и спеканием без давления (PS).

В данной работе синтез карбидов был произведен модифицированным электродуговым методом. Электродуговой синтез – перспективная ветвь развития получения керамических материалов. Реализация данного метода в открытой воздушной среде с достижением эффекта экранирования реакционного объема генерирующимся потоком газов диоксида углерода и монооксида позволяет отказаться от вакуумного оборудования и упростить устройство дугового реактора. Данный метод был успешно апробирован для получения высокоэнтропийной керамики TiZrNbHfTaC_5 [6].

Проведены серии экспериментов по получению высокоэнтропийного карбида TiZrNbHfTaC_5 на лабораторном электродуговом стенде; его основные компоненты – это графитовые электроды, представляющие из себя стержень (анод) и тигель (катод). В тигель засыпалась смесь порошков, которая подвергалась электродуговому воздействию.

Первая серия экспериментов была направлена на определение массовой доли углерода в исходной смеси порошков, вторая – на определение длительности гомогенизации исходных реагентов, третья серия была направлена на определение минимальных параметров силы тока и длительности воздействия электродуговой плазмы на смесь исходных реагентов, при которых продукт синтеза является однофазным высокоэнтропийным карбидом.

После синтеза все порошки исследованы методом рентгеновской дифрактометрии (Shimadzu XRD 7000s, $\lambda=1,54060 \text{ \AA}$). Был проведен количественный и качественный анализ.

Выявлено, что для получения однофазного высокоэнтропийного карбида безвакуумным электродуговым методом необходим избыток углерода 5 %, длительность гомогенизации – более 12 ч., сила тока 200 А и длительность воздействия электродуговой плазмы – 45 с. На рис. 1 представлена рентгеновская дифрактометрия однофазного высокоэнтропийного карбида состава TiZrNbHfTaC_5 , полученного в указанных условиях.

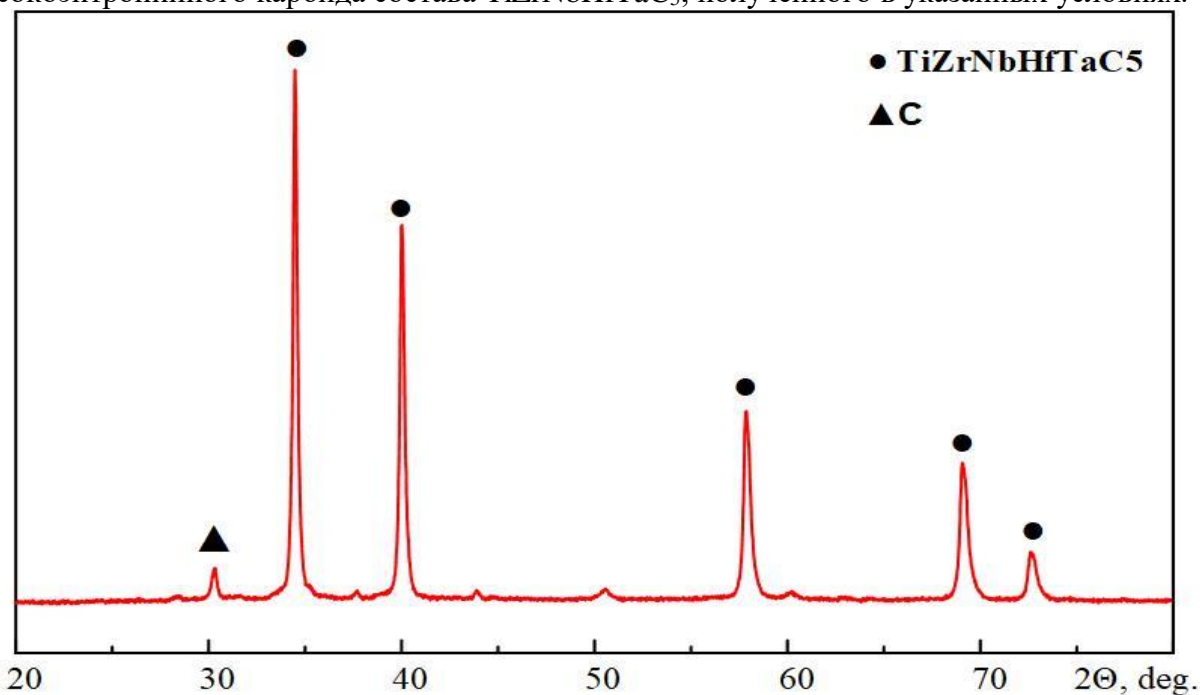


Рис. 1. Типичная картина рентгеновской дифрактометрии продукта синтеза состава TiZrNbHfTaC_5

По данным рентгенофазового анализа структура продукта синтеза соответствует однофазной кубической структуре типа NaCl.

Проведенные серии экспериментов по получению однофазного высокоэнтропийного карбида, подтвердили повторяемость эксперимента при определенных параметрах синтеза и пробоподготовки (массы исходных компонентов, длительность гомогенизации, длительность синтеза, сила тока).

Финансирование. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 21-79-10030.

Литература:

1. Kan W. H. Precipitation of (Ti, Zr, Nb, Ta, Hf)C high entropy carbides in a steel matrix / W. H. Kan [et al.] // *Materialia*. – Elsevier. – 2020. – Vol. 9. – P. 100540.
2. Oses C. High-entropy ceramics / C. Oses, C. Toher, S. Curtarolo // *Nat. Rev. Mater.* – 2020. – Vol. 5. – № 4. – P. 295-309.
3. Chicardi E. Low temperature synthesis of an equiatomic (TiZrHfVNb)C₅ high entropy carbide by a mechanically-induced carbon diffusion route / E. Chicardi, C. García-Garrido, F. J. Gotor // *Ceram. Int.* – Elsevier. – 2019. – Vol. 45. – № 17. – P. 21858-21863.
4. Ye B. Oxidation behavior of (Hf_{0.2}Zr_{0.2}Ta_{0.2}Nb_{0.2}Ti_{0.2})C high-entropy ceramics at 1073–1473 K in air [et al.] // *Corros. Sci.* – Pergamon. – 2019. – Vol. 153. – P. 327-332.
5. Niu S. Electrical Discharge Induced Bulk-to-Nanoparticle Transformation: Nano High-Entropy Carbide as Catalysts for Hydrogen Evolution Reaction [et al.]. – 2022.
6. Pak A. Y. Synthesis of transition metal carbides and high-entropy carbide TiZrNbHfTaC₅ in self-shielding DC arc discharge plasma / A. Y. Pak [et al.] // *Ceram. Int.* – Elsevier. – 2022. – Vol. 48. № 3. P. 3818-3825.

УДК 667.283.72

ПРИМЕР КОМПЛЕКСНОГО РЕШЕНИЯ ПОЛУЧЕНИЯ И РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТАКТИЧЕСКОГО ПОЛИПРОПИЛЕНА В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Нехорошев В.П.¹, Нехорошева А.В.², Цыро Л.В.¹
¹Сургутский государственный университет, Сургут,
e-mail: nvp.atact@mail.ru

²Югорский государственный университет, Ханты-Мансийск

Аннотация. Показана необходимость дальнейшего развития «нефтехимического крыла» нефтяных компаний РФ, которое требует громадных капиталовложений для создания современных нефтехимических комплексов. На примере решения проблем завода полипропилена Томского нефтехимического комбината показана важная роль научных исследований, выполняемых в российских вузах в сотрудуничестве и по заказу производителей.

Ключевые слова: полипропилен, изотактический, атактический, каталитические системы, композиционные материалы, переработка, битумы, асфальтобетон, автомобильные дороги.

SOLVING THE ENVIRONMENTAL PROBLEM OF OBTAINING AND RATIONAL USE OF ATACTIC POLYPROPYLENE IN WESTERN SIBERIA

Nekhoroshev V.P.¹, Nekhorosheva A.V.², Tsyro L.V.¹
¹Surgut State University, Surgut,
e-mail: nvp.atact@mail.ru

²Ugra State University, Khanty-Mansiysk

Abstract. The need for further development of the "petrochemical wing" of Russian oil companies, which requires huge investments to create modern petrochemical complexes, is shown. On the example of solving the problems of the polypropylene plant of the Tomsk petrochemical plant, the important role of scientific research carried out at Russian universities is shown.

Keywords: polypropylene, isotactic, atactic, catalytic systems, composite materials, recycling, bitumen, asphalt concrete, highways.

В России «нефтехимическое крыло» нефтяных компаний развито слабо по ряду объективных причин [1]. Нефтяные компании не торопились приобретать нефтехимические предприятия, за которыми тянулся шлейф финансовых долгов, накопленных ещё в СССР. Однако изменение ситуации, связанное с падением цен на нефть, заставило отечественные нефтяные компании углублять интеграцию с нефтехимией. Активную позицию заняла крупнейшая российская нефтяная компания ЛУКОЙЛ, которая приобрела крупнейшее предприятие по производству пластмасс «Ставропольполимер» и Саратовский завод «Нитрон». Постепенно начинает разворачивать деятельность в области нефте- и газохимии российский газовый гигант ОАО «Газпром», который на Сургутском заводе по переработке газового конденсата выпускает сырьё для химической переработки: сжиженные газы, широкая

фракция лёгких углеводородов (ШФЛУ) [2]. Анализ данных об уровне рентабельности (чистая прибыль на вложенный капитал) на нефтеперерабатывающих заводах (НПЗ) и нефтехимических комплексах свидетельствует о том, что для нефтехимической промышленности он выше (15,0 %), чем на НПЗ (2,4 %). Включение в состав НПЗ таких нефтехимических производств, как этилен, стирол, нафталин, изопропиловый спирт и олигомеры $C_9 - C_{12}$ позволяет поднять норму рентабельности НПЗ до уровня выше 15,0 %. Включение же в состав НПЗ производств полиолефинов, фенола, параксилола и их производных, т.е. глубокая интеграция нефтепереработки и нефтехимии, приводит к росту рентабельности до 20–50 %. Особенно заметно проявляется эффективность интеграции в период падения цен на нефть. В силу того, что цены на нефтехимическую продукцию снижаются, как правило, медленнее, чем цены на нефть и нефтепродукты, а по отдельным видам продукции не снижаются вообще, нефтяным компаниям за счёт реализации нефтехимической продукции удаётся частично компенсировать потери от спада цен на нефть. Анализ возможностей переработки газового сырья даёт основание констатировать, что следует усиленно развивать производство нефтехимической продукции [3; 4]. Уже на раз говорилось о низкой рентабельности экспорта сырой нефти, и необходимости роста эффективности нефтехимической отрасли России, формирование «своего нефтехимического крыла», которое, безусловно, требует громадных капиталовложений для создания современных нефтехимических комплексов (НХК).

Завод полипропилена (ПП) ООО «Томскнефтехим» является первым в РФ производством ПП, запущенным в 1981 г. по суспензионной технологии синтеза на каталитической системе первого поколения итальянской фирмы «Montekatini» мощностью 100 тыс. тонн/год [5]. Технологию суспензионной стереоспецифической полимеризации пропилена на каталитической системе первого поколения на основе алюмотермического $TiCl_3 + (C_2H_5)_2AlCl$ разработал лауреат Нобелевской премии за 1963 г. Джулио Натта, которая имела большие проблемы, связанные с низкой активностью катализатора (1,0 кг ПП/г $TiCl_3$) и большим количеством образующегося при полимеризации атактического ПП (10 % мас. от выхода ИПП) – отхода производства. В течение первых 6 лет работы завода полипропилена процент получаемого отхода – атактического полипропилена (АПП) достигал 10 % от количества выпускаемого полимера. Основной сложностью являлось то, что этот полимер ранее в РФ не выпускался, а в мировой практике проблема его рационального использования не рассматривалась. Эти проблемы не позволяли заводу ПП достигнуть проектной мощности в течение 6 лет из-за регулярных аварийных остановок цеха полимеризации пропилена, производительность завода ПП находилась в пределах от 20 до 50 % проектной мощности.

В качестве решения проблемы заводской лабораторией ООО «Томскнефтехим» была предложена одностадийная схема синтеза катализатора (МСК-1), в результате которой достигалось регулирование размера частиц катализатора до 8–10 мкм, что подтвердилось на стадии полимеризации в промышленных реакторах [6]. Каталитическая система на основе МСК-1 использовалась на Томском заводе ПП 26 лет, что позволило сразу в первый год работы выполнить и даже перевыполнить проектную мощность. По данному изобретению в 1987 г. актом внедрения подтвержден экономический эффект 1,5 млн рублей, а в 1988 г. – 1,2 млн рублей в год. Экономический эффект от внедрения МСК-1 был колоссальный, который только по увеличению производительности завода на 50,0 тыс. тонн в год составил 50 млрд рублей в год. Подтверждением высокого качества катализатора МСК-1 в условиях конкуренции с аналогичными катализаторами ведущих фирм голландской «Solvay» и «Linx» служит тот факт, что в 1991–1994 годах данный катализатор поставлялся на экспорт в 5 стран: Югославию, Польшу, Болгарию, Румынию и Нидерланды, где были заводы, аналогичные Томскому заводу по технологии производства ИПП на алюмотермическом катализаторе, на основе лицензионного соглашения с ними. Нидерландской компанией «DSM» в 1995 г. организовано производство катализатора МСК-1 в США на заводе мощностью 300,0 тыс. тонн

в год, которое успешно работало до 2003 г. Каталитическая система полимеризации пропилена на основе МСК-1 показала в промышленности прекрасные результаты: активность катализатора увеличилась в 4 раза до 4–5,0 кг ИПП/г $TiCl_3$, резко повысилась стереоспецифичность каталитической системы, т.к. выход АПП снизился в 10 раз до 1 % мас. (1,0–1,5 тыс. тонн в год) и перешел в разряд побочного продукта. Но, конечно, и эти 1,0–1,5 тыс. тонн в год АПП требовали рационального применения. Проблема переработки состояла в том, что низкая средняя молекулярная масса АПП, его плохие физико-механические и прочностные свойства определяли ограниченное применение полимера в промышленности, с чем были связаны сложности в реализации его потребителям. И тому были объективные предпосылки, ведь за 40 лет работы завода полипропилена на производстве три раза заменялись устаревшие каталитические системы на более активные, изменялись технология дезактивации остатков катализатора и марочный ассортимент ИПП, что приводило к изменению свойств АПП и потере потребителей, т.к. в процессе полимеризации свойства этого побочного продукта не регулируются.

Проблема рационального использования АПП решалась длительное время по трём направлениям: приготовление высококачественных резиновых смесей и герметизирующих материалов; улучшение свойств битумно-полимерных вяжущих (БПВ) материалов [7–16], используемых для изготовления рулонных кровельных материалов и асфальтобетонов для покрытия верхнего слоя автомобильных дорог; химическое модифицирование расплава АПП путём окисления его кислородом воздуха с получением нового полимерного продукта – окисленного атактического полипропилена (ОАПП). На основе этих исследований были защищены пять докторских диссертаций, более десятка кандидатских диссертаций. Комплексный подход к решению проблем, возникающих при получении и рациональном использовании многотоннажной нефтехимической продукции, должен стать определяющим, что позволит решить первостепенную задачу диверсификации экономики Западной Сибири.

Литература:

1. Богданов В. Л. Эффективность устойчивого развития нефтегазовой компании в условиях реформирования ТЭК России : дис... д-ра экон. наук. – СПб., 2003. – 327 с.
2. Документ «Решение Совета директоров ОАО «Газпром» от 30 июля 2006 г. № 886 «Об утверждении Решений о выпуске, Проспекта и образцов Сертификатов облигаций ОАО «Газпром» серии А7, А8, А9»». – URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/71509054> (дата обращения 23.03.2023)/. – Текст электронный.
3. Брагинский О. Б. Нефтехимический комплекс мира. – М. : Academia, 2009. – 799 с.
4. Русакова В. В. Системный анализ стратегического развития комплекса предприятий газопереработки и газохимии // Путеводитель предпринимателя. – 2011. – № 9. – С. 149-159.
5. Нехорошев В. П. Полимерный модификатор для комплексного решения проблемы качества дорожного покрытия округа / В. П. Нехорошев, А. В. Нехорошева, Е. В. Дахновская // Вестник ЮГУ. – 2011. – № 4 (23). – С. 87-91.
6. А.с. 1436318 СССР, МПК В01J31/38, В01J37/00, С08F4/64. Катализатор для полимеризации пропилена и способ его получения / В. П. Нехорошев, Г. Д. Букатов, С. А. Сергеев, Е. Е. Вермель, Т. И. Бурмистрова, К. А. Анцибуров, Г. П. Толстов, В. М. Марейчев, В. А. Захаров (СССР). – 4156996/04; заявлено 08.12.86; опубл. 10.10.99.
7. Влияние условий синтеза на состав и свойства микросферического катализатора полимеризации пропилена / В. П. Нехорошев, Н. С. Ушакова, А. В. Нехорошева, С. В. Рубан // Журнал прикладной химии. – 2005. – Т. 78. – Вып. 6. – С. 952-956.
8. Опанасенко О. Н. Свойства и применение битумных дисперсий и битумно-эмульсионных материалов / О. Н. Опанасенко, Н. П. Крутько. – Минск: Беларуская навука,

2014. – 270 с. – URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/343229/reading> (дата обращения: 28.03.2023). – Текст электронный.

9. А.с. 969014 СССР, МПК В01J 31/38, В01J 37/00, С08F 4/64. Резиновая смесь / В. П. Нехорошев, А. В. Аксененко, Н. Е. Молодых, Л. Н. Бочкарева, Н. Р. Гончар (СССР). – 4156996/04; заявлено 08.12.86; опубл. 10.10.99. – Бюл. 12.

10. Пат. 2187888 Российская Федерация, МПК С08J3/20, С08L23/16, С08L23/22, С09K3/10. Термопластичный герметизирующий материал и способ его получения / В. П. Нехорошев, Г. М. Лапутина, С. И. Коновалов, А. В. Колесов, О. П. Зинина, А. В. Нехорошева, К. Н. Гаевой; заявитель и патентообладатель Сургутский государственный университет, Закрытое акционерное общество «Гермаст», В. П. Нехорошев. – № 2006103711/04; заявл. 08.02.06; опубл. 10.11.07. – Бюл. № 31.

11. Пат. 2291778 Российская Федерация, МПК В29С47/64. Способ переработки некристаллических полимеров пропилена и устройство для его осуществления / В. П. Нехорошев, Г. Ю. Гришонков, А. В. Нехорошева, Н. А. Бердников; заявитель и патентообладатель Томский государственный университет, В. П. Нехорошев, Г. Ю. Гришонков – № 2004105579/12; заявл. 24.02.04; опубл. 20.01.07. – Бюл. № 2.

12. Пат. 2301812 Российская Федерация, МПК С08F8/06, С08F110/06, В01J8/22. Окисленный атактический полипропилен с полярными функциональными группами, способ его получения и установка для осуществления способа / В. П. Нехорошев, В. И. Регнер, А. В. Нехорошева, К. Н. Гаевой; заявитель и патентообладатель Томский государственный университет, В. П. Нехорошев. – № 2005136595/04; заявл. 24.11.05; опубл. 27.06.07. – Бюл. № 18.

13. Окисленный атактический полипропилен: получение, свойства и применение / В. П. Нехорошев, А. В. Нехорошева, Л. П. Госсен [и др.] // Журнал прикладной химии. – 2000. – Т. 73. – Вып. 6. – С. 996-999.

14. Нехорошев В. П. Окисленный атактический полипропилен – новый ингредиент резиновых смесей на основе каучука СКЭПТ / Нехорошев В. П., Трубачев Д. Н., Трубачева Г. С. // Каучук и резина. – 1998. – № 5. – С. 25-27.

15. Пиллюля от раковой опухоли битума / Ф. Г. Унгер, В. П. Нехорошев, А. К. Эфа [и др.] // Автомобильные дороги. – 1998. – № 11. – С. 22-23.

16. Нехорошева А. В. Научные основы методов и средств безопасной утилизации отходов производства изотактического полипропилена: автореф. дис. ... д-ра техн. наук (25.00.36) / Северо-Западный государственный заочный технический университет. – СПб., 2009. – 31 с.

УДК 665.6-405

ВОЗМОЖНОСТЬ ПЛАЗМЕННОЙ ГАЗИФИКАЦИИ НЕФТЕОТХОДОВ С ПОЛУЧЕНИЕМ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР И СИНТЕЗ-ГАЗА

Поваляев П.В.^{1,2}, Францина Е.В.^{1,2}, Аркаченкова В.В.², Пак А.Я.¹, Комкина У.С.¹

¹*Томский политехнический университет, Томск,
e-mail: pvp13@tpu.ru*

²*Сургутский государственный университет, Сургут*

Аннотация. В данном исследовании представлены результаты плазменной газификации нефтеотходов, а именно асфальтенов, такой тип отходов имеет низкую рыночную стоимость и слабо подвержен биоразложению. Для газификации использовались асфальтены с различных месторождений и обработаны дуговым разрядом в ранее определенных режимах. Полученная в результате твердая фаза образцов была проанализирована методами рентгеновской дифракции, а также была определена удельная поверхность этих образцов. Процесс газификации асфальтенов сопровождался регистрацией формирующейся газовой смеси, в результате чего была определена возможность выделения метана и водорода в процессе газификации.

Ключевые слова: плазменная газификация, асфальтены, рентгенофазовый анализ, удельная поверхность

THE POSSIBILITY OF PLASMA OIL GASIFICATION WASTE TO PRODUCE CARBON NANOSTRUCTURES AND SYNTHESIS GAS

Povalyaev P.V.^{1,2}, Frantsina E.V.^{1,2}, Arkachenkova V.V.², Pak A.Y.¹, Komkina U.S.¹

¹*Tomsk polytechnic university, Tomsk,
e-mail: pvp13@tpu.ru*

² *Surgut State University, Surgut*

Abstract. This research presents the results of plasma gasification of oil waste, namely asphaltenes, this type of waste has a low market cost and is weakly biodegradable. Asphaltenes from different deposits were used for gasification and treated by arc discharge in previously defined modes. The resulting solid phase of the samples was analysed by X-ray diffraction and the specific surface area of these samples was determined. The gasification process of asphaltenes was accompanied by recording of the forming gas mixture, as a result of which the possibility of methane and hydrogen release during gasification was determined.

Keywords: plasma gasification, asphaltenes, X-ray phase analysis, specific surface area.

Асфальтены – тяжелый компонент сырой нефти, который состоит из различных молекулярных структур. Наибольшая концентрация асфальтенов приходится на фракции тяжелой нефти (18–21 % мас.). Агрегация и осаждение асфальтенов зачастую приводит к закупорке стволов скважин и выкидных трубопроводов, что препятствует переработке сырой нефти, помимо этого, данные соединения способны дезактивировать каталитические реакции в процессах очистки нефти. В последнее время появилось множество способов по отделению

асфальтенов от сырой нефти, например, экстракция растворителем, мембранная фильтрация и адсорбция были использованы для разделения асфальтены из сырья, что привело к увеличению производства асфальтенов. Однако, полученные асфальтены имеют невысокую рыночную стоимость и зачастую утилизируются, в результате чего возникла необходимость в поиске способа применения или утилизации данного типа продуктов с получением полезных продуктов [1].

В настоящее время асфальтены находят применение в различных отраслях промышленности, например: 1) полимерная промышленность, 2) синтез наноматериалов, 3) электроника и 4) эмульсии. Известно, что асфальтены являются потенциальным источником материалов на основе углерода, а также источником различных углеродных наноструктур (активированный уголь, углеродные нанолуковицы, графитовые нанотрубки и графеновые нанолиты). Синтез углеродосодержащих материалов из асфальтенов осуществляется методами химического осаждения из паровой фазы и карбонизации. Помимо этого, известно об методике синтезе углеродных наноструктур в плазме дугового разряда, которая является старейшим и одним из лучших методов производства высококачественных углеродных наноструктур [2], данный метод характеризуется высокой скоростью протекания процесса синтеза, а также в случае использования безвакуумного электродугового реактора снижаются энергетические и экономические затраты. Таким образом, целью данной работы является исследование возможности плазменной газификации асфальтенов с получением углеродных наноструктур и синтез-газа.

Плазменная газификация асфальтенов осуществлялась на лабораторном безвакуумном электродуговом реакторе постоянного тока с рабочим диапазоном тока от 20 до 220 А и напряжением питания 220 В. Электродуговой реактор состоит из реакционной зоны и источника питания реактора. В качестве источника питания используется выпрямительно-инверторный преобразователь. Положительный и отрицательный вывод источника питания подключается к токоведущим держателям, куда устанавливаются графитовые электроды, таким образом электроды выполняют роль катода и анода. Особенностью устройства данного лабораторного реактора является горизонтальное расположение электродов, что позволяет инициировать горение дугового разряда непосредственно над образцом (асфальтенами). Образцы в системе такого типа помещаются в графитовый тигель (в тигле выполнены два сквозных соосных отверстия для ввода электродов в реакционную зону). После загрузки образца и установки графитового тигля с электродами, тигель накрывался графитовой крышкой с сквозным отверстием для установки тракта газоанализатора.

После завершения подготовки образцов и реактора произведены серии экспериментов с обработкой асфальтенов, полученный из битума, в плазме дугового разряда при разных значениях силы тока, с целью поиска оптимального режима работы реактора для переработки образцов данного типа. В процессе экспериментов изменялось значение силы тока с 50 А до 125 А с шагом в 25 А и временем воздействия 30 с. В результате серии экспериментов был определен оптимальный режим работы реактора с значением силы тока 100 А и временем воздействия 30 с. Более подробно процесс подбора режима работы реактора указан в предыдущей работе авторов [3].

Определение оптимального режима работы реактора позволило произвести ряд экспериментов по переработке асфальтенов выделенных из сырья различного происхождения. В данной работе плазменной газификации подвергались асфальтены полученные из сырой нефти по технологии сольвентной деасфальтизации (SDA), а также асфальтены полученные из нефти ашальчинского месторождения. После обработки асфальтенов в плазме дугового разряда полученные образцы анализировались методом рентгеновской дифрактометрии (рис. 1 а) с использованием дифрактометра Shimadzu XRD 7000 s, $\lambda = 1,54060 \text{ \AA}$, помимо этого, в процессе переработки производилась регистрация формирующейся смеси газов поточного газоанализатора Бонер Тест-1, на рисунке 2 представлены максимальные значения

концентрации выделяющихся газов водорода и метана. Удельную площадь поверхности углеродных остатков определяли методом Брунауэра-Эммета-Теллера (БЭТ), объем и размер пор определяли методом Баррета-Джойнера-Халенды (БДХ) на анализаторе Sync 420A (3P Instruments, Germany). Для удаления внешней влаги осуществлялась предварительная сушка образцов при 105 °С в течении 1 часа, затем проводилось вакуумирование в течение 10 часов при температуре 105 °С.

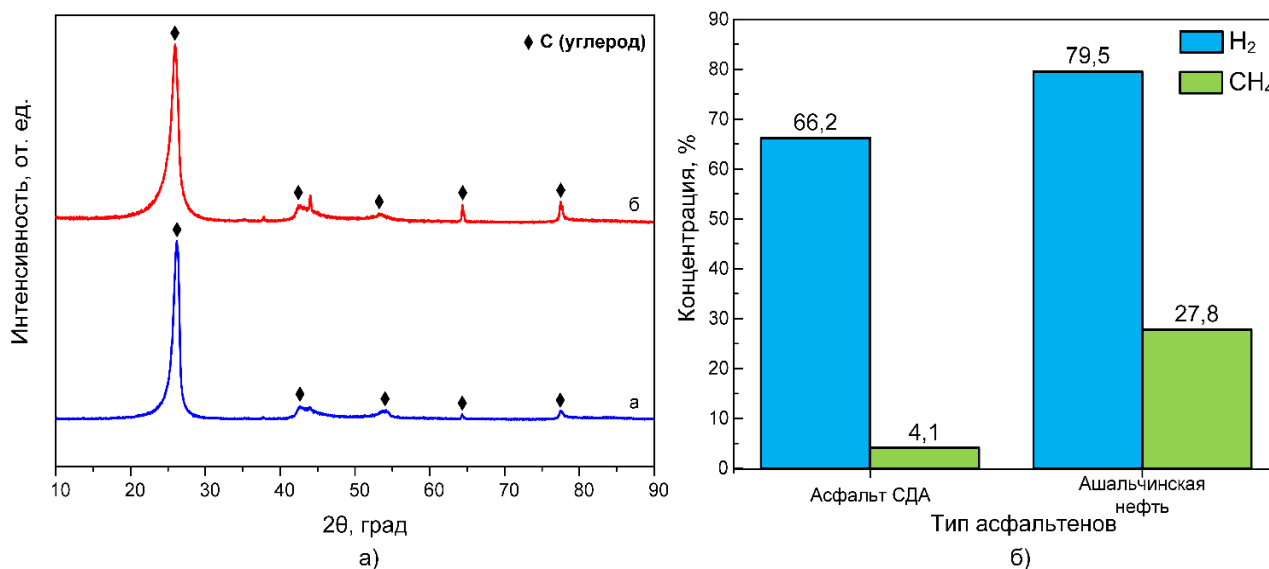


Рис. 1. а) Картины рентгеновской дифракции углеродных материалов;
б) Максимальная концентрация метана и водорода в зависимости от типа исходного сырья

С помощью программных пакетов Search-Match и PowderCell 2.4 была произведена идентификация максимумов, полученных методом рентгеновской дифракции. На рентгенограммах (рис. 1 а) образцов (а – асфальтены полученные методом СДА, б – асфальтены выделенные из нефти с ашальчинского месторождения), полученных после плазменной газификации, наблюдается кристаллическая графитоподобная структура с явно выраженным максимумом на 26° оси 2θ. Стоит отметить, что образец (б) характеризуется меньшей степенью кристалличности. Анализ газовой среды позволил установить максимальные значения концентраций водорода и метана в формирующейся газовой смеси.

Площадь поверхности методом БЭТ рассчитана в диапазонах удельного давления 0,05–0,3 P/P₀ согласно ISO 9277, удельная поверхность у асфальтена полученного методом СДА составила 9,527 м²/г, у асфальтена выделенного с ашальчинского месторождения – 6,979 м²/г.

На рисунке 2 представлены кривые адсорбции-десорбции углеродного остатка асфальтенов. Как видно из графиков кривые адсорбции-десорбции образцов относятся к IV типу изотерм согласно классификации IUPAC [4], данный тип характерен для микропористого и мезопористого материала.

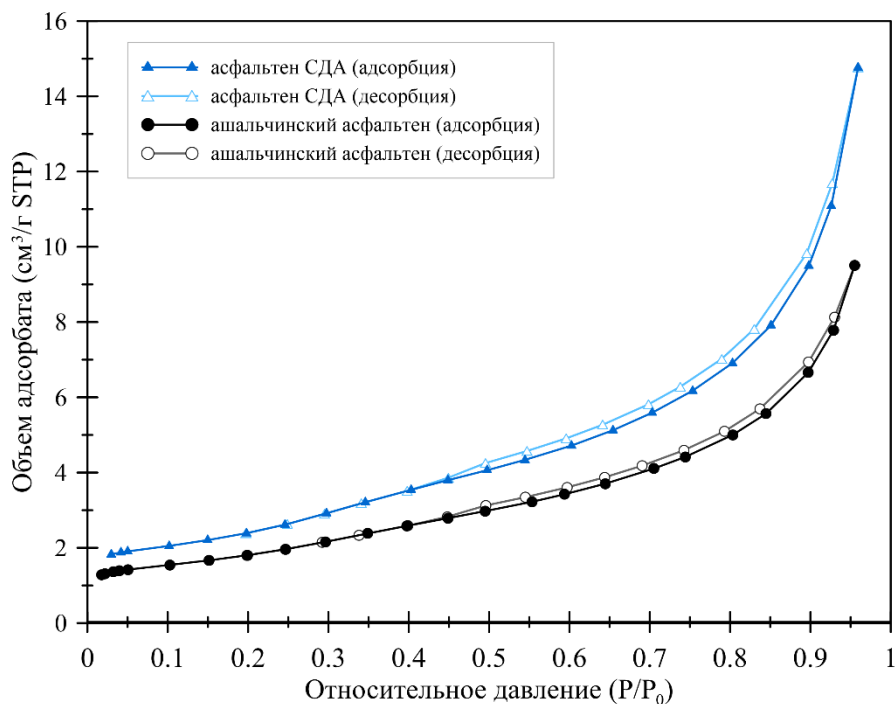


Рис. 2. Изотермы адсорбции-десорбции углеродного остатка

Распределение размера пор представлено в таблице 1. Согласно результатам анализа, средний диаметр пор асфальта SDA составляет 10 нм, средний диаметр образца асфальтена полученного из нефти ашальчинского месторождения равен 8 нм, что соответствует мезопорному материалу.

Таблица 1.

Распределение пор по размеру

Материал	Диапазон размера пор, нм	Объем пор, см ³ /г	Процентное содержание, %
Асфальт SDA	2,00–10,00	0,01087	43,10
	10,00–20,00	0,00607	24,06
	20,00–50,00	0,00829	32,84
Ашальчинский асфальтен	2,00–10,00	0,00789	48,88
	10,00–20,00	0,00392	24,27
	20,00–50,00	0,00434	26,85

По результатам проведенного исследования по газовой газификации асфальтенов различного происхождения показано, что возможен процесс электродуговой переработки данного типа сырья с синтезом углеродных наноструктур и синтез-газа. По результатам рентгенофазового анализа были получены образцы с графитоподобной структурой. Также проведен анализ удельной поверхности полученных образцов, помимо этого, был получен размер пор, полученный материал относится мезопорному типу, которые могут быть использованы, например, в качестве катализаторов.

Финансирование. Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 22-13-20016) в Сургутском государственном университете и Томском политехническом университете.

Литература:

1. Kamkar M. A review on novel applications of asphaltenes: A valuable waste / M. Kamkar, G. Natale // Fuel. – Elsevier. – 2021. – Vol. 285. – P. 119272.
2. Arora N. Arc discharge synthesis of carbon nanotubes: Comprehensive review / N. Arora,

N. N. Sharma // *Diamond and Related Materials*. – Elsevier. – 2014. – Vol. 50. – P. 135-150.

3. 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*. – Elsevier. – 2022. – Vol. 33. – P. 104669.

4. Physisorption of gases, with special reference to the evaluation of surface area and pore size distribution (IUPAC Technical Report) / M. Thommes, K. Kaneko, A. V. Neimark [et al.] // *Pure and applied chemistry*. – De Gruyter. – 2015. – Vol. 87. – № 9–10. P. 1051-1069.

УДК 665.753.4

ПОЛУЧЕНИЕ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ АСФАЛЬТЕНОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ТЯЖЕЛЫХ НЕФТЯНЫХ ОСТАТКОВ

Рябова В.А.¹, Аркаченкова В.В.¹, Францина Е.В.^{1,2}, Гринько А.А.^{1,2}, Петрова Ю.Ю.¹

¹*Сургутский государственный университет, Сургут,
e-mail: arkachenkova_vv@surgu.ru*

²*Томский политехнический университет, Томск,
e-mail: pvp13@tpu.ru*

Аннотация. В работе представлены результаты исследования плазменной обработки асфальтенов выделенные из тяжелой нефти. Переработку асфальтенов проводили в электродуговом реакторе открытого типа. В процессе переработки формируется углеродный материал со структурой графита. Полученные углеродные материалы и исходные асфальтены исследовали комплексом физико-химических методов.

Ключевые слова: плазменная обработка, углеродный материал, асфальтены, тяжелая нефть.

PRODUCTION OF CARBON MATERIALS BY PLASMA TREATMENT OF ASPHALTENES SEPARATED FROM HEAVY OIL RESIDUES

Ryabova V.A.¹, Arkachenkova V.V.¹, Frantsina E.V.^{1,2}, Grin'ko A.A.^{1,2}, Petrova Yu.Yu.¹

¹*Surgut State University, Surgut,*

e-mail: arkachenkova_vv@surgu.ru

²*Tomsk Polytechnic University, Tomsk,*

e-mail: pvp13@tpu.ru

Abstract. The article presents the results of the study of plasma treatment of asphaltenes isolated from heavy oil. Processing of asphaltenes was carried out in an open-type electric arc reactor. In the process of treatment a carbon material with graphite structure is formed. The obtained carbon materials were investigated by a complex of physical and chemical methods.

Keywords: plasma treatment, carbon material, asphaltenes, heavy oil.

Введение. В связи с увеличением добычи тяжелых высоковязких нефти актуальной становится проблема альтернативного использования нефтяных отходов, в которых высока доля смоляно-асфальтовых веществ (САВ). Более 25 % от общего числа добычи нефти относятся к отходам нефтяной промышленности. САВ тяжело подвержены переработке, поскольку при высоких температурах легко превращаются в кокс. Поэтому традиционно САВ используются в качестве горюче-смазочных материалов, в производстве дорожного битума, что, в целом, не отражает всего потенциала их ресурсов [1; 2; 3].

Исследование направлено на изучение состава и структуры высокомолекулярных компонентов – асфальтенов, содержащихся в тяжелой нефти. Проведена оценка возможности

их использования в качестве сырья для производства полезных углеродных материалов под воздействием высокой энергии [4; 5]. Переработка асфальтенов является актуальной задачей за счет их уникальной структуры, которая представлена поликонденсированными нафтоароматическими системами с включением гетероатомов, способными под действием высокоэнергетического воздействия перерабатываться в полезные углеродные материалы: нанотрубок, графенов, фуллеренов и др., т.е. материалов, которые должны обладать потенциально полезными свойствами [6].

Целью работы является решение проблемы рационального использования отходов нефтяной промышленности, на примере переработки асфальтенов выделенных из тяжелой нефти для создания полезных углеродных материалов.

Результаты и обсуждение. Исходным материалом для плазменной обработки являлись асфальтены, выделенные классическим методом SARA-анализа из тяжелой нефти двух разных месторождений.

Переработку асфальтенов проводили на плазменном электродуговом реакторе открытого типа, при силе воздействия на образец 100 А в течении 30 с. Исходные асфальтены выделенные из нефти АШН и АК месторождений, а также полученный в ходе их плазменной обработки углеродные материалы (СМАСН и СМАК соответственно) исследовали комплексом физико-химических методов: рентгенофазовый анализ, термогравиметрический анализ (ТГА), рентгенофлуоресцентный анализ (РФА), ИК-Фурье-спектроскопия.

По результатам рентгеновской дифрактометрии, которая выполнялась на приборе Shimadzu XRD 7000s ($\lambda=1.54060 \text{ \AA}$), СМАСН и СМАК имеют графитоподобную структуру, что подтверждает полную переработку асфальтенов АШН и АК.

Термогравиметрический анализ проводился на приборе Mettler Toledo TGA/DSC 3+ Star System в инертной среде (N_2), скорость нагрева составляла $10^\circ\text{C}/\text{мин}$ в диапазоне температур $30\text{--}1050^\circ\text{C}$. Результаты термического анализа для всех исследуемых образцов были проведены в таблице 1.

Термическое разложение образцов АШН и АК приходится на интервал $340\text{--}505^\circ\text{C}$ с максимумом при 495°C (рис. 1) и потерями масс 40.18 масс. \% и 38.44 масс. \% соответственно. Данный температурный интервал обычно соответствует интенсивной деструкции молекул асфальтенов по связям их углеродного скелета [7; 8]. Формы термогравиметрических кривых (рис. 1) асфальтенов имеют крутой спуск в интервале $340\text{--}505^\circ\text{C}$, что соответствует их интенсивному разрушению [8]. Для образца АШН форма кривой (рис. 1) выше 505°C более ровная по сравнению с формой кривой у образца АК. Следовательно, можно предположить, что АШН более термически устойчивый. Таким образом, при обработке на плазменном реакторе более термически стабильных асфальтенов также получаем более термостойкий углеродный материал.

Таблица 1.

Результаты термогравиметрического анализа исследуемых образцов

Температурный интервал, $^\circ\text{C}$	Потеря массы образцов, масс. %			
	АШН	СМАСН	АК	СМАК
30–340	7.56	4.50	3.33	1.01
340–505	40.18		38.44	
505–1030	29.16	1.56	50.14	1.64
30–1030	76.90	6.06	91.91	2.65

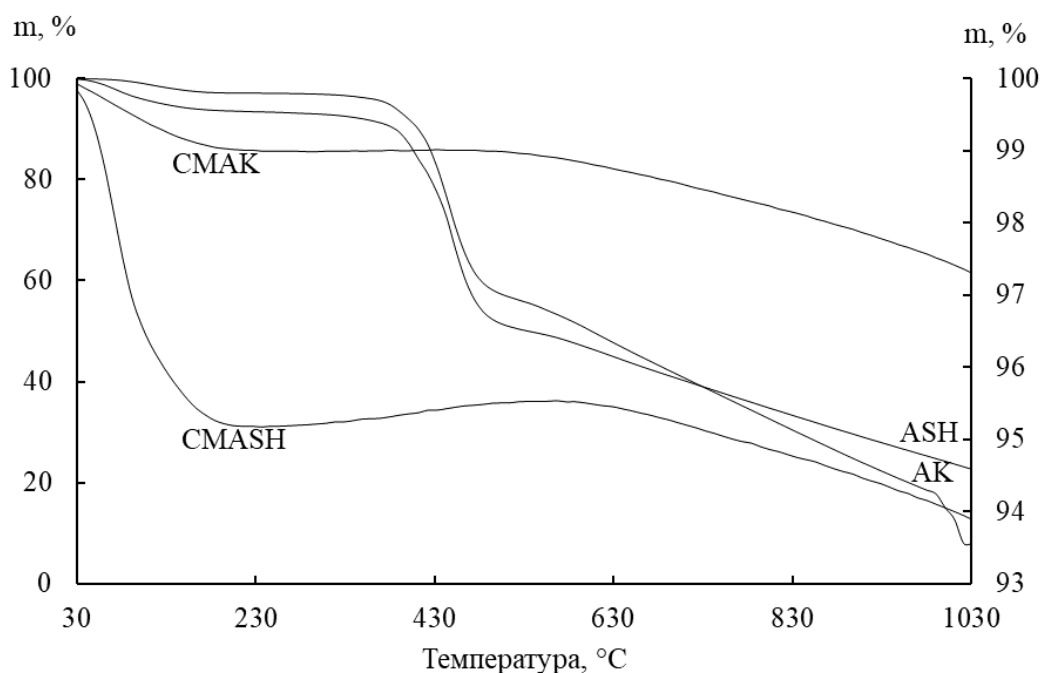


Рис. 1. Термогравиметрические кривые исследуемых образцов

Для оценки элементного состава исследуемых образцов был проведен рентгенофлуоресцентный анализ (РФА) на приборе Shimadzu EDX-8000 под вакуумом, с дальнейшим применением метода фундаментальных параметров.

По результатам РФА содержание углерода в образцах АШН и АК возрастает от 98.252 до 99.031 %, от 97.775 до 98.469 % соответственно. Повышение содержания углерода обуславливается за счёт удаления водорода и водородсодержащих соединений. Содержание серы понижается от 1.577 до 0.892 % – АШН, от 1.863 до 1.426 % – АК. Уменьшение содержания серы происходит в следствии разрушения серы в молекулах асфальтенов (S-O, S-H) с образованием соответствующих газов SO_2 , H_2S . Присутствие других элементов, таких как Ca, Cl, Al, Cu, Fe, Na, Ni, V и др. согласуется с литературными данными по элементному составу САВ в нефти [9].

Образцы были исследованы методом ИК-спектроскопии с преобразованием Фурье в качестве метода переноса на таблетки бромистого калия с массовой долей образца ~ 0.6 %. Было показано, что в момент плазменной переработки в структуре асфальтенов происходит деструкция. Это подтверждается снижением интенсивности деформационных колебаний C–C (730 см^{-1} , $820\text{--}900\text{ см}^{-1}$), валентных C–C в ароматических структурах (1610 см^{-1}) и валентных симметричных и ассиметричных колебаний C–H ($2760\text{--}3040\text{ см}^{-1}$) [10]. Полоса в области 1040 см^{-1} относится к валентным колебаниям S=O, после плазменной обработки интенсивность колебания снижается за счет разрушения взаимодействий серы с выделением газообразных продуктов SO_2 , H_2S [11], что так же подтверждается результатами РФА.

Заключение.

1. В результате плазменной обработки асфальтенов тяжёлой нефти образуются углеродные материалы графитоподобной структуры.

2. В интервале температур $340\text{--}505^\circ\text{C}$ происходит наиболее интенсивная деструкция асфальтенов. Наиболее термически стойкие асфальтены выделенные из нефти АШН. Углеродный материал, полученный в результате плазменной обработки АК

характеризуется высокой термической стабильностью, что связано с особенностями строения асфальтенов.

3. Методами РФА и ИК-Фурье-спектроскопии было установлено, что при плазменной обработке асфальтенов выделенных из тяжелой нефти происходят процессы деструкции и графитизации. Разложение асфальтенов происходит с выделением газов SO₂, H₂S, что подтверждается рентгенофлуоресцентным анализом, который показывает снижение содержания серы на 43.4 % (ASH) и на 23.5 % (AK) после плазменной обработки.

Финансирование. Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 22-13-20016) в Сургутском государственном университете и Томском политехническом университете.

Литература:

1. Comprehensive Review Heavy Oil Reservoirs, Latest Techniques Discoveries, Technologies and Applications in the Oil and Gas Industry / C. Temizel, C. H. Canbaz, M. Tran [et al.] // International Heavy Oil Conference and Exhibition held in Kuwait City. – Kuwait. – 2018. – P. 10-12.
2. Хаустов А. П. Прогноз техногенных рисков загрязнения геологической среды нефтяными углеводородами / А. П. Хаустов, М. М. Редина // Экспозиция «Нефть. Газ». – 2012. – № 6. – С. 20-23.
3. Камьянов В. Ф. Гетероатомные компоненты нефтей / В. Ф. Камьянов, В. С. Аксенов, В. И. Титов // Новосибирск: Наука, 1983. – 238 с.
4. Investigation of the process and products of plasma treatment of asphaltenes / Yu. Yu. Petrova, E. V. Frantsina, A. A. Grin'ko [et al.] // Materials Today Communication. – 2022. – Vol. 33. – P. 25.
5. Получение углеродных графитоподобных наноматериалов при переработке отходов на основе асфальтенов / А. Я. Пак, П. В. Повалев, Е. В. Францина [и др.] // Известия ТПУ. Инжиниринг георесурсов. – Томск. – Т. 333. – № 12. – 2022. – С. 19.
6. Особенности электропроводности и свойств аморфных полупроводников на основе асфальтенов / М. Ю. Долوماتов, С. А. Шуткова, А. Г. Кавыев [и др.] // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2018. – № 3. – С. 6.
7. Grinko A. A. Thermolysis of petroleum asphaltenes and their fractions / A. A. Grinko, A. K. Golovko // Pet. Chem. – 2014. – V. 54. – P. 42-47.
8. Pyrolysis applied to the study of a Maya asphaltene / J. Douda, E. Llanos, R. Alvarez [et al.] // J. Analytical and Applied Pyrolysis. – 2004. – V. 71 (2). – P. 601-612.
9. Ганиева Т. Ф. Высоковязкие нефти, природные битумы и битумоносные породы / Т. Ф. Ганиева, В. К. Половняк. – Казань: Казанский нац. исслед-кий технолог. унив., 2012. – С. 104.
10. Socrates G. Formerly of Brunel. – The University of West London, Middlesex, UK; New York. – Т. III. – 2004. – P. 362.
11. Asemani M. Oil-oil correlation by FTIR spectroscopy of asphaltene samples / M. Asemani, A. Rabbani // Geosciences J. – 2015. – P. 1-12.

УДК 620.197.3

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ КАК МЕТОД ЗАЩИТЫ ОТ УГЛЕКИСЛОТНОЙ КОРРОЗИИ НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

Сайфутдинова Л.Р., Успенская М.В., Цзю К.И.
Университет ИТМО, Санкт-Петербург,
e-mail: kristinaczuyu@mail.ru

Аннотация. Проблема коррозии оборудования нефтедобычи стоит достаточно остро и с каждым годом приносит большие материальные потери. Одним из методов борьбы с коррозией оборудования является химический метод, то есть применение ингибиторов коррозии. Для эффективной защиты трубопроводов ингибиторами от внутренней коррозии важным моментом является правильный выбор ингибитора в зависимости от коррозионной агрессивности среды и структуры потока газожидкостной смеси, транспортируемой в защищаемом трубопроводе.

Ключевые слова: углекислотная коррозия, ингибитор коррозии, скорость коррозии.

USE OF CORROSION INHIBITORS AS A METHOD OF PROTECTION AGAINST CARBON DIOXIDE CORROSION OF OIL PRODUCING EQUIPMENT

Sayfutdinova L.R., Uspenskaya M.V., Tszyu K.I.
ITMO university, Saint Petersburg,
e-mail: kristinaczuyu@mail.ru

Abstract. The problem of corrosion of oil production equipment is quite acute and every year brings large material losses. One of the methods to combat corrosion of equipment is a chemical method, that is, the use of corrosion inhibitors. For effective protection of pipelines with inhibitors from internal corrosion, an important point is the correct choice of inhibitor depending on the corrosive aggressiveness of the medium and the structure of the flow of the gas-liquid mixture transported in the protected pipeline.

Keywords: carbon dioxide corrosion, corrosion inhibitor, corrosion rate.

Известно, что одним из основных коррозионных факторов, влияющим на скорость коррозии трубопроводов, является наличие растворенных агрессивных газов (сероводорода и углекислого газа) в транспортируемой газожидкостной смеси. В зависимости от концентрации, соответственно, парциального давления того или иного газа выделяют два основных механизма коррозии нефтепромыслового оборудования: углекислотный и сероводородный [1]. Кроме того, существенный вклад на коррозионный процесс оказывает присутствие в среде растворенного кислорода, источником которого могут быть технологические жидкости, пресная вода, а также негерметичность уплотнений оборудования, дыхательные клапаны и другое [2].

Наиболее распространенным и эффективным методом антикоррозионной защиты промышленного оборудования и трубопроводов с технической и экономической точек зрения является применение ингибиторов коррозии [3]. Ингибиторы коррозии применяются по всей технологической цепочке, начиная от добычи нефти и заканчивая системой ППД. В связи с этим представляют интерес ингибиторы коррозии, которые оказывают защитное действие как в системах поддержания пластового давления, так и в системах нефтесбора, а также могут эффективно применяться на месторождениях с различными свойствами транспортируемого флюида (минерализация пластовой воды, обводненность, концентрация растворенных газов и прочее) [4].

В данной работе была поставлена задача разработки эффективного ингибитора коррозии универсального типа, актуальность данной задачи является значимой в связи с решением проблем импортозамещения.

Работа состояла из следующих этапов: составление композиций ингибиторов коррозии, выявление наиболее эффективных образцов, определение их физико-химических показателей.

Для составления композиций ингибиторов коррозии были рассмотрены следующие активные основы ингибиторов коррозии, представленные в таблице 1.

Таблица 1.

Состав активных основ

Образец	Состав
Активная основа 1	продукт реакции карбоновых кислот с ароматическими аминами
Активная основа 2	раствор азотсодержащих соединений в органических растворителях
Активная основа 3	смесь алифатических спиртов и поверхностно-активных веществ анионного и неионогенного типа
Активная основа 4	Алкилимидазолин жирной кислоты растительного масла 75–85 %, метанол 15–25 %

Для формирования композиций оценена растворимость активных основ в различных растворителях: спиртах, дистиллированной воде и углеводородном растворителе.

В таблице 2 представлены рецептуры составленных композиций ингибиторов коррозии, в состав которых вошли рассматриваемые активные основы (таблица 2).

Таблица 2.

Компонентный состав ингибиторов коррозии

Компонентный состав	Содержание компонентов, %			
	Активная основа 1	Активная основа 2	Активная основа 3	Активная основа 4
Активная основа	35	50	30	40
Растворитель (метанол, бутанол, вода)	60	50	65	55
ПАВ, добавки	5	-	5	5

Ингибитор, содержащий активную основу 1, обозначим «Ингибитор I». Аналогично для ингибиторов, содержащих активные основы 2, 3 и 4.

В виду того, что разработанные ИК должны быть универсальными, для моделирования коррозионной среды рассматривались составы пластовых вод с различной минерализацией. Составы моделей пластовых вод представлены в таблице 3.

Таблица 3.

Химический состав модели пластовой воды (МПВ)

Среда	pH	CaCl ₂	MgCl ₂ ·6H ₂ O	NaHCO ₃	NaCl	Минерализация, г/дм ³
МПВ №1	6,68	3,267	0,536	0,321	18,539	22,663
МПВ №2	6,61	3,142	1,200	0,907	32,645	37,894

Основным коррозионным агентом являлся CO₂, содержание которого варьируется в промышленных условиях в широком пределе от 50 до 300 мг/л, поэтому рассмотрено 2 модели для тестирования с содержанием CO₂ 50–80 и 300 мг/л. Температура испытаний – 40°C. Для условий системы нефтесбора модель среды формировалась с обводненностью 90 %.

Определение эффективности исследуемых образцов проводилось электрохимическим методом линейного поляризационного сопротивления (LPR), в соответствии с ГОСТ 9.506-87 и 9.515-99 [5]. На рисунке 1 представлен внешний вид электрохимических коррозионных ячеек для проведения тестирования ингибиторов коррозии.

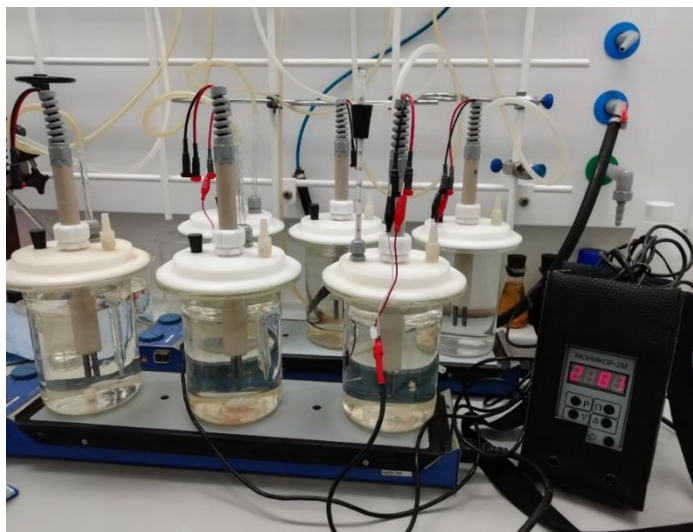


Рис. 1. Внешний вид коррозионных ячеек для проведения испытаний ингибиторов коррозии электрохимическим методом

Определение эффективности ингибиторов коррозии проводилось поэтапно, в первую очередь в условиях систем поддержания пластового давления (ППД), эффективные реагенты, проявившие защитное действие не менее 90 %, тестировались в условиях системы нефтесбора (НС). В таблице 4 представлены результаты испытаний ингибиторов коррозии.

Таблица 4.

Результаты испытаний ингибиторов коррозии

Наименование	Эффективность, %	
	Система поддержания пластового давления (ППД)	Система нефтесбора (НС)
Ингибитор I	96,5	99,9
Ингибитор II	93,5	85,2
Ингибитор III	75,3	-
Ингибитор IV	94	94

Согласно полученным результатам, ингибитор III в тестировании в условиях системы нефтесбора не участвовал, так как эффективность реагента в системе ППД составила 75,3 %. Исходя из этого, данный образец не подвергался дальнейшим исследованиям. Образец Ингибитор II показал высокую эффективность в системе поддержания пластового давления,

однако в системе нефтесбора защитное действие ингибитора коррозии снизилось, в результате чего данный реагент исключен.

На рисунке 2 представлены графики зависимостей скорости коррозии от времени в присутствии ингибиторов.

На рисунке 2 видно, что в присутствии ингибиторов коррозии I и IV, наблюдается резкое снижение скорости коррозии, кроме того, ингибиторы сохраняют свои защитные функции в течение времени. Исходя из этого, дальнейшему тестированию, определению физико-химических характеристик на соответствие техническим требованиям подверглись ингибиторы I и IV.

Согласно полученным результатам, температура застывания ингибиторов I и IV не выше -50°C , кинематическая вязкость при -40°C составила не более $800\text{ мм}^2/\text{с}$; кинематическая вязкость при 20°C , плотность при 20°C , массовая доля нелетучих веществ соответствуют ТУ, оба реагента совместимы с пластовой водой и нефтью. Скорость коррозии стали 20 в товарной форме химических реагентов при 20°C ингибитора IV составила не более $0,12\text{ мм/год}$, ингибитора I – $0,25\text{ мм/год}$, что исключает данный реагент. Исходя из этого, из всех рассмотренных образцов ингибитор IV отвечает техническим требованиям в части физико-химических, технологических и защитных свойств жидких ингибиторов коррозии для защиты наземного оборудования и трубопроводов [6].

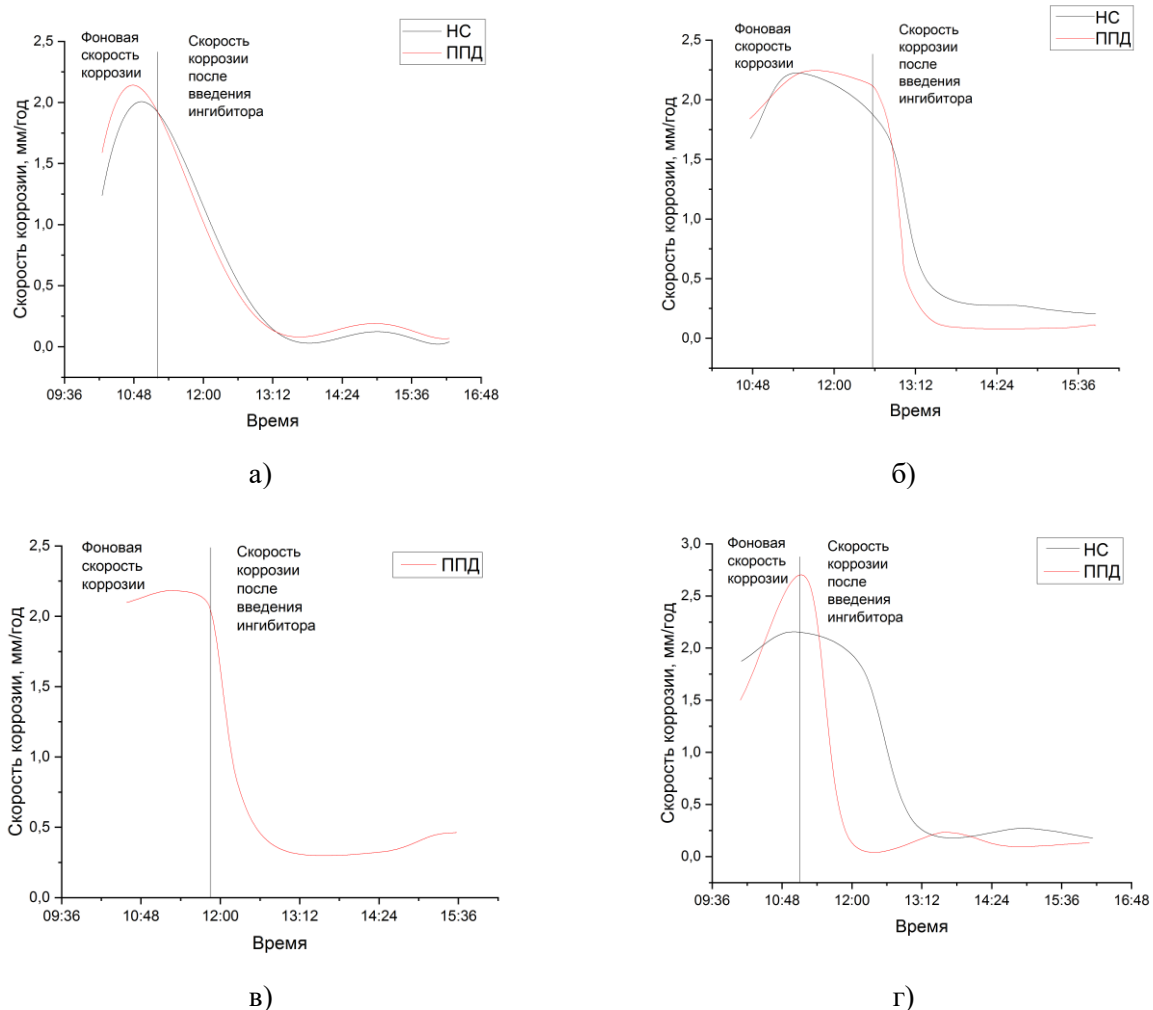


Рис. 2. Графики зависимостей скорости коррозии от времени для вводимых образцов:
а) Ингибитор I; б) Ингибитор II; в) Ингибитор III; г) Ингибитор IV

Рассмотрев несколько активных основ, составив композиции ингибиторов коррозии и, проведя эксперименты по выявлению наиболее эффективных образцов, исключили ингибиторы, проявившие низкое защитное действие и не соответствующие техническим требованиям [7]. Оценив физико-химические показатели Ингибитора IV, сделали вывод что реагент может быть рекомендован для защиты нефтедобывающего оборудования от углекислотной коррозии.

Литература:

1. Завьялов В. В. Комплексное исследование эффективности ингибиторов углекислотной коррозии для защиты подземного оборудования / В. В. Завьялов, С. Б. Якимов, И. Г. Ключин // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2013. – № 3. – С. 31-36.
2. Низамов К. Р. Углекислотная коррозия оборудования и трубопроводов при добыче нефти на месторождениях Западной Сибири / К. Р. Низамов, Р. Р. Мусин // НТЖ «Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов». – 2014. – Вып. 3(97). – С. 96-102.
3. Маркин А. Н. CO₂-коррозия нефтепромыслового оборудования / А. Н. Маркин, Р. Э. Низамов. – М.: ВНИИОЭНГ, 2003. – 187 с.
4. Inhibition of CO₂ corrosion of mild steel-Study of mechanical effects of highly turbulent disturbed flow / W. Li, B. F. M. Pots, X. Zhong, S. Nesic // Corros. Sci. – 2017. – V. 126. – P. 208-226.
5. ГОСТ Р 9.905-2007 (ИСО 7384:2001, ИСО 11845:1995) Единая система защиты от коррозии и старения. Методы коррозионных испытаний. Общие требования.
6. Силин М. А. Промысловая химия. Ингибиторы коррозии. – М.: РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина, 2021. – 107 с.
7. Heterocyclic Compounds as Corrosion Inhibitors for Mild Steel: A Review / W. Villamizar, M. Casales, J. G. Gonzales-Rodriguez, L. Martinez // Mater. Corros. – 2006. – V. 57. – P. 696. – DOI: 10.36686/Ariviyal.CSER.2019.01.01.005.

УДК 541.64

РАЗРАБОТКА СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ КАРБОКСИМЕТИЛХИТОЗАНА

Свиридов И.А., Подшивалов А.В.
Университет ИТМО, Санкт-Петербург,
e-mail: sviridov_igor@list.ru

Аннотация. Получение карбоксиметилхитозана, обладающего полиамфолитной конфигурацией, является актуальной научной задачей для создания материалов с управляемой растворимостью в жидких средах. В работе были синтезированы образцы карбоксиметилхитозана при различных соотношениях хлоруксусной кислоты и хитозана с получением натриевой и кислотной формы полимера. Изменения в структуре полимеров было изучено с помощью ИК-Фурье спектроскопии.

Ключевые слова: хитозан; карбоксиметилхитозан.

DEVELOPMENT OF A METHOD FOR OBTAINING CARBOXYMETHYLCHITOSAN

Sviridov I.A., Podshivalov A.V.
ITMO University, Saint Petersburg,
e-mail: sviridov_igor@list.ru

Abstract. The preparation of carboxymethylchitosan with a polyampholyte configuration is an urgent scientific problem for the creation of materials with controlled solubility in liquid media. In the work, samples of carboxymethylchitosan were synthesized at various ratios of chloroacetic acid and chitosan, with the production of sodium and acid forms of the polymer. Changes in the structure of polymers have been studied using FT-IR spectroscopy.

Keywords: chitosan; carboxymethylchitosan.

Одной из проблем современной нефтедобычи является образование и рост колоний различных штаммов сульфатовосстанавливающих бактерий при транспортировке сырья, что приводит к снижению эффективности и выходу из строя объектов инфраструктуры месторождений. Для подавления развития данных бактерий в настоящее время используются как неорганические, так и органические соединения, например, альдегиды, четвертичные аммониевые и фосфониевые соли и т. д. Образование токсичных побочных продуктов при использовании данных веществ, высокая стоимость и развитие устойчивости бактерий ограничивают использование биоцидов на нефтяных месторождениях [1].

Альтернативой данным веществам могут стать композитные материалы на основе хитозана или его модификаций [1]. Хитозан и карбоксиметилхитозан обладают собственным бактерицидным действием, основанным на взаимодействии аминогрупп с отрицательно заряженной поверхностью клеток бактерий, что приводит к ослаблению барьерных функций и лизису клеточной стенки [2].

Карбоксиметилхитозан получают реакцией хитозана с гликолевой или галогенуксусными кислотами в щелочной водно-спиртовой среде [3]. Модификация увеличивает растворимость хитозана в нейтральных и основных средах [5], а замещение по

ОН-группам улучшает антибактериальные свойства полимера [4]. Интерес к подобной модификации связан с возможностью влиять на растворимость полимера в воде и управлять эффективностью его бактерицидного воздействия, варьируя степень замещения карбоксиметильной группой и содержание аминогрупп.

Для получения карбоксиметилхитозана использовали хитозан пищевой (ООО «Биопрогресс», Россия) со средневязкостной молекулярной массой 250 кДа и степенью деацетилирования равной 89,5 %, хлоруксусную кислоту 99%-я (Alfa Aesar, Великобритания), гидроксид натрия технический в гранулах (АО «ЛенРеактив», Россия), изопропанол ХЧ (АО «Вектон», Россия) и дистиллированная вода.

Опираясь на данные из литературы [5–7], были подобраны оптимальные условия реакции и количества реагентов. Для модификации использовались соотношения масс монохлоруксусной кислоты (МХУК) к хитозану 1:1; 2,5:1 и 4,5:1, полученные продукты получили обозначение КМХ-1:1, КМХ-2,5:1 и КМХ-4,5:1 соответственно.

Установка для модификации хитозана (рис. 1) состояла из трёхгорлой колбы на 250 мл, снабженной обратным холодильником, электронным термометром HI 98501; HANNA Instruments Inc.; верхнеприводной мешалки ES-8300, ЭКРОС «ЭКРОСХИМ» и термостата LAUDA E100.

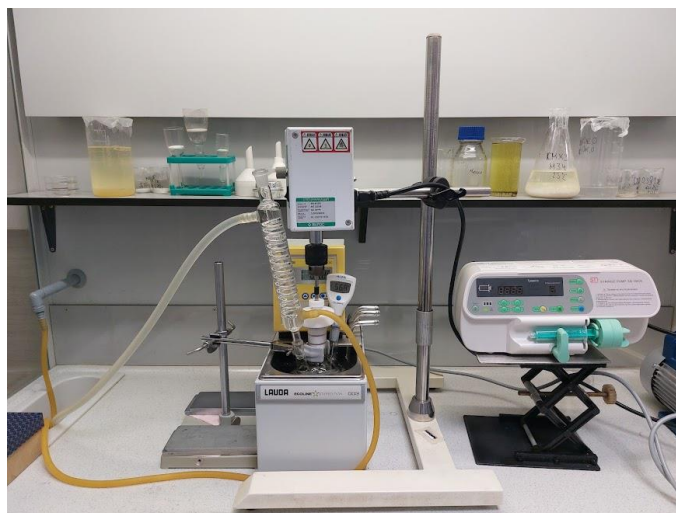


Рис. 1. Установка для получения карбоксиметилхитозана

В ходе процесса в трёхгорлую колбу помещали 2 г хитозана и заливали 150 мл изопропилового спирта. Смесь диспергировали в течение 20 мин при постоянном перемешивании, после чего добавляли 50 мл 40 % раствора гидроксида натрия. Подщелачивание полимера проходило при 60°C в течение часа. Далее раствор МХУК в 20 мл изопропанола подавали в реакционную среду с объёмным расходом 0,7 мл/мин при помощи шприцевого насоса SN-50C6 (Sino MDT Co., Ltd.). Процесс проводили в течение 6 ч с последующей остановкой и осаждением продукта добавлением 200 мл изопропанола. Условия синтеза продуктов представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Условия синтеза карбоксиметилхитозана

Продукт	$m_{\text{хит}}$, г	$m_{\text{щел}}$, г	$m_{\text{МХУК}}$, г	Объём реакционной среды, мл	Соотношение изопропанол/вода	Время, ч	T, °C
КМХ-1:1	2	42,6	2	200	3/1	6	60
КМХ-2,5:1	2	42,6	5	200	3/1	6	60
КМХ-4,5:1	2	42,6	9	200	3/1	6	60

Полученные продукты фильтровали через капроновый фильтр и промывали 70–100 % раствором изопропанола для обессоливания и обезвоживания с последующей лиофилизацией при -35°C в течение 72 ч. Продукт является натриевой солью КМХ (далее Na-КМХ) [4].

Для получения кислотной формы (Н-КМХ) [4] 0,3 г Na-КМХ диспергировали в 50 мл 80 % изопропилового спирта с добавлением 5 мл 37 % соляной кислоты и перемешиванием в течение часа. Далее продукты фильтровали и промывали 70–100 % изопропанолом и сушили в сушильной печи при 60°C .

Изменения в молекулярной структуре хитозана анализировали с использованием ИК-Фурье спектрометра Tensor 37, Bruker с приставкой НПВО в диапазоне волновых чисел $4000\text{--}600\text{ см}^{-1}$.

ИК-спектры хитозана и образцов карбоксиметилхитозана показаны на рисунках 2 и 3.

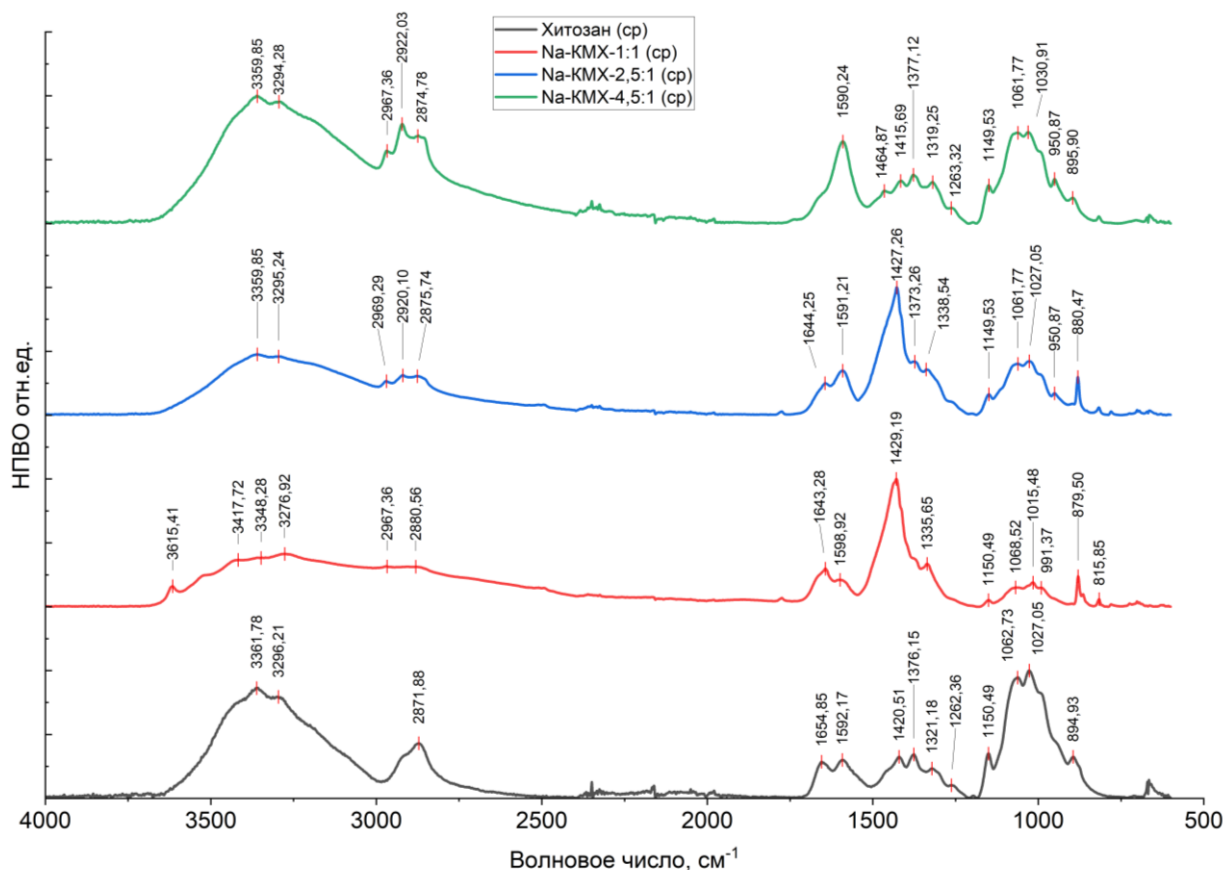


Рис. 2. ИК спектры натриевых форм карбоксиметилхитозана

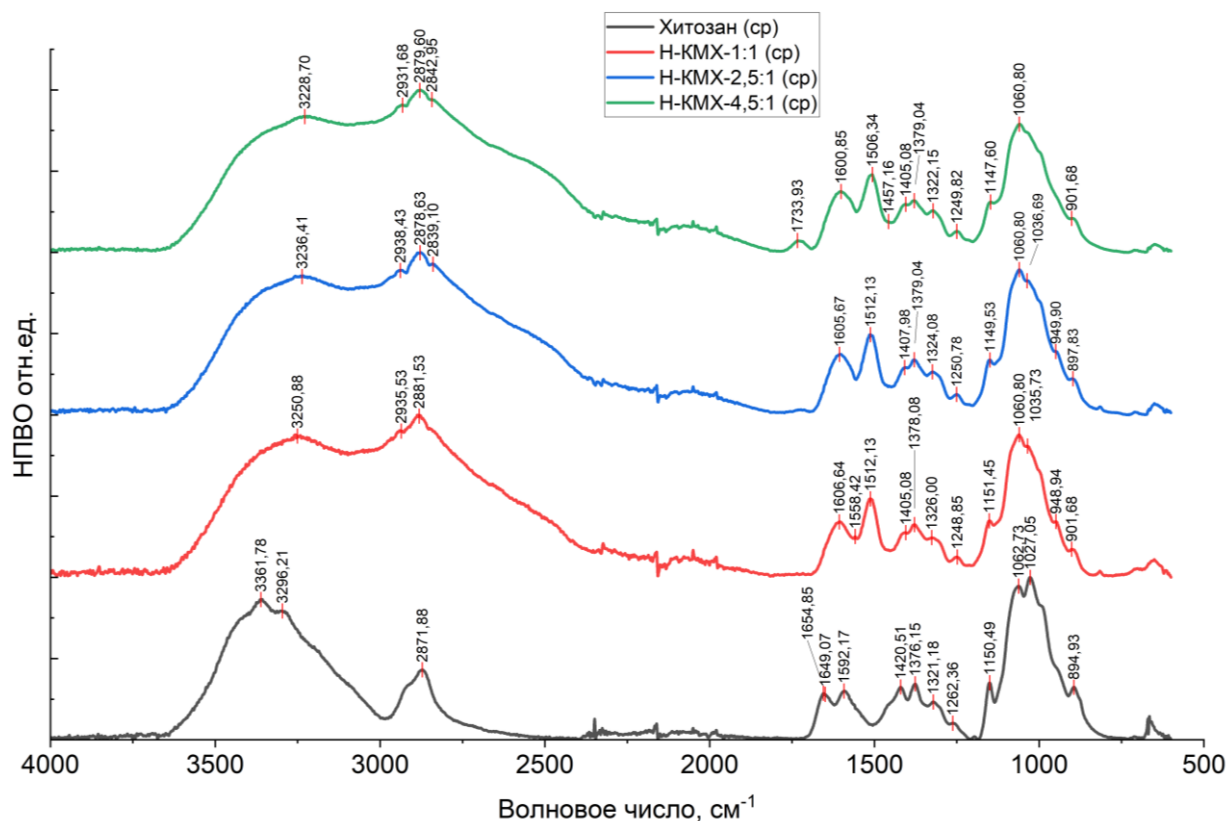


Рис. 3. ИК спектры Н-форм карбоксиметилхитозана

К главным характеристическим пикам хитозана относятся валентные колебания ОН и NH-групп и межмолекулярных водородных связей полисахаридных фрагментов ($3200\text{--}3650\text{ см}^{-1}$), валентные колебания СН ($3000\text{--}2840\text{ см}^{-1}$), N-H деформационные ($1590\text{--}1600\text{ см}^{-1}$), кислородный мостик D-глюкозаминового звена (1150 см^{-1}), деформационные колебания CH_2 -групп (1420 см^{-1}), деформационные колебания ОН-групп (1376 см^{-1}), валентные колебания C-N (1321 см^{-1}) и валентные колебания C-O (1060 см^{-1}).

В спектрах хитозана полоса при 943 см^{-1} обусловлена валентным колебанием C-O глюкозаминового кольца и валентному колебанию C-O с вкладом деформации C-C-N и C-O-N, 895 см^{-1} – растяжением C-аномерной группы, деформациями C-1-N и растяжением глюкозаминового кольца [8]. Появление более широкой полосы при $3236\pm 15\text{ см}^{-1}$ свидетельствует о более гидрофильном характере образцов КМХ по сравнению с исходным хитозаном.

Для натриевой формы КМХ (рис. 2) характерны пики 1643 см^{-1} ; N-H деформационный $1590\text{--}1600\text{ см}^{-1}$, возрастающий при увеличении соотношения МХУК : хитозан. Образцы Na-KMX-1:1 и Na-KMX-2,5:1 имеют нехарактерные интенсивные пики 1429 см^{-1} и 880 см^{-1} . Маркером карбоксиметильных групп можно считать появлением интенсивной полосы при 1590 см^{-1} (симметричной деформации COO^-) и умеренной полосы при 1415 см^{-1} (асимметричной деформации COO^-), что хорошо заметно у образца Na-KMX-4,5:1 [8].

Спектры всех Н-КМХ (рис.3), полученных при различных соотношениях МХУК:хитозан, имеют схожее строение. Частоты $1600\text{--}1605\text{ см}^{-1}$ показывает карбоксиметильную группу -COONa , а увеличение валентных изгибов -COO^- и валентными колебаний CH_2 и C-O при 2930 и 1242 см^{-1} соответственно свидетельствует об успешности карбоксиметилирования. Также у образца Н-КМХ-4,5:1 имеется пик низкой интенсивности 1731 см^{-1} , который соответствует -COOH . Полоса валентных колебаний C-O при 1028 см^{-1} , соответствующая первичной гидроксильной группе, уменьшается, подтверждая замещение по

6-му положению [8]. Также уменьшается пик 1420–1370 см⁻¹ плоских деформационных колебаний ОН. Общий для всех Н-КМХ интенсивный пик 1506–1512 см⁻¹ соответствует протонированным аминогруппам. Также можно заметить, что полоса 1650 см⁻¹ амида I, отсутствует у модифицированных хитозанов. Это свидетельствует о сохранении аминогрупп после модификации и замещение преимущественно по ОН-группам.

Заключение. В ходе работы было получено шесть различных образцов карбоксиметилхитозана. Различие в их молекулярном строении было продемонстрировано с помощью ИК-Фурье спектроскопии. ИК-спектры Н-формы показали замещение карбоксиметильными группами по 6-му положению, однако, они имеют одинаковое строение, т.к. существенных отличий в спектрах в их случае нет. Это может быть связано с потерей полимера на растворение при обработке кислотой и последующей очистке. Для карбоксиметилхитозана заметно зависящее от концентрации хлоруксусной кислоты изменение в структуре: возрастание интенсивности N-H деформационных колебаний.

Литература:

1. “Green” ZnO-interlinked chitosan nanoparticles for the efficient inhibition of sulfate-reducing bacteria in inject seawater / K. Rasool [et al.] // ACS Sustainable Chemistry & Engineering. – 2018. – V. 6. – № 3. – P. 3896-3906.
2. Антибактериальная активность хитозана и его производных / С. Н. Куликов [и др.] – 2009.
3. Novel carboxymethyl derivatives of chitin and chitosan materials and their biomedical applications / R. Jayakumar [et al.] // Progress in Materials Science. – 2010. – V. 55. – № 7. – P. 675-709.
4. Antibacterial action of chitosan and carboxymethylated chitosan / X. Fei Liu [et al.] // Journal of applied polymer science. – 2001. – V. 79. – № 7. – P. 1324-1335.
5. Chen X. G. Chemical characteristics of O-carboxymethyl chitosans related to the preparation conditions / X. G. Chen, H. J. Park // Carbohydrate Polymers. – 2003. – V. 53. – № 4. – P. 355-359.
6. The optimum conditions of carboxymethyl chitosan synthesis on drug delivery application and its release of kinetics study / P. Siahaan [et al.] // Indonesian Journal of Chemistry. – 2017. – V. 17. – № 2. – P. 291-300.
7. Carboxymethylchitosan/viscose blended films: Preparation, characterization and antibacterial properties / N. Abou-Zeid [et al.] // Journal of Materials Science and Engineering with Advanced Technology. – 2013. – V. 7. – № 2. – P. 93-123.
8. Synthesis of carboxymethyl chitosan and its rheological behaviour in pharmaceutical and cosmetic emulsions / D. Tzaneva [et al.] // Journal of Applied Pharmaceutical Science. – 2017. – V. 7. – № 10. – P. 070-078.

Секция II.

СОВРЕМЕННЫЕ АГРОБИОТЕХНОЛОГИИ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА И АРКТИКИ

УДК 502.084: 58.01/.07

**ВЫРАЩИВАНИЕ КРОВОХЛЕБКИ ЛЕКАРСТВЕННОЙ
(*SANGUISORBA OFFICINALIS* L.) В УСЛОВИЯХ СВЕТОКУЛЬТУРЫ**

Бердышева Е.А., Макарова Т.А.
Сургутский государственный университет, Сургут,
e-mail: kattya30@yandex.ru

Аннотация. В ходе исследования разработана технология выращивания кровохлебки лекарственной (*Sanguisorba officinalis* L.) в условиях светокультуры. Изучено влияние спектров светодиодного освещения на рост, развитие и содержание фотосинтетических пигментов *Sanguisorba officinalis*. Установлено, что светодиодное освещение красными, белыми и синими лампами является более эффективным для развития корневой системы растения, чем вегетативной.

Ключевые слова: кровохлебка лекарственная, гидропоника, светодиодное освещение, пигментный состав.

CULTIVATION OF *SANGUISORBA OFFICINALIS* L. IN LIGHT CULTURE

Berdysheva E.A., Makarova T.A.
Surgut State University, Surgut,
e-mail: kattya30@yandex.ru

Abstract. During the study, the technology of growing *Sanguisorba officinalis* L. in light culture conditions was developed. The effects of LED lighting spectra on the growth, development and content of *Sanguisorba officinalis* photosynthetic pigments have been studied. LED lighting with red, white and blue lamps has been found to be more effective for developing the plant root system than vegetative.

Keywords: *Sanguisorba officinalis*, hydroponics, LED lighting, pigment composition.

Кровохлебка лекарственная (*Sanguisorba officinalis* L.) – многолетнее растение семейства *Rosaceae*. В настоящее время широко используется как лекарственное, медоносное, кормовое и декоративное растение [13]. Кровохлебка лекарственная распространена в Западной и Восточной Сибири, на Урале, Дальнем Востоке, реже встречается в европейской части и в горах Кавказа [14]. На территории России занесена в Красные книги Вологодской, Ивановской и Костромской областей [7–9].

В лечебных целях используют подземные органы растения. В корневищах и корнях кровохлебки лекарственной в больших количествах содержатся вещества фенольной природы (флавоноиды, фенолкарбоновые и оксикоричные кислоты), кумарин, высокомолекулярные

жирные кислоты и их производные, фитостерины и соединения терпеновой природы [6]. На образование и накопление биологически активных соединений в растении оказывают влияние различные факторы среды, особенно водный фактор. В местах с неустойчивым водным режимом кровохлебка лекарственная испытывает угнетение в развитии и, как правило, характеризуется невысоким содержанием фенольных веществ [16]. Препараты из корней и корневищ кровохлебки лекарственной обладают вяжущим, кровоостанавливающим, болеутоляющим, бактерицидным действиями [10].

Массовый спрос на лекарственное сырье кровохлебки лекарственной приводит к сокращению природных популяций, в связи с чем актуальными становятся исследования по введению в культуру новых форм и сортов лекарственных растений, разработке новых эффективных способов выращивания и получения конкурентоспособного лекарственного сырья высокого качественного.

В связи с этим целью работы стало изучение влияния спектров светодиодного освещения на рост и развитие кровохлебки лекарственной (*Sanguisorba officinalis* L.) при выращивании в условиях светокультуры.

Для исследования были использованы семена дикорастущей кровохлебки лекарственной, собранные в 2021–2022 гг. на территории г. Сургута. Растения выращивали в условиях светокультуры на гидропонной установке горизонтального типа в режиме периодического затопления. Семена проращивали в темноте при температуре воздуха +23...+24 °С, относительной влажности воздуха 90 %. При появлении всходов через 11 дней кубики с растениями размещали на поддоны гидропонной установки основного культивационного помещения. Для питания растений применяли полностью растворимое в воде удобрение «Ferticare hydro» и «Yara liva calcinit». Поддерживали оптимальные условия культивирования: рН питательного раствора 5,8–6,0, температуру раствора +20°С, температуру воздуха в помещении +23°С, влажность – 50–60 %. Подача питательного раствора длилась 15 минут 5 раз в сутки, замена проводилась каждые 7 дней [8]. Растения выращивали при разном освещении: под комбинированными фитолампами: светодиодное освещение красными, синими и белыми диодами (32:16:32), световой поток 6573 лм, PPF 143 мкмоль/с/м², доминанта по синим лампам 470 нм, доминанта по красным лампам 625 нм; под белыми фитолампами: 4 лампы с белыми диодами – световой поток 8000 лм, цветовая температура 4000 К, PPF 165 мкмоль/с/м². На протяжении всего периода вегетации растения выращивали при 16-часовом световом режиме [11].

Оценку показателей роста и развития растений в период вегетации проводили по методике Б.А. Доспехова (2013) [5]. Оценку корневой системы укоренившихся растений определяли по пятибалльной шкале Будаговского: 1 – на черенках нет корней; 2 – укоренение неудовлетворительное (3–4 слабых корешка или только зачатки); 3 – укоренение удовлетворительное (3–4 больших корешка или несколько корешков, отходящих от стебля); 4 – укоренение хорошее (на черенке много крупных и мелких корней); 5 – укоренение очень хорошее (от черенка отходит очень много густо расположенных крупных и мелких корней) [4].

Содержание фотосинтетических пигментов определяли по методике М.А. Поповой (2016). Анализ проводился на спектрофотометре ПЭ–5400 В. Метод основан на экстракции пигментов (хлорофиллов и каротиноидов) из сухого растительного материала 96% спиртом, очистке экстракта и измерении оптической плотности растворов смеси в диапазоне длин волн 470–665 нм. Концентрацию пигментов рассчитывали по формулам: $C_a = 13.70 \times D_{665} - 5.76 \times D_{649}$; $C_b = 25.80 \times D_{649} - 7.60 \times D_{665}$; $C_{car} = (1000 \times D_{470} - 3.27 \times C_a - 100 \times C_b) / 229$; $A_a = (25 \times C_a) / 1000 \times m$; $A_b = (25 \times C_b) / 1000 \times m$; $A_{car} = (25 \times C_{car}) / 1000 \times m$, где C_a , C_b , C_{car} – концентрации хлорофиллов a , b и каротиноидов, мг/л; A_a , A_b , A_{car} – концентрации хлорофиллов a , b и каротиноидов в пересчёте на сухую массу, мг/г; m – навеска растительного материала, г (0,1–0,2 г) [12].

Математическую обработку данных осуществляли стандартными статистическими методами (однофакторный дисперсионный анализ) с использованием пакета Microsoft Excel 2016.

На протяжении всего периода выращивания кровохлебки лекарственной в условиях гидропоники прослеживается четкая зависимость высоты растений от спектрального состава света (рис. 1).

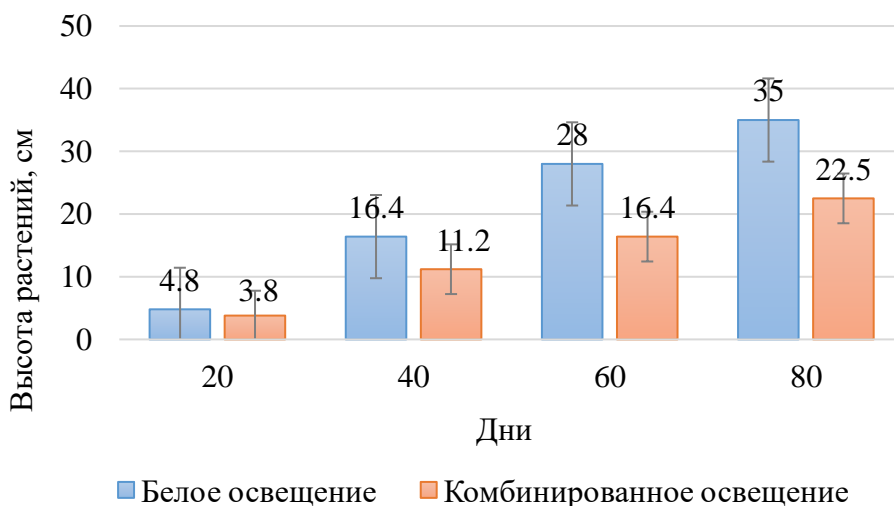


Рис. 1. Динамика роста *S. officinalis* в зависимости от типа освещения

Отмечено, что высота растений под белым и комбинированным освещением в первые 20 дней выращивания не значительная – 4,8 см и 3,8 см соответственно. На 40-е сутки под белым освещением высота растений достигает 16,4 см, под комбинированным – 11,2 см. На 60-е сутки значения показателя под белым освещением в 1,5 раза выше, чем под комбинированным. На 80-е сутки разница показателей при разном освещении статистически значима – 35 см и 22,5 см соответственно.

Листообразование растений активнее всего происходит под белым светодиодным освещением (рис. 2).

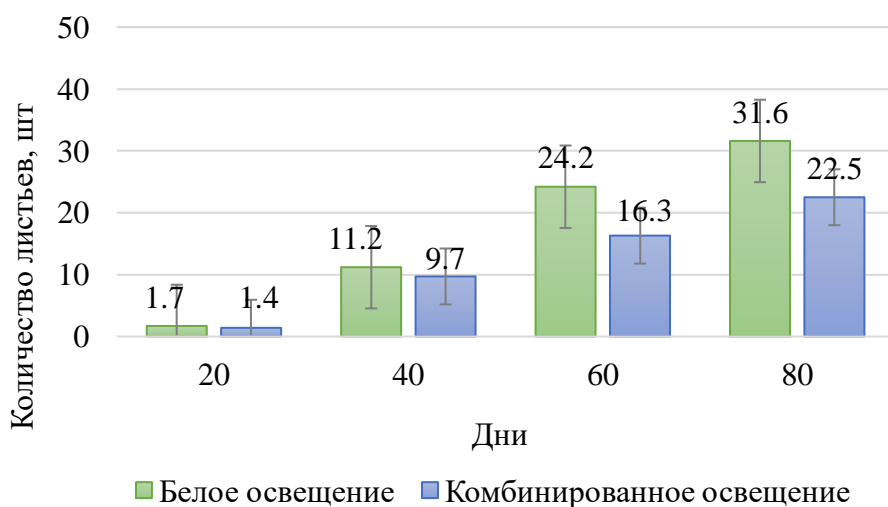


Рис. 2. Количество листьев *S. officinalis* в зависимости от типа освещения

Первые 40 суток выращивания растений число листьев под белыми лампами отличалось незначительно. Статистически значимая разница значений наблюдается на поздних сроках выращивания: на 60-е сутки количество листьев под белым и комбинированным освещением составляет 24 и 16 шт., на 80-е сутки 31 и 22 шт. соответственно.

Длина листьев кровохлебки лекарственной под белыми лампами была значительно больше, чем под комбинированными: на 60 сутки – 20 и 12,6 см, на 80-е сутки – 25,8 и 15,5 см соответственно (рис. 3).

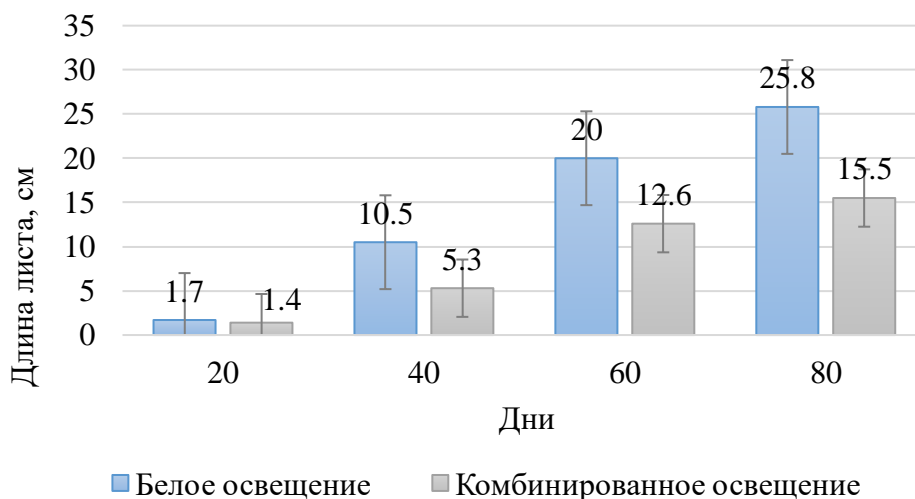


Рис. 3. Длина листа *S. officinalis* в зависимости от типа освещения

Ширина листовой пластинки под белым и комбинированным освещением также значительно отличалась на поздних сроках выращивания культуры: на 20-е сутки – 2,2 и 1,6 см, 40-е сутки – 8,5 и 5,2 см, 60-е сутки – 11,9 и 9,8 см, 80-е сутки – 13,6 и 10,9 см соответственно (рис. 4).

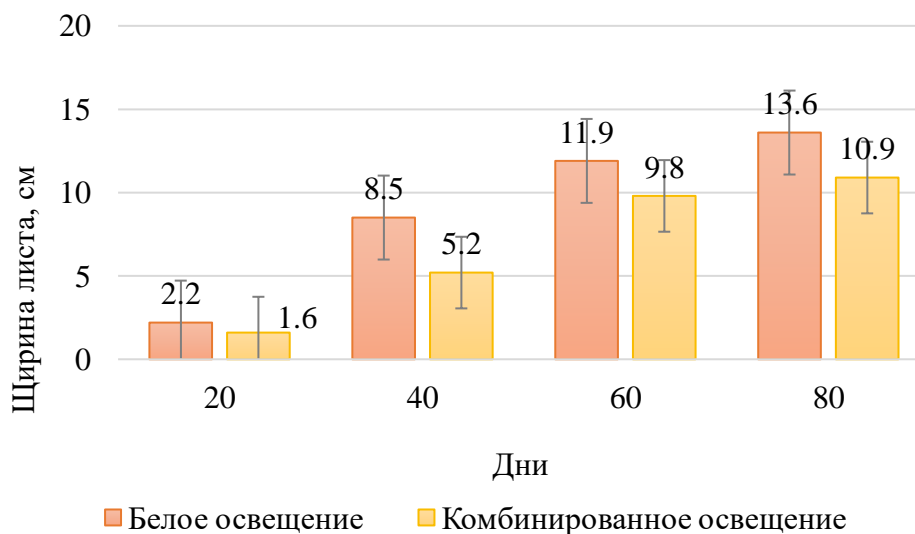


Рис. 4. Ширина листа *S. officinalis* в зависимости от типа освещения

Развитие корневой системы также зависит от типа освещения (табл. 1). Средняя длина корня под белым светодиодным освещением составляет 13,4 см, под комбинированным – 10,8 см, средняя масса корня – 57,9 и 49,1 г соответственно.

Таблица 1.

Развитие корневой системы кровохлебки лекарственной
в зависимости от типа освещения в условиях гидропоники

Освещение	Средняя длина корня, см	Средняя масса сырого корня, г	Оценка корневой системы, балл 1-5	h корня/ h стебля, %
Белое	13,38 ± 0,7	57,95 ± 1,2	4,7	27,7
Комбинированное	10,80 ± 0,5	49,08 ± 1,8	3,5	32,4

Оценка корневой системы под белым освещением составляет 4,7, под комбинированным – 3,5, соотношение длины корня к длине стебля, у выращенных под белыми лампами растений, составляет – 27,7 %, под комбинированными – 32,4 %. Данный показатель свидетельствует, что светодиодное освещение красными, белыми и синими лампами является более эффективным для развития корневой системы растения, чем вегетативной.

В ходе исследования была проведена оценка влияния разных спектров светодиодного освещения на содержание фотосинтетических пигментов в листьях кровохлебки лекарственной (табл. 2).

Таблица 2.

Пигментный состав сырья кровохлебки лекарственной в зависимости от освещения

№	Тип освещения	Хлорофилл a , мг/г	Хлорофилл b , мг/г	Каротиноиды, мг/г	Хл $a+b$	Хл a/b	Хл $(a+b)/car$
1	Белое	1,165±0,05	2,037±0,5	0,711±0,02	3,2	0,572	5,59
2	Комбинированное	1,730±0,2	2,574±0,2	0,691±0,04	4,3	0,672	6,23
3	Растения в природе (контроль)	1,275±0,03	1,755±0,1	0,521±0,01	3,0	0,726	13,9

Во всех анализируемых образцах, содержание хлорофилла b преобладало над хлорофиллом a . Содержание хлорофилла a в листьях растений, выращенных в условиях светокультуры выше под комбинированным освещением (1,730 мг/г), по сравнению с белым (1,165 мг/г) и растениями в природных фитоценозах (1,275 мг/г).

Соотношение хлорофиллов a и b (показатель интенсивности фотосинтеза) варьирует в пределах 0,5–0,7, при норме 2,2–3,5. Соотношение зелёных пигментов свидетельствует о степени сформированности фотосинтетического аппарата. Чем больше показатель соотношения хлорофиллов a и b , тем выше интенсивность фотосинтеза. Кроме того, по соотношению хлорофиллов можно судить о теневыносливости растений. Известно, что у светолюбивых растений данный показатель составляет величину порядка 4, а у теневыносливых оно близко к 2 [3]. Наибольшее значение хл a/b наблюдалось у растений, произрастающих в естественных фитоценозах (0,726) и растений под комбинированным светодиодным освещением (0,672), наименьшее значение показателя – у растений под белым освещением (0,572). Полученные данные позволяют отнести кровохлебку лекарственную к группе теневыносливых растений.

Каротиноиды являются обязательным компонентом пигментной системы, выполняют фотозащитную, светособирающую и структурную функции. Содержание каротиноидов в листьях кровохлебки лекарственной отличалось в зависимости от условий выращивания. Наибольшее количество пигмента (0,711 мг/г) отмечено в растениях под белыми светодиодами, наименьшее (0,521 мг/г) – в природных условиях. Высокое содержание хлорофиллов характерно для здоровых растений, тогда как содержание каротиноидов, как правило, увеличивается при действии стресса [1; 2].

Высокая концентрация суммарного содержания хлорофиллов (4,3) отмечена у растений, выращенных под комбинированным светодиодным освещением. Практически равные значения (3,0 и 3,2) – у растений под белым освещением и в природных условиях.

Важным показателем роста растений является соотношение суммы хлорофиллов к каротиноидам (в норме 3–8) [3]. Исходя из данных таблицы 2, наибольший показатель (13,9) отмечается у растений, произрастающих в природных условиях, в пределах нормы – у растений, выращенных под комбинированным (6,23) и белым (5,59) светодиодным освещением.

Показатель отношения сумм хлорофиллов и каротиноидов показывает степень приспособленности растений к различным неблагоприятным факторам среды [15].

В заключение следует отметить, что кровохлебку лекарственную, наряду с традиционными методами, можно успешно выращивать в условиях светокультуры. Оптимальные параметры роста и развития растений наблюдаются при использовании комбинированного светодиодного освещения. Разработанная технология беспочвенного выращивания культуры при соблюдении оптимальных условий культивирования (микроклимат, состав питательного раствора, pH среды, освещение) позволяет получить посадочный материал высокого качества для введения в культуру или создания плантаций кровохлебки лекарственной и получения ценного лекарственного сырья без ущерба природным популяциям.

Литература:

1. Kancheva R. Chlorophyll assessment and stress detection from vegetation optical properties / R. Kancheva, D. Borisova, G. Georgiev // Ecological Engineering and Environment Protection 1:34–43.
2. Lichtenthaler H. Chlorophylls and Carotenoids: Measurement and Characterization by UV-VIS Spectroscopy / H. Lichtenthaler, C. Buschmann // Current Protocols in Food Analytical Chemistry F4.3.1–F4.3.8.
3. Yegorova N. The pigment complex of *Sanguisorba officinalis* L. in the native flora of Kemerovo Oblast / N. Yegorova, I. Yegorova // BIO Web Conf. VI International Scientific Conference «Problems of Industrial Botany of Industrially Developed Regions». – 13 aug. 2021. – №31. – P. 1-4.
4. Будаговский В. И. Карликовые подвой для яблони. – М.: Сельхозгиз, 1959. – 350 с.
5. Доспехов Б. А. Методика опытного дела (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
6. Фитохимическое исследование травы *Sanguisorba officinalis* L. в республике Башкортостан / А. Р. Казеева, К. А. Пупыкина, С. Г. Денисова [и др.] // Химия растительного сырья. – 2019. – №4. – С. 279-284.
7. Красная книга Вологодской области. – Т. 2: Растения и грибы. – Вологда: ВГПУ; изд-во «Русь», 2004. – 360 с.
8. Красная книга Ивановской области. – Т. 2: Растения и грибы. – Иваново: ИПК «ПресСто», 2010. – 192 с.
9. Красная книга Костромской области. – 2-е изд., перераб. и доп. – Кострома: Костромской государственный университет, 2019. – 432 с.
10. Лигун А. М. Лекарственные растения: Учеб. пособие / А. М. Лигун, А. С. Береснева. – Уссурийск: Приморская ГСХА, 2014. – 386 с.
11. Технология выращивания эфиромасличных культур в закрытых системах / П. Н. Макаров, Т. А. Макарова, З. А. Самойленко, Н. М. Гулакова // Вестник Нижневартского государственного университета. – 2020. – № 2. – С. 53-59.
12. Попова М. А. Методика определения содержания фотосинтетических пигментов спектрофотометрическим методом: сравнение способов фиксации растительного материала /

М. А. Попова, О. А. Кузиванова // М-лы XXIII всерос. молодёж. науч. конф. / Сыктывкар, 4–8 апреля 2016 г. – Сыктывкар: Ин-т биологии Коми науч. центра УрО РАН, 2016. – С. 204-206.

13. Растительные ресурсы России: Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. – Т. 2. Семейства Actinidiaceae – Malvaceae, Euphorbiaceae – Haloragaceae / отв. ред. Л.А. Буданцев. – СПб.; М.: Товарищество научных изданий КМК, 2009. – 513 с.

14. Самылина И. А. Лекарственные растения Государственной фармакопеи / И. А. Самылина, В. А. Северцева. – М.: АНМИ, 2003. – 534 с.

15. Титова М. С. Содержание фотосинтетических пигментов в хвое *Picea abies* и *Picea koraiensis* // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2010. – №12 (118). – С. 9-12.

16. Ходарева Е. С. Эколого-физиологическое исследование фенольного комплекса кровохлебки лекарственной (*Sanguisobra officinalis* L.): автореф. магистерской дис: 020400.68 / Е. С. Ходарева. – Вологда, 2013. – 4 с.

УДК 633.81

МИКРОКЛОНАЛЬНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ МОНАРДЫ (*MONARDA L.*)

Зайцев А.Л., Макаров П.Н.

*Сургутский государственный университет, Сургут,
e-mail: zajtsev4@edu.surgu.ru*

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по разработке технологии микроклонального размножения монарды (*Monarda L.*). Подобран состав питательных сред на всех этапах микроразмножения. Показана динамика роста микропобегов в зависимости от размера и расположения экспланта в растении. Выявлены особенности получения каллусной ткани на эксплантах монарды стеблевого происхождения. Показана возможность использования гидропонных установок для выращивания материнских растений при введении в культуру *in vitro* и адаптации растений-регенерантов к условиям *ex vitro*.

Ключевые слова: микроклональное размножение, монарда, клональное микроразмножение.

MICROCLONAL REPRODUCTION OF MONARDA (*MONARDA L.*)

Zaitsev A.L., Makarov P.N.

*Surgut State University, Surgut,
e-mail: zajtsev4@edu.surgu.ru*

Abstract. The article presents the results of research on the development of the technology of microclonal reproduction of monarda (*Monarda L.*). The composition of nutrient media at all stages of micro-reproduction is selected. The dynamics of the growth of micro-shoots depending on the size and location of the explant in the plant is shown. The peculiarities of obtaining callus tissue on explants of monarda of stem origin are revealed. The possibility of using hydroponic plants for growing mother plants when introduced into culture *in vitro* and adapting regenerating plants to *ex vitro* conditions is shown.

Keywords: microclonal reproduction, *monarda*, clonal micro-reproduction.

Растения являются источником ценных биологически активных веществ, широко используемых в различных отраслях промышленности. Выращивание экономически важных растений традиционным способом в значительной степени трудоемко и нецелесообразно. Применение методов клеточной биотехнологии решает проблему ускоренного размножения ценных генотипов, важных форм и сортов растений методом микроклонального размножения, а также получения целевых метаболитов *in vitro* в каллусной культуре.

Монарда (*Monarda L.*) – ценное эфиромасличное растение. Эфирное масло содержит 34 компонента, среди которых ароматические эфиры: п-цимен (цимол – 32,5 %, карвакрол – 24,0 %, тимол – 12,6 %), терпены (γ-терпинен (16,5 %), сабинен (3,8 %), борнеол, α-туйен, α-туйол, мирцен, линалоол, цинеол) [1]. Содержание эфирного масла в сырье и его компонентный состав изменяется в зависимости от вида, сорта растения, фазы прохождения жизненного цикла и внешних воздействий [2; 3].

Из 12 видов монарды особенно ценятся *M. fistulosa*, *M. didyma*, *M. citriodora* [4]. В этих растениях содержится большое количество витаминов С, В₁ и В₂, в цветках – монардин и монардеин.

Эфирное масло и экстракты монарды обладают антимикробным, бронхолитическим, фунгицидным, антиоксидантным, антисклеротическим, радиопротективным действием [5–10].

Благодаря появлению новых сортов и гибридов, богатому набору биологически активных веществ научный и практический интерес к монарде постоянно растет. Однако, на сегодняшний день в литературе отсутствуют какие-либо сведения о введении монарды в культуру *in vitro*, что стало целью наших исследований.

Цель работы – разработка технологии микроклонального размножения монарды (*Monarda* L.) и выявление особенностей образования каллуса в культуре *in vitro*.

Материалы и методы. Объектом исследования являлась монарда двух видов: монарда двойчатая (*Monarda didyma*) сортов Бергама и Жар-птица и монарда лимонная (*Monarda citrodora*) сорта Диана.

Монарда двойчатая (*Monarda didyma* L.) – это многолетнее травянистое растение до 80 см высотой, имеющее длинное горизонтальное корневище. Стебли прямостоячие, облиственные, четырехгранные, с тонкими волосками. Листья расположены супротивно, на коротких черешках с красноватыми прилистниками. Цветки мелкие, лиловые с красноватыми прилистниками. Крупные, листовидные прицветники часто одной окраски с цветками. В эфирном масле монарды двойчатой количественно преобладают тимол и карвакрол (в сумме до 70 %), при этом количество тимола не превышает 50–60 %, но относительно много линалоола и лимонена (до 9 %) [11].

Монарда лимонная (*Monarda citriodora* L.) – однолетнее, декоративное и лекарственное растение. Разрастаясь, сильно ветвится и образует кустики диаметром до 45 см. Цветоносы заканчиваются 5–7 мутовками из двугубных лиловых цветков. В эфирном масле монарды лимонной содержатся тимол, карвакрол, метиловый эфир карвакрола, γ -терпинен, п-цимол, α -туйон, α -пинен, камфен, борнеол, 1-циклогексен-1-ол, 1,8-цинеол, β -пинен, линалоол, лимонен, сабинен, Δ^3 -карен, мирцен, цис- β -оцимен, октенол-3, цитронеллаль, терпиен-4-ол, β -кариофиллен, β фелландрен, α -терпинен, γ -терпинен, п-цимен, α -терпинен, куминовый альдегид, 1-октен-3-ол, фарнезол, камфора, α -копаен, δ -кадинен, цис-сабинен, β -фенхеловый спирт, анизол, спатуленол [2; 3; 12].

Для введения в культуру *in vitro* материнские растения выращивали в двухъярусной гидропонной установке, в горшочках диаметром 6 см с отверстиями, в качестве субстрата использовали керамзит. Питание растений осуществлялось путем подачи питательного раствора в зону роста корневой системы методом периодического подтопления. Для гидропонной системы применяли комплексное удобрение «Yara Ferticare Hydro» и «Yara Liva Calcinit». Питательный раствор подавался 5 раз в сутки в течение 15 минут. Поддерживали оптимальные условия культивирования: рН питательного раствора 5,5–6,5, электропроводность 1,6–2,0 мСм/см, температуру раствора +22°C, температуру воздуха в помещении +20–24°C, влажность – 50–60 % [13; 14].

Микроклональное размножение растений, приготовление и стерилизацию питательных сред проводили по методике Р. Г. Бутенко и Ф. Л. Калинина [15; 16]. Экспланты выращивали на питательных средах Мурасиге и Скуга (среда MS) с добавлением разных концентраций 6-БАП и/или Эпина и Woody plant medium (WPM) [17]. Эффективность стерилизации определяли по А. А. Воробьеву [18]. Растения культивировали под лампами розового и белого цветового спектра СПБ-Т5 (белый) и СПБ-Т8-ФИТО (розовый), световой поток 900 лм, частота 50 Гц, коэффициент пульсации <5 %, цветовая температура 4000 К/ 6500 К.

Обработку экспериментальных данных проводили, применяя пакет программ MS Excel 2019.

Результаты и обсуждения. На первом этапе микроклонального размножения для стерилизации эксплантов монарды использовали 0,1 % раствор сулемы и 0,1 % раствор нитрата серебра в экспозиции 5 и 7 минут. В качестве питательных сред применяли MS 6-БАП (0,5 мл/л), MS 6-БАП (0,5 мл/л) + Эпин (0,2 мл/л) и WPM. Установлено, что лучшим стерилизующим агентом для эксплантов является сулема в экспозиции 5 мин (эффективность стерилизации составила 100 %), оптимальной средой – MS с добавлением 6-БАП в концентрации 0,5 мл/л.

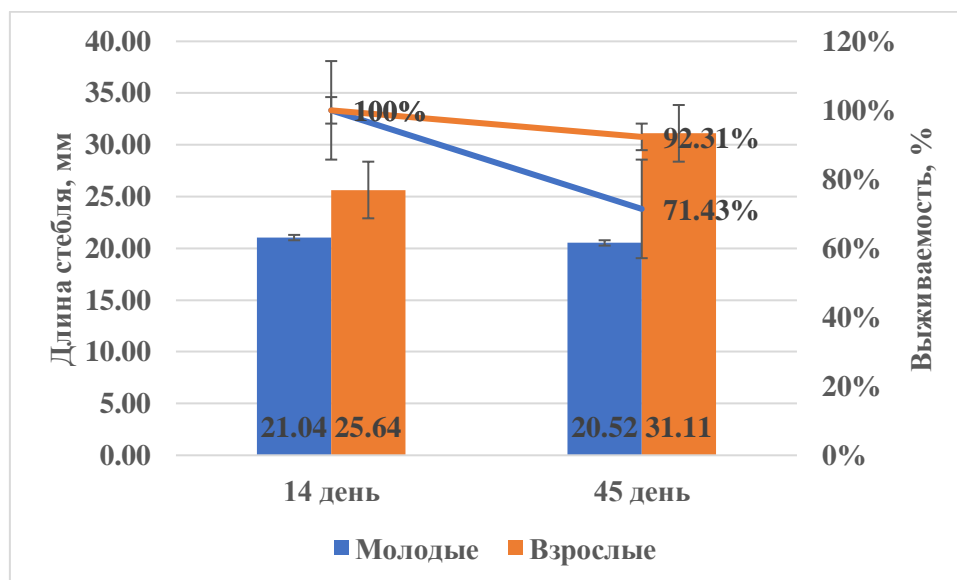


Рис. 1. Длина стебля (мм) и выживаемость (%) микропобегов в зависимости от расположения эксплантов в растении

Первичными эксплантами служили стеблевые сегменты с латеральными почками. В зависимости от расположения эксплантов в растении применяли молодые верхушечные части стебля в диаметре до 3 мм и средней части стебля – более 3 мм. Отмечено, что наиболее жизнеспособными являются экспланты из средней части стебля (рис. 1). Через 45 дней выращивания микропобеги отличались максимальными показателями роста.

Для черенкования микропобегов на втором этапе микроклонального размножения применяли модифицированную питательную среду MS, дополненную цитокинином 6-БАП в различной концентрации: 1, 2 и 3 мл/л. Наблюдения за развитием микропобегов проводили каждые 7 дней (рис. 2).

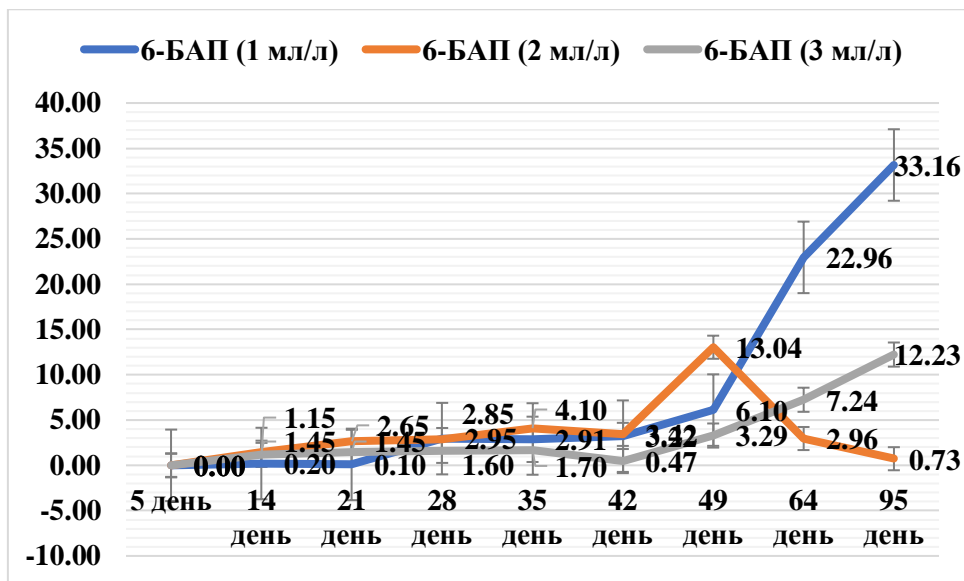


Рис. 2. Динамика роста стебля при разных концентрациях 6-БАП, мм

Установлено, что на протяжении 49 дней выращивания высота микропобегов в варианте с 6-БАП 2 мл/л была выше, чем с 1 и 3 мл/л. Через два месяца выращивания – доминирующим вариантом оказалась среда MS с 6-БАП 1 мл/л, где высота растений была максимальной и достигала 22,9 мм. Отмечено также, что через 14 дней культивирования на среде MS с 6-БАП 1 мл/л наблюдается разбухание (витрификация) побегов, через 28 дней в основании экспланта образуется каллус (рис. 3). При концентрации 6-БАП 2 и 3 мл/л образование каллуса протекает менее интенсивно. Каллусообразование коррелирует с выживаемостью растений (показатель корреляции для концентрации 6-БАП 1 мл/л равен -0,65, для 2 мл/л – -0,99, для 3 мл/л – -0,85).



Рис. 3. Каллус на эксплантах монарды двойчатой



Рис. 4. Растения-регенеранты на среде MS с 6-БАП 1 мл/л

Внесение в питательную среду MS 6-БАП 1 мл/л и индолил-3-масляной кислоты (ИУК) в отношении 10:1, способствует активному росту побегов и прекращению процессов каллусообразования (рис. 4). На среде данного состава отмечен 100 % ризогенез.

Коэффициент размножения при этом составил $6,55 \pm 0,49$. После 7 пассажа наблюдается снижение ростовых процессов монарды в культуре *in vitro*.

Адаптацию укоренившихся *in vitro* растений проводили в условиях гидропоники. Для этого использовали агроприемы, применяемые для маточных растений. Приживаемость растений-регенерантов составила 98 %.

Заключение. Впервые показана возможность культивирования монарды в условиях *in vitro*. Апробированы этапы микроклонального размножения растений с целью получения сортового посадочного материала высокого качества. Выявлены особенности образования каллусной ткани на эксплантах стеблевого происхождения. Представлены результаты использования гидропонных установок вертикального типа с системой периодического подтопления для выращивания материнских растений при введении в культуру *in vitro* и адаптации растений-регенерантов к условиям *ex vitro*.

Литература:

1. Исследование компонентного состава *Monarda fistulosa* / В. А. Замуреенко, Н. А. Клюев, Б. В. Бочаров, В. С. Кабанов // Химия природных соединений. – 1989. – №5. – С. 646-649.
2. Дмитриева В. Л. Изучение состава эфирных масел эфирномасличных растений нечерноземной зоны России / В. Л. Дмитриева, Л. Б. Дмитриев // Известия ТСХА. – 2001. – Вып. 3. – С. 106-119.
3. Федотов С. В. Эфирные масла Монарды видов *Monarda fistulosa* L., *Monarda didyma* L., *Monarda citriodora* Cervantes ex Lag., их хемотипы и биологическая активность // Сборник научных трудов ГНБС. – 2015. – Т. 141. – С. 131-147.
4. Карпухин М. Ю. Виды и сорта монарды (*Monarda* L.) в декоративном садоводстве / М. Ю. Карпухин, А. В. Абрамчук // Аграрное образование и наука. – 2019. – №3. – С. 10.
5. Богуцкий Б. В. Влияние эфирного масла монарды на микроорганизмы / Б. В. Богуцкий, В. В. Николаевский, А. Е. Еременко // Фитонциды, роль в биогеоценозах, значение для медицины. – Киев, 1981. – С. 252-254.
6. *Monarda fistulosa*. Missouri Botanical garden. – URL: <http://www.missouribotanicalgarden.org/PlantFinder/PlantFinderDetails.aspx?kempercode=g560> (дата обращения 14.11.2022). – Текст электронный.
7. Компонентный состав эфирного масла травы *Monarda fistulosa* L. из коллекции Никитского ботанического сада / А. С. Никитина, А. М. Алиев, С. А. Феськов, Н. В. Никитина // Химия растительного сырья. – 2018. – №2. – С. 55-62.
8. Заславская А. А. Использование ароматерапии для лечения и профилактики острых респираторных заболеваний у детей / А. А. Заславская, В. И. Дмитрук, А. С. Злобинец // Актуальна інфектологія. – 2017. – Т. 5. – № 2. – С. 101-111.
9. Николаевский В. В. Ароматерапия: Справочник. – М.: Медицина, 2000. – 336 с.
10. Говорун М. И. Защитное действие эфирных масел при внешнем гамма-облучении животных / М. И. Говорун, А. А. Тихомиров // Медицина катастроф. – 2014. – №3 (87). – С. 59-62.
11. Bakova N. N. Prospects for using essential oil plants of the family *Lamiaceae* / N. N. Bakova, L. A. Khlypenko, V. D. Rabotyagov // International Meeting of Young Scientists in Horticulture: Materials of the 7th International conference. – Lednice / Czech Republic, 1999. – P. 144-146.
12. Компонентный состав эфирных масел некоторых представителей рода *Monarda* L., интродуцированных в республике Башкортостан / И. Е. Анищенко, К. А. Пупыкина, Е. В. Красюк, О. Ю. Жигунов // Известия Уфимского научного центра РАН. – 2017. – №3. – С. 71-76.
13. Технология выращивания эфиромасличных культур в закрытых системах / П. Н. Макаров, Т. А. Макарова, З. А. Самойленко, Н. М. Гулакова // Вестник Нижневартковского государственного университета. – 2020. – № 2. – С. 53-59.
14. Оценка продуктивности и качества эстрагона и тимьяна обыкновенного при выращивании в светокультуре / П. Н. Макаров, Т. А. Макарова, З. А. Самойленко [и др.] //

Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – №4 (64). – С. 24-29.
– DOI: <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2022-24-29>.

15. Бутенко Р. Г. Культура изолированных тканей и физиология морфогенеза растений. – М.: Наука, 1964. – 272 с.

16. Калинин Ф. Л. Методы культуры тканей в физиологии и биохимии растений / Ф. Л. Калинин, В. В. Сарнацкая, В. Е. Полищук. – Киев: Наукова думка, 1980. – 320 с.

17. Бутенко Р. Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнология на их основе. – М.: ФБК-ПРЕСС, 1999. – 160 с.

18. Воробьёв А. А. Медицинская и санитарная микробиология. – М.: Академия, 2003. – 464 с.

УДК 633.81

**ОСОБЕННОСТИ УКОРЕНЕНИЯ МИКРОКЛОНОВ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ
(*ARTEMISIA DRACUNCULUS* L. И *SCUTELLARIA BAICALENSIS* GEORGI.)
В УСЛОВИЯХ *IN VITRO***

Казанцев И.А., Ахметьянова Г.Т., Макарова Т.А., Макаров П.Н.
Сургутский государственный университет, Сургут,
e-mail: pn7264@yandex.ru

Аннотация. В статье представлены результаты изучения влияния гормонального состава питательных сред Мурасиге-Скуга (MS) и Woody plant medium (WPM) на укоренение эстрагона (*Artemisia dracunculus* L.) и шлемника байкальского (*Scutellaria baicalensis* Georgi.) в условиях *in vitro*. Установлено, что инициация ризогенеза у *A. dracunculus* интенсивнее происходит на питательной среде WPM с 2ip (0,3 и 1,0 мл/л), без каллусообразования. У *S. baicalensis* процесс укоренения затруднен высокой частотой каллусообразования и интенсивностью роста каллуса.

Ключевые слова: *Artemisia dracunculus* L., *Scutellaria baicalensis* Georgi., лекарственные растения, микроклональное размножение, условия *in vitro*.

**ROOTING FEATURES OF MICROCLONES MEDICINAL PLANTS
(*ARTEMISIA DRACUNCULUS* L. AND *SCUTELLARIA BAICALENSIS* GEORGI.)
IN VITRO CONDITIONS**

Kazantsev I.A., Akhmetyanova G.T., Makarova T.A., Makarov P.N.
Surgut State University, Surgut,
e-mail: pn7264@yandex.ru

Abstract. The article presents the results of studying the effect of the hormonal composition of Murashige-Skuga (MS) and Woody plant medium (WPM) nutrient media on the rooting of tarragon (*Artemisia dracunculus* L.) and skullcap (*Scutellaria baicalensis* Georgi.) *in vitro*. It was found that the initiation of rhizogenesis in *A. dracunculus* occurs more intensively on a WPM nutrient medium with 2ip (0.3 and 1.0 ml/l), without callus formation. In *S. baicalensis*, the rooting process is hampered by the high frequency of callus formation and the intensity of callus growth.

Keywords: *Artemisia dracunculus* L., *Scutellaria baicalensis* Georgi., medicinal plants, microclonal reproduction, *in vitro* conditions.

В настоящее время для размножения ценных лекарственных растений широко используют технику *in vitro* – метод микроклонального размножения. Ключевым этапом микроразмножения растений является подготовка регенерантов к адаптации в условиях *ex vitro*, связанная с получением жизнеспособных, имеющих хорошо развитую корневую систему микрорастений [1]. Успешное прохождение этапа ризогенеза *in vitro* зависит от многих факторов: культуры, сорта, условий этапов пролиферации, солевого и гормонального состава среды и количества пассажей [2]. На данном этапе меняют основной состав питательной среды, уменьшая в 2–8 раз концентрацию минеральных солей в среде Мурасиге-

Скуга или заменяют на среду Уайта [3], при этом ведущая роль отводится содержанию нитратного и аммиачного азота [4]. Снижают концентрацию сахара до 0,5–1 %, полностью исключают цитокинины, оставляя лишь ауксины или ретарданты, оказывающие стимулирующее влияние на укоренение и характер развития корней [5].

Для многих растений проблема укоренения в условиях *in vitro* остается до конца не решенной. К таким растениям можно отнести эстрагон, или тархун (*Artemisia dracunculus* L. семейство *Asteraceae*) и шлемник байкальский (*Scutellaria baicalensis* Georgi. семейство *Lamiaceae*), растения с ограниченным ареалом на территории РФ, представляющие интерес как ценные источники лекарственного сырья в различных отраслях промышленности и медицине.

Artemisia dracunculus – пряно-ароматическое и лекарственное растение, содержит большое количество кумаринов, флавоноидов, фенольных кислот, дубильных веществ, витамина С, жирных кислот и стероидов [6; 7]. В России эстрагон выращивают на Северном Кавказе, в средней полосе, на Алтае. В медицинских целях используют зеленую массу, экстракты и эфирное масло растения.

Scutellaria baicalensis – ценное лекарственное и декоративное многолетнее растение с высоким содержанием биологически активных веществ: дубильных соединений, эфирных масел, стероидов, флавоноидов, кумаринов, алкалоидов и др. [8]. Ареал распространения данного вида в России ограничен, встречается в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке. Природные запасы *S. baicalensis* резко сокращаются, в связи с чем вид внесен в списки редких и исчезающих видов растений Амурской области, в региональные Красные Книги Сибири и Дальнего Востока России.

Учитывая возрастающий спрос отечественной промышленности на лекарственное сырье, актуальным направлением в исследованиях становится разработка протоколов микроклонального размножения растений. Это позволит создать базу ресурсов ценных видов растений в составе коллекций *in vitro* для сохранения их генофонда, ускоренно получать качественный посадочный материал для организации промышленных плантаций. Интенсивные технологии возделывания ценных ресурсных растений в культуре, благодаря эффективным агротехническим приемам, позволят повысить продуктивность и качество лекарственного сырья.

В научной литературе имеются фрагментарные сведения о выращивании эстрагона и шлемника байкальского в культуре *in vitro*. А. Г. Инюткиной и др. (2009) приводятся данные о влиянии различных режимов стерилизации на получение асептической культуры полыни эстрагон в культуре *in vitro* [9]. W. A. Маскау (1988) изучено влияние отдельных факторов на микроразмножение эстрагона [10]. Рядом авторов рассмотрены начальные этапы размножения шлемника байкальского: предложена схема дезинфекции семян на этапе введения в культуру *in vitro* и подобрана питательная среда для побегообразования на втором этапе микроклонального размножения [11; 12; 13].

Эти исследования рассматривают начальные этапы микроклонального размножения растений, не затрагивая проблему укоренения.

В связи с этим целью работы стало изучение влияния гормонального состава питательных сред на укоренение эстрагона (*Artemisia dracunculus* L.) и шлемника байкальского (*Scutellaria baicalensis* Georgi.) в условиях *in vitro*.

Материалы и методы. Объектами исследования являлись растения эстрагон, сорт Гудвин и шлемник байкальский. Для введения в культуру *in vitro* материнские растения выращивали в двухъярусной гидропонной установке с системой периодического подтопления [14; 15].

Микроклональное размножение растений проводили по методике Р.Г. Бутенко и Ф.Л. Калинина и др. [16; 17].

Для укоренения эстрагона использовали модификации питательных сред: MS+6-БАП 0,5 мл/л; MS+6-БАП 0,5 мл/л +домоцвет 0,5 мл/л; WPM+ 2ip 0,3 мл/л; WPM+ 2ip 1,0 мл/л.

Для укоренения шлемника байкальского – WPM+ 2ip 0,3 мл/л; ½ WPM+ 2ip 1,0 мл/л +Экопин 0,5 мл/л, ½WPM+ 2ip 0,3 мл/л.

Растения культивировали в условиях световой комнаты, где поддерживали температуру 24°C, 16-часовой фотопериод и освещение лампами с белыми и красными светодиодами с интенсивностью PPFD 72 мкмоль/с/м².

Состояние растений-регенерантов оценивали через 30 дней после черенкования по следующим признакам: высота побегов (см), длина корней (см), количество побегов и корней (шт.).

Частоту каллусообразования определяли по количеству эксплантов, давших каллус, от общего числа эксплантированных.

Обработку экспериментальных данных проводили, применяя пакет программ MS Excel.

Результаты и обсуждение. Исследуемые виды растений существенно отличались по способности к образованию корней *in vitro*. Микропобеги эстрагона на питательных средах MS и WPM через 30 дней культивирования в 100 % случаях формировали корни (табл. 1). Образование адвентивных корней происходило в основании побегов, при длительном выращивании (60 дней) – на побеге.

Таблица 1.

Влияние состава питательной среды на побего- и корнеобразование *A. dracuncululus*

Состав питательной среды и концентрация фитогормонов (мл/л)	Кол-во побегов, шт.	Высота побегов, см	Кол-во корней, шт.	Длина корней, см	Частота каллусообразования, %	Интенсивность роста каллуса*
MS+6-БАП (0,5)	6,6±1,04	4,75±0,52	2±0,20	0,8±0,33	25	+
MS+6-БАП (0,5)+Домоцвет (0,5)	6,5±1,25	3,96±0,31	3,1±0,50	0,5±0,21	-	-
WPM+2ip (0,3)	4,67±0,47	6,29±1,36	7,67±2,05	1,8±0,30	-	-
WPM+2ip (1,0)	3,22±0,40	5,71±0,61	6,6±1,06	6,6±1,06	-	-

Примечание: * + - низкая интенсивность роста, ++ - средняя интенсивность роста, +++ - высокая интенсивность роста.

Наиболее эффективной на стадии укоренения растений-регенерантов эстрагона является питательная среда WPM в присутствии цитокинина 2ip в концентрации 0,3 и 1,0 мл/л. В зависимости от концентрации фитогормонов, на 30-й день выращивания растений среднее количество побегов составило 4,67–3,22 шт., высота побегов – 6,29–5,71 см, количество корней – 7,67–6,6 шт. со средней длиной 1,8 и 2,16 см соответственно. На питательной среде WPM количество и длина корней в 2,5–3 раза выше, чем на модифицированной среде MS.

Инициация каллуса отмечалась только на среде MS с 6-БАП (0,5 мл/л), при этом частота каллусообразования составила 25%, интенсивность роста каллуса была низкой.

Для индукции ризогенеза у микропобегов шлемника байкальского использовали питательную среду WPM, дополненную 2ip и/или экопином в разных концентрациях (табл. 2).

На среде WPM с цитокинином 2ip в концентрации 0,3 мл/л наблюдается активное развитие побегов (более 9 тонких и длинных побегов (8,4 см)) и корней (в среднем 5 шт.) длиной 2,5 см. Адвентивные корни образуются в основании побега, при длительном выращивании (3 месяца) – по всей длине стебля. На питательной среде данного состава отмечается 100 % частота каллусообразования, интенсивность роста каллуса средняя.

Таблица 2.

Влияние состава питательной среды на побего- и корнеобразование *Scutellaria baicalensis*

Состав питательной среды и концентрация фитогормонов (мл/л)	Кол-во побегов, шт.	Высота побегов, см	Кол-во корней, шт.	Длина корней, см	Частота каллусообразования, %	Интенсивность роста каллуса*
WPM + 2ip (0,3)	9,87±1,36	8,4±1,13	5±0,86	2,5±0,83	100	++
½ WPM + 2ip (1,0) + экопин 0,5	3,6±0,80	10,2±1,82	6,1±1,03	1,4±0,20	100	++
½ WPM + 2ip (0,3)	7,6±1,08	8,7±1,34	9,3±1,56	1,6±0,20	100	+++

Примечание: * + - низкая интенсивность роста, ++ - средняя интенсивность роста, +++ - высокая интенсивность роста.

Среда ½ WPM с уменьшенным вдвое содержанием минеральных солей, дополненная 2ip в концентрации 0,3 мл/л способствовала образованию большого количества побегов (7,6 шт.) и их активному росту в течение всего периода выращивания. При изменении концентрации минеральных солей в питательной среде наблюдалась 100 % частота каллусообразования с высокой интенсивностью роста каллуса. Формирующийся каллус имел вначале белую, затем светло-зеленую окраску и рыхлую консистенцию. Каллус развивался в основании побега и дифференцировался в корни. В результате образуется большое количество корней (9,3 шт.), средняя длина которых через 12 недель выращивания составляет 1,6 см.

Среда ½ WPM с уменьшенным вдвое содержанием минеральных солей и повышенной до 1,0 мл/л концентрацией 2ip в присутствии стимулятора роста экопина (0,5 мл/л) инициировала формирование и рост побегов до 3,6 шт., высотой в среднем 10,2 см. На среде данного состава отмечается 100% частота каллусообразования с средней интенсивностью роста каллуса. Ризогенез наблюдается в 40 % случаев, образование тонких нитевидных корней происходило из рыхлого каллуса.

Заключение. Установлено, что на стадии укоренения растений-регенерантов эстрагона наиболее эффективной является питательная среда WPM в присутствии цитокинина 2ip в концентрации 0,3 и 1,0 мл/л.

Для шлемника байкальского на питательной среде WPM инициация ризогенеза связана с высокой частотой каллусообразования и средней и/высокой интенсивностью роста каллуса, что может привести к низкой эффективности адаптации растений-регенерантов к условиям *ex vitro*. Однако, среда WPM представляет несомненный интерес т.к., может быть использована для получения первичного каллуса шлемника байкальского в культуре *in vitro*.

Литература:

1. Демидчик В. В. Микрклональное размножение растений / В. В. Демидчик, М. А. Черныш, Т. И. Дитченко // Наука и инновации/ – 2019. – № 6 (196). – С. 4-11.
2. Деменко В. И. Укоренение – ключевой этап размножения растений *in vitro* / В. И. Деменко, К. А. Шестибратов, В. Г. Лебедев // Известия ТСХА. – 2010. – Вып. 1. – С. 73-85.
3. Brian C. H. Micropropagation of the Cold-hardy apple rootstock KSC-3 / C. H. Brian, G. Hicks // Can. J. of Plant Sci. – 1989. – V. 69.1.2. – P. 555-564.
4. Reiner I. Control of Morphogenesis in Plant Tissue culture by Hormones and Nitrogen Compounds // Plant growth substances/ – 1970. – P. 686-694.
5. Geneve R. L. Root Formation in Cuttings of English Ivy treated with Paclobutrazol // Hort. Sci. – 1980. – V. 25. – P. 16.
6. Растительные ресурсы СССР. Цветковые растения, их химический состав, использование. Семейство Asteraceae. – СПб., 1993. – С. 43-45.

7. *Artemisia dracunculus* (Tarragon): A Review of Its Traditional Uses, Phytochemistry and Pharmacology / Н. Ekiert, J. Srwiatkowska, E. Knut [et al.] // *Front. Pharmacol.* – 2021. – 12:653993. – DOI: 10.3389/fphar.2021.653993.
8. Шлемник байкальский: Фитохимия и фармакологические свойства / Е. Д. Гольдберг, А. М. Дыгай, В. И. Литвиненко [и др.]. – Томск: ТГУ, 1994. – 222 с.
9. Инюткина А. Г. Введение в культуру *in vitro* *Artemisia dracunculus* L. / А. Г. Инюткина, Н. А. Егорова // *Бюллетень Никитского ботанического сада.* – 2009. – Вып. 98. – С. 9-13.
10. Mackay W. A. Factors affecting *in vitro* shoot proliferation of French tarragon / W. A. Mackay, S. L. Kitto // *HortScience.* – 1988. – Vol. 113. – № 2. – P. 282-287.
11. Зарипова А. А. Введение в культуру *in vitro* шлемника байкальского // *Бюл. Бот. сада Сарат. гос. ун-та.* – 2016. – Т. 14. – Вып. 1. – С. 94-98.
12. Броноских Е. Д. Введение в культуру *in vitro* шлемника байкальского / Е. Д. Броноских, Н. С. Пивоварова // XXII Всерос. конф. молодых учёных «Биотехнология в растениеводстве, животноводстве и сельскохозяйственной микробиологии». – Сборник науч. тр. – М.: ФГБНУ ВНИИСБ, 2022. – С. 80-81.
13. Саматова М. И. Микроклональное размножение шлемника байкальского *Scutellaria baicalensis* Georgi // IX Междунар. шк.-конф. для студ., асп. и мол. ученых «Фундаментальная математика и ее приложения в естествознании». – Уфа: БГУ, 2016. – С. 392.
14. Технология выращивания эфиромасличных культур в закрытых системах / П. Н. Макаров, Т. А. Макарова, З. А. Самойленко, Н. М. Гулакова // *Вестник Нижневартовского государственного университета.* – 2020. – № 2. – С. 53-59.
15. Оценка продуктивности и качества эстрагона и тимьяна обыкновенного при выращивании в светокультуре / П. Н. Макаров, Т. А. Макарова, З. А. Самойленко [и др.] // *Вестник Казанского гос. аграрного ун-та.* – 2021. – №4 (64). – С. 24-29. – DOI: <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2022-24-29>.
16. Бугенко Р. Г. Культура изолированных тканей и физиология морфогенеза растений. – М.: Наука, 1964. – 272 с.
17. Калинин Ф. Л. Методы культуры тканей в физиологии и биохимии растений / Ф. Л. Калинин, В. В. Сарнацкая, В. Е. Полищук. – Киев: Наукова думка, 1980. – 320 с.

УДК 582.572.225:581.4

ОПЫТ ИНТРОДУКЦИИ ЛУКА ПОБЕДНОГО В КОЛЛЕКЦИИ БОТАНИЧЕСКОГО САДА г. СУРГУТА

Казанцева И.Р., Самойленко З.А., Турбина И.Н.
Сургутский государственный университет, Сургут,
e-mail: zoyasl@yandex.ru

Аннотация. В работе представлены результаты интродукционного исследования редкого, лекарственного и пищевого вида *Allium victorialis* L. – лука победного (черемши) в условиях культуры ботанического сада Сургутского государственного университета (Ханты-Мансийский автономный округ – Югра). Установлено, что сезонное развитие характеризуется короткой вегетацией, феноритмотипом – весенне-раннелетнезеленым, с приуроченностью сроков начала цветения к поздневесеннему – раннелетнему периоду. Данный вид успешно проходит все стадии жизненного цикла, устойчив в культуре и перспективен для выращивания в условиях региона.

Ключевые слова: ботанический сад, интродукция, лук победный, черемша, *Allium victorialis*.

INTRODUCTION EXPERIENCE OF THE *ALLIUM VICTORIALIS* IN THE COLLECTION OF SURGUT BOTANICAL GARDEN

Kazanceva I.R., Samoylenko Z.A., Turbina I.N.
Surgut State University, Surgut,
e-mail: zoyasl@yandex.ru

Abstract. The article presents the results of an introduction study of a rare, medicinal and food species *Allium victorialis* L. – victorious onion (ramson) in the culture of the Botanical Garden of Surgut State University (Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Yugra). It has been established that the seasonal development is characterized by a short vegetation period, the phenorhythmotype is spring-early summer green, with the timing of the beginning of flowering coincided with the late spring - early summer period. This species successfully goes through all stages of the life cycle, is stable in culture and is promising for cultivation in the region.

Keywords: botanical garden, introduction, victorious onion, wild garlic, *Allium victorialis*.

Проблема поиска, изучения и охраны редких видов растений на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры является особенно актуальной в связи с возрастанием техногенной нагрузки на естественные экосистемы. Когда редкие виды имеют пищевое и лекарственное значение возникает угроза их полного исчезновения в виду изъятия населением из природных местообитаний. Таким видом на территории округа является лук победный или черемша (*Allium victorialis* L.) – ценное пищевое, витаминное и лекарственное растение, ресурсы которого имеют большое экономическое значение в южной части Сибири. В надземной фитомассе лука победного содержится аскорбиновая кислота, эфирное масло с резким чесночным запахом, белок, много сахаров (фруктоза, глюкоза, сахароза). Экстракты

этого лука обладают антибиотическими, антиоксидантными и антибактериальными свойствами выводят наркотические соединения, нейтрализует токсины [9]. *Allium victorialis* также обладает антимутагенной, проапоптотической и антиметастатической активностью. Поэтому его экстракты могут служить полезной добавкой для профилактики и лечения рака [10].

Allium victorialis относится к числу редких растений и охраняется не только на территории ХМАО – Югры (3 категория), но и во многих регионах России. Внесен в Красные Книги: Тюменской, Челябинской, Свердловской, Омской областей. В ХМАО – Югре, где проходит северная граница западносибирской части ареала этого вида, *Allium victorialis* был известен только в нескольких пунктах: долина реки Ляпин, в округе посёлка Чехломей на реке Вах, в округе села Большой Ларьяк и в бассейне реки Большой Юган [5], а в 2018 г. обнаружена популяция на территории Сургутского района [7]. Численность популяций данного растения не высокая, что связано с биологическими особенностями вида и длительным периодом возобновления популяций после сбора надземной части.

Одним из известных способов сохранения редких видов растений является интродукция. Сохранение лука победного в коллекции ботанического сада СурГУ позволит детально изучить экологические свойства вида, особенности развития и размножения в климатических условиях ХМАО и тем самым выявить возможности его сохранения в естественной среде. Культивирование черемши из местной популяции позволит планировать работу по реинтродукции вида в подходящие местообитания округа. Интересен вопрос о создании промышленных плантаций черемши, способных обеспечить как пищевую, так и медицинскую потребность региона.

Целью работы явилось изучение особенностей развития и размножения лука победного в культуре в условиях г. Сургута (Ханты-Мансийский автономный округ – Югра) для сохранения аборигенных популяций и экологического просвещения населения.

Работа проводилась в ботаническом саду СурГУ в период 2020–2022 гг. Территория расположена в центральной части Западно-Сибирской равнины в зоне средней тайги. Климат территории резко континентальный, с суровой продолжительной зимой (до 9 мес.) и сравнительно теплым летом. Средние многолетние метеорологические данные – сумма осадков 676 мм, температура воздуха $-3,1^{\circ}\text{C}$, вегетационный период 120–130 дней, снежный покров держится 201 день, почвы дерново-подзолистые.

Фенологические наблюдения растений проводили по методике И. Н. Бейдемман [1], классификация феноритмотипов давалась по И. В. Борисовой [2]. При учете зимостойкости, устойчивости к неблагоприятным метеорологическим условиям, вредителям и болезням и при определении коэффициента размножения применяли общепринятые рекомендации [6], статистическая обработка экспериментальных данных проводилась с использованием стандартных методов по Б. А. Доспехову [4].

В коллекцию ботанического сада лук победный был завезен в 2019 г. из природной популяции, обнаруженной в Сургутском районе в 2018 г. На протяжении последующих лет изучали фенологию и морфологические особенности растений. Первые результаты интродукционных исследований показали, что начало весеннего отрастания *Allium victorialis* начинается 30 апреля – 2 мая, сразу после схода снега (табл. 1). Начало вегетационного периода приходится на 7–20 мая, в зависимости от погодных условий. Цветение начинается вслед за раскрытием чехлика цветоноса и наблюдается 4–5 дней, приходится на 18 мая – 7 июня. Лук победный по ритму цветения относится к поздневесенне-раннелетнецветущим растениям, цветки у него начинают раскрываться 12–27 мая. По продолжительности цветения данный вид короткоцветущий, цветение длится около 17–22 дней, продолжительность цветения очень сильно зависит от погоды. Среднее число соцветий у растений черемши в 2020 г. составляло 2 шт., в 2021 – 5 шт. (максимальное число – 9 шт.), а в 2022 году достигало 16 шт. Среднее число цветков в соцветии насчитывает 38,6 шт., средняя высота соцветия – 2,6

см. С момента интродукции растения ежегодно плодоносили, начало плодоношения приходится на вторую половину июня. Семена созревают в середине июля, с последующей диссеминацией. Рост растений прекращается во второй декаде июля, к середине августа наблюдается отмирание надземной массы.

Таблица 1.

Сроки наступления фенологических фаз у лука победного при интродукции в условиях г. Сургута

Фенодаты	2020	2021	2022
Отрастание растений	30 апреля	27 апреля	2 мая
Начало вегетационного периода	7 мая	14 мая	20 мая
Начало бутонизации	12 мая	16 мая	27 мая
Начало цветения	7 июня	18 мая	22 мая
Массовое цветение	9 июня	22 мая	27 мая
Конец цветения	13 июня	15 июня	17 июня
Начало плодоношения	16 июня	22 июня	1 июля
Начало отмирания листа	30 июня	20 июля	23 июля
Конец вегетации	27 августа	18 августа	25 августа

Биометрические показатели растений в течение трех лет наблюдений свидетельствуют о хорошей адаптации растений к условиям ботанического сада, что проявляется в увеличении количества цветков в соцветии и общего числа соцветий (рис. 1). Так, среднее число соцветий в 2022 году в условиях Сургута достигало 16 шт., тогда как в природной популяции в Сургутском районе количество соцветий на одном растении не превышало 3, что говорит о благоприятных условиях ботанического сада для произрастания черемши в культуре.

Параметры исследуемых растений согласуются с данными по интродукции лука победного в ботанический сад института биологии Коми НЦ УрО РАН, так средняя высота лука там составила 44,6 см, а среднее количество соцветий – 2,1 шт. [3]. В Южно-Уральском ботаническом саду-институте в республике Башкортостан морфометрические показатели лука победного отличаются большими значениями [8], так число цветков достигает 76 шт., а высота генеративного побега до 51,5 см.

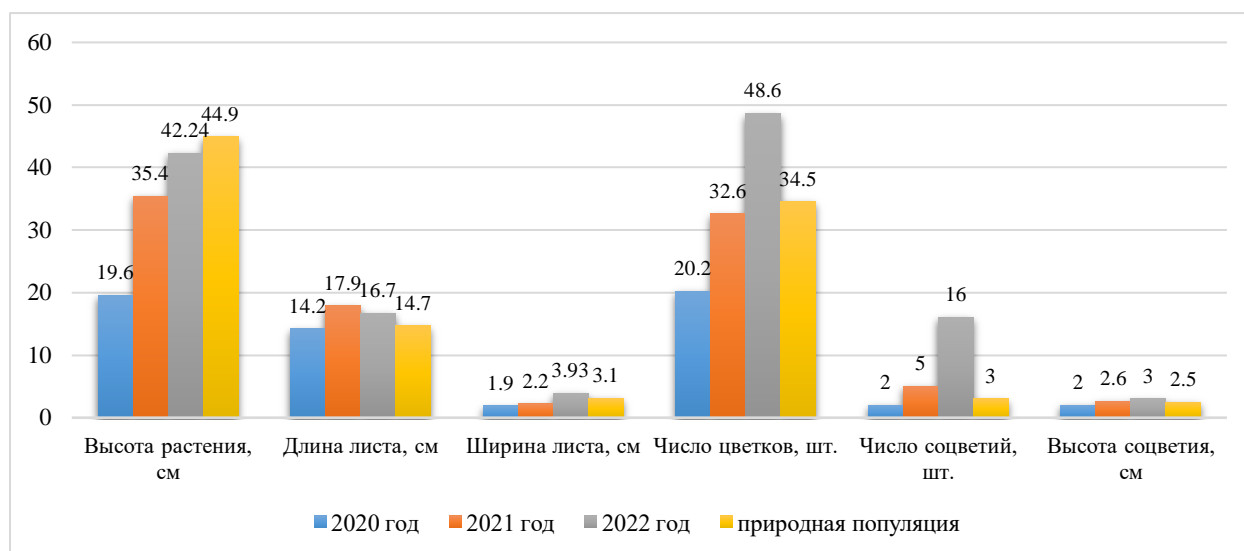


Рис. 1. Биометрические параметры лука победного в культуре ботанического сада СурГУ

и природной популяции в Сургутском районе ХМАО

В результате интродукционных исследований выявлено, что в условиях культуры у *Allium victorialis* происходит увеличение некоторых морфометрических параметров (число соцветий и цветков), по сравнению с природными условиями. Изучение биологических особенностей лука победного показало, что растения хорошо адаптировались, проходят все стадии жизненного цикла, устойчивы в культуре, зимостойки и перспективны для выращивания в условиях ХМАО-Югры. По феноритмотипу лук победный относится к коротковегетирующим с поздневесенне-раннелетнецветущим ритмом цветения. Данный вид можно использовать для создания искусственных плантаций в условиях ХМАО с целью использования в пищевой промышленности и медицине.

Литература:

1. Бейдемман И. Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. – Новосибирск: Наука, 1974. – 154 с.
2. Борисова И. В. Сезонная динамика растительного сообщества // Полевая геоботаника. – Л., 1972. – Т.4. – С. 5-36.
3. Волкова Г. А. Интродукция луковичных растений в ботаническом саду Ин-та биологии Коми НЦ УрО РАН / Г. А. Волкова, Н. А. Моторина, М. Л. Рябинина // Бюллетень ботанического сада Саратовского гос. ун-та. – 2014. – № 12. – С. 76-90.
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
5. Красная книга Ханты-Мансийского автономного округа – Югры: Животные, растения, грибы / отв. ред. А. М. Васин, А. Л. Васина. – 2-е изд. – Екатеринбург: Баско, 2013. – 460 с.
6. Методические указания по изучению коллекции многолетних кормовых трав. – Л., 1979. – С. 3-101.
7. Свириденко Б. Ф. Находка новой популяции лука победного *Allium victorialis* (Alliaceae) в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре / Б. Ф. Свириденко, З. А. Самойленко // Вестник СурГУ. – 2018. – № 4 (22). – С. 55-58.
8. Тухватуллина Л. А. Теневые луки при интродукции в Южно-Уральском Ботаническом саду-институте / Л. А. Тухватуллина, О. Ю. Жигунов // Бюллетень ГНБС. – Уфа. – 2019. Вып. 130. – С. 73-78.
9. Ульянова Т. Целительные свойства лука. – СПб.: Питер-Пресс, 1998. – 192 с.
10. Chemopreventive and Anticancer Activities of *Allium victorialis* var. *platyphyllum* Extracts / H. J. Kim, M. J. Park, H. J. Park [et al.] // J CancerPrev. – 2014. – Sep;19(3) : 179-86. – DOI: 10.15430/JCP.2014.19.3.179.

УДК 633.87 : 631.53

ОСОБЕННОСТИ УКОРЕНЕНИЯ И АДАПТАЦИИ РАСТЕНИЙ-РЕГЕНЕРАНТОВ *DASIPHORA FRUTICOSA* L.

Казиева А.Ю., Макарова Т.А.
Сургутский государственный университет, Сургут,
e-mail: amina.kazieva.2015@mail.ru

Аннотация. В статье представлены данные по укоренению и адаптации эксплантов лапчатки кустарниковой (*Dasiphora fruticosa* L.) методом микроклонального размножения. Установлено влияние фитогормонов на процессы ризогенеза *in vitro*. Отмечено, что адаптацию растений к условиям *ex vitro* целесообразно проводить методом гидропоники.

Ключевые слова: *Dasiphora fruticosa*, микроклональное размножение, лапчатка кустарниковая, адаптация растений, ризогенез, условия *in vitro*.

FEATURES OF ROOTING AND ADAPTATION REGENERANT PLANTS OF *DASIPHORA FRUTICOSA* L.

Kazieva A.Yu., Makarova T.A.
Surgut State University, Surgut,
e-mail: amina.kazieva.2015@mail.ru

Abstract. The article presents data on rooting and adaptation of shrubby cinquefoil (*Dasiphora fruticosa* L.) explants by microclonal propagation. The effect of phytohormones on the processes of rhizogenesis *in vitro* was established. It is noted that adaptation of plants to *ex vitro* conditions is advisable to carry out by hydroponics.

Keywords: *Dasiphora fruticosa*, micropropagation, shrubby cinquefoil, plant adaptation, rhizogenesis, *in vitro* conditions.

Лапчатка кустарниковая, или курильский чай (*Dasiphora fruticosa* L., син. *Potentilla fruticosa* L., *Pentaphylloides fruticosa* L.) – многолетний кустарник из семейства Розоцветные (Rosaceae). Растение с давних пор пользуется большой популярностью в народной медицине Китая, Тибета, Монголии и ряда областей России, благодаря выраженным гипогликемическим, антиоксидантным, противоаллергическим свойствам [1; 2]. Водные экстракты курильского чая могут быть использованы при застоях лимфы, для ускорения ее циркуляции по организму [3].

Кустарник имеет большое декоративное значение и пользуется популярностью в садово-парковом строительстве в регионах с резко-континентальным климатом, благодаря устойчивости к резким колебаниям температур, длительному цветению (с июня по сентябрь), устойчивости к болезням и неприхотливости к условиям окружающей среды. Растение является отличным медоносом и препятствует развитию эрозии почвы [4; 5]. В литературе известно более 100 сортов курильского чая, но ни один из них не внесен в Государственный реестр сортов РФ. Одним из наиболее популярных сортов является сорт Elizabeth.

На сегодняшний день природные популяции лапчатки кустарниковой резко сокращаются, что вызвано высокой антропогенной нагрузкой на экосистему и низкой конкурентной способностью растения. По этой причине курильский чай внесен в Красную книгу Ханты-Мансийского округа – Югры (2013) – III категория – редкий вид, а также в Красные книги Республики Башкортостан (2011), Тюменской области (2013), Республики Коми (2019) и ряда других регионов России [6–9]. В связи с чем вопросы ускоренного размножения ценных лекарственных и декоративных растений приобретают все большую актуальность.

Лапчатка кустарниковая в естественных условиях размножается плохо, что связано с поздним цветением [1]. Традиционные способы размножения трудоёмки и малоэффективны, потому что всхожесть семян низкая. Для решения проблемы ускоренного размножения лекарственного растения была предпринята попытка размножения биотехнологическим способом, а именно микроклональным размножением [10; 11]. Микроклональное размножение растений – инновационный способ вегетативного размножения, который в настоящее время широко используется для получения большого количества генетически идентичных растений в короткие сроки.

Цель работы – изучить влияние гормонального состава питательной среды на ризогенез *Dasiphora fruticosa* L. *in vitro* и оценить эффективность методов адаптации растений-регенерантов к условиям *ex vitro*.

Материалы и методы. Объектом исследования являлся курильский чай кустарниковый (*Dasiphora fruticosa*) – многолетний невысокий (100–150 см) прямостоячий кустарник. Листья, сильно опушенные с двух сторон, непарноперистые, с 5–7 листочками, имеющие яйцевидные, сросшиеся с черешком прилистники. Цветки ярко-желтые, собраны в дихазии. Цветение продолжительное: с конца мая до глубокой осени, плодоношение до середины ноября. Плоды мелкие сборные семянки, слегка опушенные и заостренные [12]. Курильский чай кустарниковый на территории ХМАО – Югры – аборигенный вид.

Курильский чай сорта Elizabeth – невысокий листопадный кустарник (0,4–0,9 м) с подушковидной кроной, диаметром куста – 0,8–1,2 м, с мелкими, серо-зелеными, сильно опушенными листьями, крупными (до 4 см) бледно-желтыми цветками и длительным периодом цветения: с поздней весны до ранней осени. Сорт Elizabeth – декоративное растение коллекции Ботанического сада СурГУ (г. Сургут).

Материнские растения для введения в культуру *in vitro* выращивали из семян методом гидропоники [13]. Работы по микроклональному размножению *Dasiphora fruticosa* проводили в период 2020–2022 гг. по общепринятым методикам.

Микропобеги укореняли на питательной среде Мурасиге-Скуга (MS), дополненной ауксином индолилмасляной кислотой (ИМК), цитокинином 6-бензиламинопурином (6-БАП) и адаптогеном эпином в течение 2–3 месяцев. В качестве контроля для оценки ризогенеза использовали питательную среду MS с концентрацией 6-БАП и ИМК 0,5 мл/л.

Экспланты выращивали в условиях световой комнаты, где поддерживали температуру +24°C, 16-часовой фотопериод и освещение лампами с белыми и красными светодиодами с интенсивностью PPFD 72 мкмоль/с/м².

При адаптации пробирочных растений к условиям *ex vitro*, растения с хорошо развитой корневой системой доставали из пробирок с помощью пинцета, очищали от питательной среды, после чего корни стерилизовали в 0,5 % водном растворе перманганата калия (KMnO₄), с последующей промывкой в дистиллированной воде. Затем растения высаживали в горшочки с стерильным керамзитом и накрывали крышкой для поддержания оптимальной влажности. Полив водой производили ежедневно в течение 7 дней. Адаптацию растений-регенерантов проводили в гидропонных установках с системой периодического затопления при температуре +23°C, влажности воздуха 60–70 %, освещении белыми лампами, световой поток которых 8000 лм, 16-часовом фотопериоде.

Состояние растений-регенерантов оценивали каждые 10 дней после черенкования по следующим признакам: высота растения (см), длина корней (см).

Обработку экспериментальных данных проводили, применяя пакет программ MS Excel.

Результаты и обсуждения. При укоренении эксплантов лапчатки кустарниковой на третьем этапе микроклонального размножения было установлено, что длина корней в среднем значительно возрастает при увеличении концентрации цитокинина с 0,5 мл/л до 1,0 мл/л и при добавлении в питательную среду адаптогена эпина в концентрации 0,1 мл/л (рис. 1, 2).

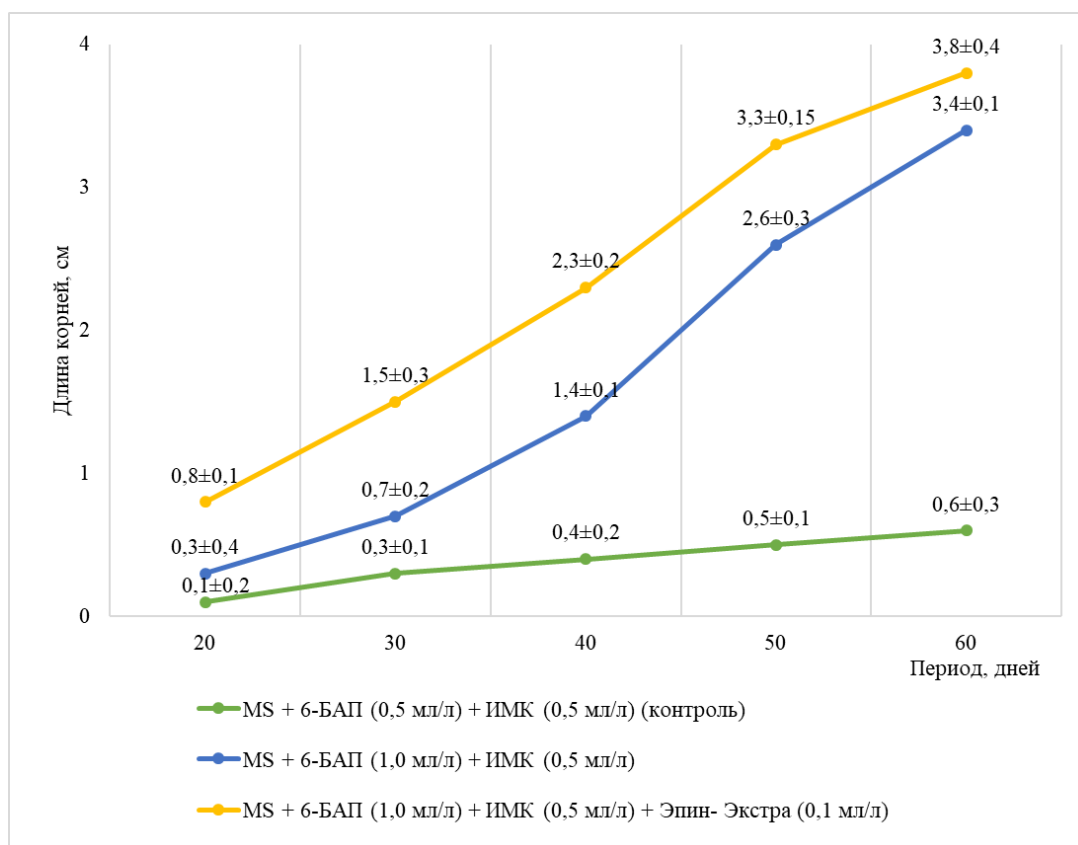


Рис. 1. Динамика роста корней *Dasiphora fruticosa* сорта Elizabeth

В среднем длина корней эксплантов сорта Elizabeth оказалась незначительно меньше, чем аборигенного вида во всех вариантах опыта, но существенно больше контроля. Через 60 дней выращивания растений при концентрации 6-БАП 0,5 мл/л и ИМК 0,5 мл/л длина корней у сорта Elizabeth составила 0,6 см (контроль), при концентрации 1,0 мл/л – 3,4 см, у аборигенных растений – 0,7 и 3,8 см соответственно.

При добавлении в питательную среду препарата Эпин–Экстра, длина корней микроклонов аборигенного вида и сорта Elizabeth значительно возрастает по сравнению с контролем (без эпина): 4,3 и 0,7 см, 3,8 и 0,6 см соответственно.

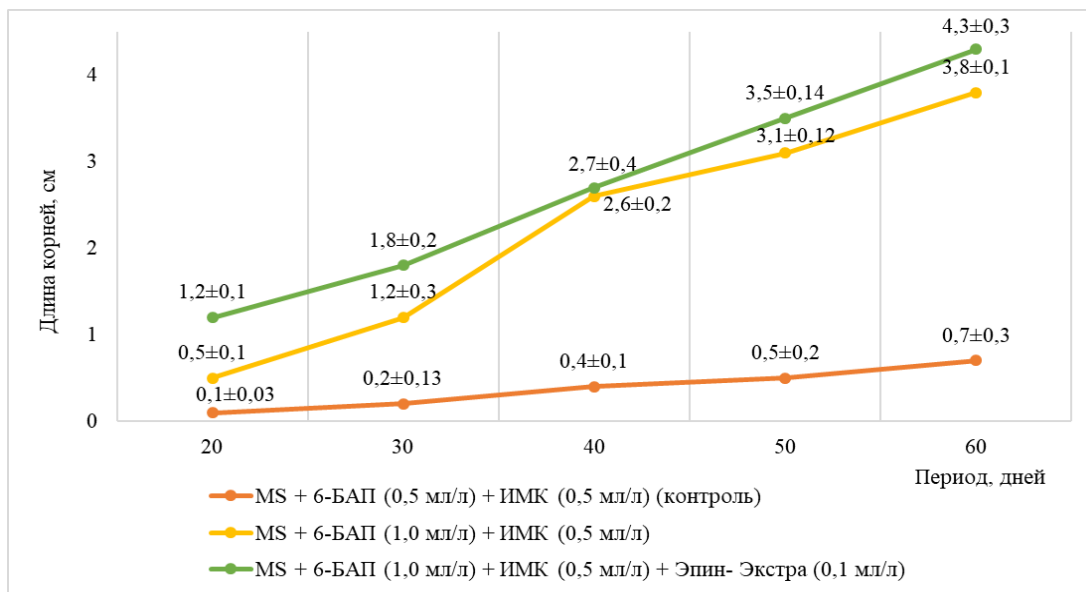


Рис. 2. Динамика роста корней *Dasiphora fruticosa* аборигенной формы

Адаптацию растений-регенерантов к условиям *ex vitro* рекомендуют проводить разными способами. Самый распространенный – адаптация эксплантов в почве. При таком методе адаптации вероятность гибели растений сильно возрастает в связи с тем, что корни растений, полученные *in vitro*, имеют особое анатомическое строение, их сосуды часто не связаны с сосудами побега, у них отсутствуют корневые волоски, способные к активному питанию [14]. В нашем случае при высадке укоренившихся растений в почвогрунт наблюдалось увядание, некроз и опадение листьев, в условиях повышенной влажности происходило образование плесени. После двух недель выращивания растения погибали.

Адаптация растений-регенерантов в гидропонной установке имеет ряд преимуществ – прежде всего, возможность контролировать параметры выращивания (регулировать микроклимат, оптимизировать минеральное питание), что способствует высокому уровню приживаемости растений (60 %) в условиях *ex vitro* (рис. 3).

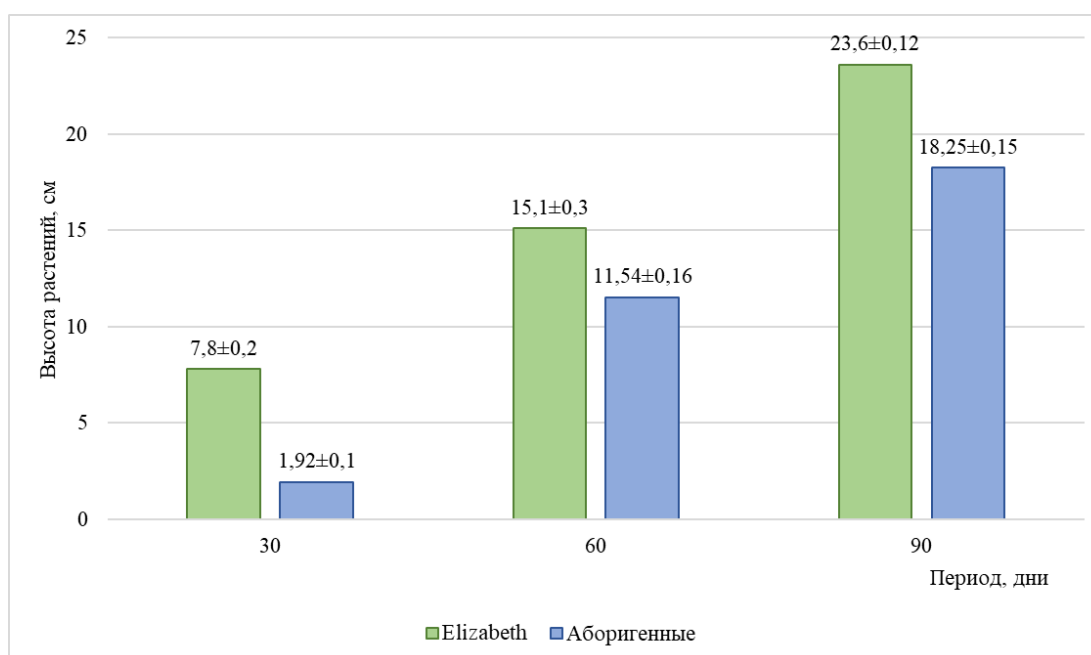


Рис. 3. Динамика роста растений *D. fruticosa* при адаптации в условиях гидропоники

Рост и развитие растений в контролируемых условиях закрытой системы зависит от генотипа и сортовых особенностей *D. fruticosa*. Наиболее отзывчивым на условия выращивания в гидропонике оказался сорт Elizabeth. Через 60 дней высота растений достигает 15,1 см, 90 дней – 23,6 см, тогда как у аборигенного вида – 11,5 и 18,2 см соответственно. Растения имеют хорошо облиственный стебель, развитую корневую систему и готовы к посадке в открытый грунт.

Заключение. Оптимальной средой для ризогенеза *D. fruticosa* в культуре *in vitro* является MS в сочетании с фитогормонами 6-БАП (1,0 мл/л) + ИМК (0,5 мл/л) + эпин (0,1 мл/л).

Адаптацию растений к условиям *ex vitro* целесообразно проводить методом гидропонии. При оптимальных условиях культивирования приживаемость растений-регенерантов составляет 60 %. Рост растений в контролируемых условиях происходит с ускорением и сокращением фенологических сроков развития. В процессе выращивания *D. fruticosa* данным способом можно получать не только посадочный материал, но и лекарственное сырье высокого качества.

Литература:

1. Мифтахова С. А. Биология редкого вида – курильского чая (*Pentaphylloides fruticosa*) – в культуре на севере / С. А. Мифтахова, О. В. Скроцкая, К. С. Зайнуллина // Изв. Коми научного центра УрО РАН. – 2017. – №2 (30). – С. 30-36.
2. Храмова Е. П. Род *Pentaphylloides* Hill (*Rosaceae*) Азиатской России (фенольные соединения, элементный состав в природе и культуре, хемотаксономия): дис. ... д-ра биол. наук. – Новосибирск, 2016. – 437 с.
3. Банул Н. В. Структура стенки тонкой кишки и ее лимфатического региона в условиях применения химиотерапевтических средств с последующей коррекцией экстрактом курильского чая в эксперименте : автореф. дис. ... канд. мед наук. – Новосибирск, 2005. – 20 с.
4. Корзун Б. В. Морфобиологические особенности и способы размножения лапчатки кустарниковой (курильского чая) *Potentilla* L. в предгорной зоне республики Адыгея / Б. В. Корзун, Л. В. Вавилова // Новые технологии. – 2015. – №3. – С. 11-21.
5. Корзун Б. В. Новое растение в новом тысячелетии // МГТИ: м-лы междунар. науч.-практ. конф. – Майкоп, 2001. – С. 181-182.
6. Красная книга Республики Башкортостан: в 2 тт. – Т. 1. Растения и грибы. – 2-е изд., переработ. и доп. – Уфа : МедиаПринт, 2011. – 384 с.
7. Красная книга Республики Коми / под общ. ред. С. В. Дегтевой. – 3-е изд. – Сыктывкар: Коми республиканская типография, 2019. – 768 с.
8. Красная книга Тюменской области: животные, растения, грибы / отв. ред. О. А. Петрова. – Екатеринбург: Изд-во Уральского университета, 2004. – 496 с.
9. Красная книга Ханты-Мансийского автономного округа – Югры: животные, растения, грибы / отв. ред. А. М. Васин, А. Л. Васина. – Екатеринбург: Баско, 2013. – 460 с.
10. Казиева А. Ю. Особенности микрклонального размножения лапчатки кустарниковой / А. Ю. Казиева, Т. А. Макарова // Наука и инновации XXI века: м-лы VIII Всерос. науч.-практ. конф. – Сургут: ИЦ СурГУ, 2022. – С. 45-49.
11. Казиева А. Ю. Технология выращивания лапчатки кустарниковой *Pentaphylloides fruticosa* L. в условиях *in vitro*, сопряженной с гидропоникой // М-лы Всерос. конф.-конкурса мол. исследователей «Агробиоинженерия – 2022». – М. : Мегapolis, 2022. – С. 332-338.
12. Годин В. Н. Половой полиморфизм как фактор адаптации *Pentaphylloides fruticosa* (L.) O. Schwarz в Алтае-Саянской горной области : автореф. ... дисс. д-ра биол. наук. – Новосибирск, 2009. – 35 с.

13. Выращивание лапчатки кустарниковой методом гидропоники / А. Ю. Казиева, Т. А. Макарова, З. А. Самойленко, Н. М. Гулакова // Безопасный Север – чистая Арктика: материалы IV Всерос. науч.-практ. конф. – Сургут: ИЦ СурГУ, 2022. – С. 28-31.

14. Поляков С. А. Адаптация растений регенерантов земляники к неблагоприятным условиям / С. А. Поляков, С. П. Расторгуев, А. В. Верзилин // Повышение эффективности садоводства в современных условиях: м-лы Всерос. науч.-практ. конф. – Т. 2. – Мичуринск-Наукоград РФ, 2003. – С. 335-339.

УДК 615.32

АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЗВЕРБОЯ ПРОДЫРЯВЛЕННОГО

Крайник В.В., Полищук А.А., Шихбабаева И.З., Самойленко З.А.
Сургутский государственный университет, Сургут,
e-mail: krajnik_vv@surgu.ru

Аннотация. Спектрофотометрическим методом определено содержание фенольных соединений и антиоксидантная активность в надземной фитомассе зверобоя продырявленного, выращенного в условиях гидропоники и открытом грунте.

Ключевые слова: зверобой продырявленный, антиоксидантная активность, фенолы.

ANTIOXIDANT ACTIVITY OF PHENOLIC COMPOUNDS IN *HYPERICUM PERFORATUM*

Kraynik V.V., Polishchuk A.A., Shikhbabaeva I.Z., Samoylenko Z.A.
Surgut State University, Surgut,
e-mail: krajnik_vv@surgu.ru

Abstract. Content of total phenols and antioxidant activity of St. John's Wort (*Hypericum perforatum* L.) were investigated by spectrophotometric methods. Plants were grown in artificial-light and open ground culture.

Keywords: *Hypericum perforatum*; antioxidant activity; phenolic compounds.

Развитие окислительного стресса, обусловленное увеличенным образованием свободных радикалов в организме, сопровождается нарушениями в свойствах биологических мембран и функционировании клеток.

Защита от окисления мембранных липидов осуществляется с участием ферментативной системы и относительно низкомолекулярных биоантиоксидантов, выполняющих роль ловушек свободных радикалов. Однако этих эндогенных систем часто недостаточно для полной очистки от свободных радикалов. Их избыток связан с развитием хронических заболеваний, таких как рак, атеросклероз и ревматизм. Окислительный стресс также может играть важную роль в развитии нейродегенеративных расстройств, таких как болезни Альцгеймера и Паркинсона [1]. Биологически активные соединения, присутствующие в лекарственных растениях, могут помочь предотвратить окислительное повреждение клеток.

В последние годы потребление продуктов, полученных из зверобоя продырявленного (*Hypericum perforatum*), резко возросло, и в настоящее время это одно из наиболее потребляемых лекарственных растений во всем мире [2; 3; 4]. Трава зверобоя продырявленного содержит флавоноиды (рутин, гиперозид), антраценпроизводные (гиперицин, псевдогиперицин), флороглюцины (гиперфорин). Значительную роль играют дубильные вещества (до 13 %), каротиноиды (до 55 мг % каротина), витамин С (до 140 мг %), эфирное масло (до 0,2–0,3 %). Лекарственные препараты из надземной части зверобоя продырявленного оказывают вяжущее, антисептическое, сосудоукрепляющее,

антибиотическое, ранозаживляющее и психотропное действие. Кроме того, несколько брендов обычных пищевых продуктов, таких как напитки и йогурты, включают экстракты зверобоя в качестве добавок. За рубежом на основе зверобоя получают антидепрессантные средства, такие как «Деприм», «Негрустин» и «Гелариум Гиперикум», разрешенные для применения в РФ. Зверобой продырявленный является одним из компонентов тонизирующего напитка «Байкал» [2].

В связи с этим актуальным является изучение антиоксидантных свойств травы зверобоя продырявленного.

Цель работы. Изучение антиоксидантной активности экстрактов зверобоя продырявленного, выращенного с помощью гидропонного метода и в открытом грунте.

Материалы и методы. Объектами исследований были образцы зверобоя продырявленного сорта Оптимист, выращенные двумя способами. Первый способ (I) – гидропонным методом в двух вариантах освещения: светодиодное освещение с красными, синими, белыми диодами (ЦЛ) и с белыми диодами (БЛ); поддерживался 16-часовой световой режим. В культивационном помещении поддерживали температуру воздуха 22–25 °С, влажность воздуха – 55–65 %. Для питательного раствора применяли полностью растворимые в воде комплексные удобрения с микроэлементами и кальциевую селитру.

Второй способ (II) – в открытом грунте. В летний период растения в возрасте 5 месяцев со сформированной корневой системой были пересажены из гидропонных условий в открытый грунт [5]. Для дальнейшего сравнения использовалась их биомасса спустя 2 месяца выращивания в открытом грунте.

Зеленую массу растений срезали и исследовали надземную часть растений, высушенную традиционным способом в естественных условиях. Экстракты получали путем выдерживания измельченной биомассы растений с экстрагентом (водой) или водно-спиртовыми растворами с различным содержанием этилового спирта.

Для сравнения был взят аптечный фитопрепарат травы зверобоя продырявленного (III).

В приготовленных экстрактах спектрофотометрически определяли суммарное содержание фенольных соединений (ФС) [6] и антиоксидантную активность (АОА). АОА выполняли по методике, указанной в [7, стр. 26], в качестве стандартного вещества использовали аскорбиновую кислоту. Затем полученные результаты пересчитывали на показатель FRAP (ferric reducing antioxidant power), в соответствии с [8].

Результаты и обсуждение. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Антиоксидантные свойства экстрактов травы зверобоя продырявленного

Определяемый показатель	Условия выращивания			
	I		II	III
	ЦЛ	БЛ		
ФС, мг-экв галловой кислоты/г	19	21	16	18
FRAP, мкмоль/г	180	212	145	806

Как видно из таблицы 1, все исследуемые растения обладают сходным количеством фенольных соединений. Максимальное содержание фенольных соединений наблюдается для образцов, выращенных способом I под цветными лампами. Полученные результаты сравнимы с литературными данными для аналогичного растения, выращенного в естественных условиях – 11,9 мг-экв галловой кислоты/г [9]. АОА (FRAP) экстрактов исследуемого растения находится в диапазоне АОА различных сортов оолонг, зеленого и черного чая – 130–1000 мкмоль/г [10]. АОА закономерно изменяется, аналогично количеству фенольных соединений для растений, выращенных в Сургутском университете. Исключение составляет АОА, определенная для аптечного сырья. Полученные значения АОА для экстрактов зверобоя

лекарственного, приготовленного из аптечного препарата, значительно превышают таковые для выращенных лабораторных растений.

Литература:

1. Владимиров Ю. А. Свободные радикалы в биологических системах // Соросовский образовательный ж-л. – 2000. – С. 13-19.
2. Дрожжина М. В. Компонентный состав эфирного масла зверобоя продырявленного (*Hypericum perforatum* L.) / М. В. Дрожжина, А. А. Ефремов // Химическая наука и образование Красноярья: М-лы IV Региональной науч.-практ. конф., Красноярск, 13–15 мая 2010 г. / ред.: В. Г. Фадеев, Л. В. Долгушина. – Красноярск: КГПУ им. В. П. Астафьева, 2010. – С. 48-52.
3. Phytochemical and antioxidant characterization of *Hypericum perforatum* alcoholic extracts / В. А. Silva, F. Ferreres, J. O. Malva, A. C. Dias // Food Chemistry. – 2005. – Vol. 90. – P. 157-167.
4. Phenolic content, antioxidant and antifungal activities of acetonic, ethanolic and petroleum ether extracts of *Hypericum perforatum* L. / P. Z. Mašković, J. D. Mladenović, M. S. Cvijović [et al.] // Hem. ind. – 2011. – Vol. 65 (2). – P. 159-164.
5. Содержание биологически активных веществ в зеленых культурах, выращенных в светокультуре / П. Н. Макаров, Т. А. Макарова, З. А. Самойленко [и др.] // Безопасный Север – чистая Арктика : М-лы III Всерос. науч.-практ. конф., Сургут, 11–12 ноября 2020 г. – Сургут : СурГУ, 2020. – С. 271-279.
6. Патент № 2700787 С1 Российская Федерация, МПК G01N 33/00, A01G 7/00. Способ определения суммарного содержания фенольных соединений в растительных объектах: № 2019110069: заявл. 05.04.2019: опубл. 23.09.2019 / Т. Н. Николаева, П. В. Лапшин, Т. Л. Нечаева, Н. В. Загоскина; заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии растений им. К. А. Тимирязева Российской академии наук.
7. Методы оценки антиоксидантного статуса растений / Г. Г. Борисова [и др.]; отв. ред. Н. В. Чукина. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2012. – 72 с.
8. Benzie I. F. F. Ferric reducing/antioxidant power assay: Direct measure of total antioxidant activity of biological fluids and modified version for simultaneous measurement of total antioxidant power and ascorbic acid concentration / I. F. F. Benzie, J. J. Strain // Methods in Enzymology. – 1999. – P. 15-27.
9. Масленников П. В. Содержание фенольных соединений в лекарственных растениях ботанического сада / П. В. Масленников, Г. Н. Чупахина, Л. Н. Скрыпник // Изв. Российской академии наук. – Сер. биологическая. – 2013. – № 5. – С. 551.
10. Benzie I. F. F. Total Antioxidant Capacity of Teas by the Ferric Reducing/Antioxidant Power Assay / I. F. F. Benzie, Y. T. Szeto // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 1999. – Vol. 47(2). – P. 633-636.

УДК 634.7:631.589.2

АДАПТАЦИЯ КНЯЖЕНИКИ АРКТИЧЕСКОЙ К УСЛОВИЯМ *EX VITRO* С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИДРОПОННОЙ УСТАНОВКИ

Макаров С.С.¹, Чудецкий А.И.², Кульчицкий А.Н.³

¹Российский государственный университет –
Московская государственная сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, Москва;
Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, Архангельск,
e-mail: makarov_serg44@mail.ru

²Центрально-европейская лесная опытная станция, Кострома,
e-mail: a.chudetsky@mail.ru

³Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, Архангельск,
e-mail: 5060637@mail.ru

Аннотация. Приведены результаты исследований по адаптации растений княженики арктической сортов Астра и София, полученных путем клонального микроразмножения, к нестерильным условиям *ex vitro* с помощью гидропонного метода. Представлены данные о приживаемости и морфометрических показателях надземной и корневой систем растений на 20-е и 45-е сутки выращивания в условиях гидропонной установки.

Ключевые слова: княженика арктическая, адаптация, клональное микроразмножение, гидропоника.

ADAPTATION OF ARCTIC BRAMBLE TO *EX VITRO* CONDITIONS USING A HYDROPONIC SYSTEM

Makarov S.S.¹, Chudetsky A.I.², Kulchitsky A.N.³

¹Russian State Agrarian University –
Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow;
Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk,
e-mail: makarov_serg44@mail.ru

²Central European Forest Experimental Station, Kostroma,
e-mail: a.chudetsky@mail.ru

³Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk,
e-mail: 5060637@mail.ru

Abstract. The results of studies on the adaptation of plants of the arctic bramble of Astra and Sofia cultivars, obtained by clonal micropropagation, to non-sterile *ex vitro* conditions using the hydroponic method. The data on the survival rate and morphometric parameters of the above-ground and root systems of plants on the 20th and 45th days of cultivation in a hydroponic installation.

Keywords: arctic bramble, adaptation, clonal micropropagation, hydroponics.

Княженика арктическая (*Rubus arcticus* L.) – редкое и хозяйственно ценное в пищевом и лекарственном отношении лесное ягодное растение, плоды которого обладают уникальным приятным вкусом и ароматом и содержат большое количество витаминов. В природных

условиях данный вид произрастает преимущественно в холодной и умеренной зонах в северных широтах, встречается в странах Скандинавии, Северной Америки, Прибалтики, северных районах России [1; 2; 3]. Занимаемые княженикой площади невелики, в природных популяциях она плодоносит не каждый год и имеет низкую урожайность, поэтому целесообразно культивирование этого вида с использованием сортов и гибридных форм, для чего необходимо увеличение выпуска посадочного материала [4; 5; 6].

Одним из самых эффективных методов ускоренного получения посадочного материала на сегодняшний день является клональное микроразмножение, при этом процесс адаптации растений к условиям *ex vitro* является самым сложным его этапом [7; 8]. Совершенствование этапов укоренения и адаптации является актуальной задачей получения посадочного материала ягодных культур. Одним из перспективных методов адаптации может стать гидропонный способ выращивания, основными преимуществами которого являются: выращивание растений без почвы с применением искусственных субстратов различного происхождения; отсутствие патогенной почвенной микрофлоры и вредителей; использование малых площадей для непрерывного культивирования; возможность применения готовых долговечных гидропонных систем; многоспектральных светодиодных фитоламп в качестве источников искусственного освещения; комплексных минеральных удобрений с учетом биологических особенностей культуры; получение растительного сырья круглый год вне зависимости от сезона и климатических условий; возможность управления (в том числе автоматизированного) ростом и развитием растений на протяжении всего вегетационного периода; тщательный контроль качества готовой продукции [9; 10; 11].

Исследования проводили в 2019–2022 гг. В качестве объектов исследования использовали растения-регенеранты княженики арктической скандинавских сортов Астра и София, выращенные методом клонального микроразмножения [12]. Для каждого сорта было отобрано по 5 клонов. Растения адаптировали к условиям *ex vitro* в режиме периодического затопления в гидропонной установке «Система-4Д» горизонтального типа. Укоренившиеся в условиях *in vitro* растения-регенеранты княженики вынимали из пробирок, промывали в дистиллированной воде от агар-агара, помещали в контейнеры диаметром 6 см, заполненные на 1/3 объема стерильным керамзитом фракцией 0,5...1,0 см. Контейнеры с растениями размещали в культивационном помещении, где поддерживали оптимальные условия: температуру воздуха +23...+25°C, температура раствора +20°C, влажность воздуха – 55–65 %, 16-часовой световой период. Первые 3 сут. растения прикрывали прозрачной пленкой для увеличения влажности воздуха. Растения освещали белыми светодиодными лампами (световой поток – 8 тыс. лм, цветовая температура – 4000°K, PPF 165 мкмоль/с/м²), которые располагали на высоте 50 см от растений. Подачу питательного раствора (рН – 5,8...6,0) осуществляли в течение 15 мин 6 раз в сутки. Первые 10 дней культивации растений в гидропонной установке электропроводность питательного раствора составляла 0,8 мСм/см, далее в течение следующих 10 сут. концентрацию солей увеличивали до 1,3 мСм/см, а после 20 сут. культивации – до 1,8 мСм/см. Замену питательного раствора проводили каждые 7 сут. Выращивание княженики проводили в питательном растворе на основе растворимых комплексных удобрений Yara Ferticare Hydro (NPK 6:14:30) и кальциевой селитры.

Приживаемость микрорастений княженики, выращенных в условиях гидропонной установки, составила 98 %. Отмечена гибель единичных растений с плохо развитой корневой системой, причем такие растения погибали в течение первых 4–7 дней после высадки на адаптацию. У адаптируемых растений княженики установлены более сильные различия по морфометрическим показателям между клонами внутри сорта, чем между двумя сортами. У сорта Астра при высадке растений княженики конгломератами (без разделения на отдельные побеги) число побегов на 20-е сутки у разных клонов варьировало от 3 до 8 шт., число листьев – от 3 до 12 шт., почек – от 2 до 5 шт. Средняя длина побегов у растений этого сорта составляла в среднем 2,2–2,7 см.

После разделения конгломерата растения княженики сорта Астра характеризовались более активным ростом в высоту. Через 45 суток адаптации растения княженики арктической достигали высоты от 4,2 до 12,6 см, при этом число почек возобновления было меньше в 1,5 раза по сравнению с выращиванием растений конгломератами. У растений княженики сорта София (без разделения на побеги) ростовые параметры у разных клонов варьировали в значительных пределах: число побегов – от 3 до 8 шт., число листьев – от 3 до 10, число почек – от 2 до 6 шт., длина побегов – от 1,8 до 3,7 см.

Растения исследуемых сортов после разделения конгломерата начинали активно расти и формировать хорошо облиственные побеги. В среднем длина побегов у растений княженики сортов Астра и София на 20-е сутки составляла соответственно 2,4 и 2,6 см, на 45-е сутки – 7,9 и 8,7 см. После разделения на побеги растения обоих сортов формировали по 2–3 шт. почек возобновления. На 45-е сутки растения княженики арктической сорта София характеризовались несколько более высокими морфометрическими параметрами по сравнению с сортом Астра: число побегов было выше на 14%, число листьев – на 20 %, длина побегов – на 10 %.

Показатели развития корневой системы княженики зависели от сортовых особенностей и периода выращивания. При выращивании на 20-е сутки суммарная длина корней у растений сорта Астра была в 1,7 раза больше, чем у сорта София (при одинаковом числе корней). Однако после разделения побегов на 45-е сутки растения сорта София характеризовались более сильным развитием по сравнению с сортом Астра. Корневая система у растений сорта София, как и надземная система, развивалась лучше, чем у сорта Астра: суммарная длина корней была больше на 23 %, а число корней – на 30,3 %. Растения княженики через 38–45 суток представляли собой куст с несколькими побегами и имели хорошо развитую надземную и корневую систему.

Через 60 дней после высадки на адаптацию растения княженики формировали корни длиной 10–20 см, приросты побегов 20–30 см и были готовы к высадке в полевые условия. Полученные результаты позволяют говорить о перспективе использования гидропонного метода выращивания для адаптации сортового посадочного материала княженики арктической с целью дальнейшего культивирования на ягодных плантациях.

Литература:

1. Hultén E. Atlas of North European Vascular Plants North of the Tropic of Cancer / E. Hultén, M. Fries. – Königsstein: Koeltz Scientific Books, 1986. – 498 p.
2. Nectar Production of *Rubus arcticus* / K. Karp, M. Mänd, M. Starast, T. Paal // Agronomy Research. – 2004. – Vol. 2. – № 1. – P. 57-61.
3. Ragnar M. Åkerbär. Luleå: Black Island Books / M. Ragnar, P. Rytkonen, J. Hedh. – 2017. – 169 p.
4. Morphological and Molecular Identification to Secure Cultivar Maintenance and Management of Self-sterile *Rubus arcticus* / R. Kostamo, A. Toljamo, K. Antonius, S. O. Kärenlampi // Annals of Botany. – 2013. – Vol. 111. – Iss. 4. – P. 713-721.
5. Description of Three New Arctic Bramble Cultivars and Proposal for Cultivar Identification / H. Pirinen, P. Dalman, S. Kärenlampi [et al.] // Agricultural and Food Science in Finland. – 1998. – Vol. 7. № 4. – P. 455-468.
6. 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.
7. Сельскохозяйственная биотехнология и биоинженерия / В. С. Шевелуха, Е. А. Калашникова, Е. З. Кочиева [и др.] / под общ. ред. В. С. Шевелухи. – М.: URSS, 2015. – 715 с.
8. Деменко В. И. Адаптация растений, полученных in vitro, к нестерильным условиям / В. И. Деменко, В. А. Лебедев // Изв. ТСХА. – 2011. – Вып. 1. – С. 60-70.

9. Выращивание экологически чистой растительной продукции без почвы в многоярусных гидропонных установках / С. С. Медведев, Н. Г. Осмоловская, А. Ю. Батов [и др.]. – СПб.: Петрополис, 1996. – 68 с.
10. Вахмистров Д. Б. Растения без почвы. – М.: Рипол Классик, 2013. – 118 с.
11. Hydroponics as an Advanced Technique for Vegetable Production: an Overview / N. Sharma, S. Acharya, K. Kumar, O. P. Chaurasia // Journal of Soil and Water Conservation. – 2019. – Vol. 17. № 4. – P. 364-371.
12. Макаров С. С. Совершенствование технологии клонального микроразмножения княженики арктической / С. С. Макаров, И. Б. Кузнецова, В. С. Смирнов // Лесохозяйственная информация. – 2018. – № 4. – С. 91-97.

УДК 582.949/58.084

ПРОДУКТИВНОСТЬ И МОРФОЛОГО-АНАТОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СТРУКТУР ДУШИЦЫ ОБЫКНОВЕННОЙ, ВЫРАЩЕННОЙ МЕТОДОМ ГИДРОПОНИКИ

Мельник М.В., Самойленко З.А.

*Сургутский государственный университет, Сургут,
e-mail: melnik_mv@surgu.ru*

Аннотация. В данной статье приведены результаты микродиагностического анализа структур надземных частей душицы обыкновенной, выращенной с использованием гидропонного метода. Приведены данные по урожайности душицы обыкновенной в закрытой гидропонной системе.

Объектом исследования являлись растения душицы обыкновенной двух сортотипов (хемотипов): греческий и итальянский. При проведении исследований (апрель 2021 – июнь 2022) осуществлялся непрерывный процесс выращивания растений в закрытой гидропонной системе. При выращивании производился учет продуктивности по биомассе и морфолого-анатомический анализ структур.

Ключевые слова: душица обыкновенная, гидропонное выращивание, микродиагностика растений, продуктивность.

PRODUCTIVITY AND MORPHOLOGICAL AND ANATOMICAL ANALYSIS OF THE STRUCTURES OREGANO GROWN BY THE HYDROPONICS METHOD

Melnik M.V., Samoylenko Z.A.

*Surgut State University, Surgut,
e-mail: melnik_mv@surgu.ru*

Abstract. Article presents the results of a microdiagnostic analysis of the structures of the aerial parts of oregano grown using the hydroponic method. The data on the yield of oregano in a closed hydroponic system are given.

The object of the study were plants of common oregano of two varieties (chemotypes): Greek and Italian. During the research (April 2021 – June 2022), a continuous process of growing plants in a closed hydroponic system was carried out. During cultivation, biomass productivity and morphological and anatomical analysis were taken into account.

Keywords: *Origanum vulgare*, hydroponic cultivation, plant microdiagnostics, productivity.

Душица обыкновенная (*Origanum vulgare*) – одно из ценных пряно-ароматических растений. В настоящее время гидропонное выращивание можно рассматривать как метод, позволяющий круглогодично получать в сравнительно краткие сроки высококачественное растительное сырье. Однако гидропонный метод может применяться и в качестве решения проблемы излишнего изъятия дикоросов из мест естественного обитания. Также, может способствовать сокращению объема земель, задействованных для культурного выращивания и решить ряд логистических проблем, связанных с транспортировкой продукции растительного происхождения в отдаленные северные регионы.

Микроскопический анализ дает возможность точной оценки анатомо-диагностических особенностей измельченного и порошкообразного растительного сырья, и стандартизировать его. В связи с растущим интересом к отечественному сырью, методы его стандартизации и контроля приобретают большое значение [8].

В данном случае актуальным становится вопрос о соответствии выращиваемого сырья стандартам, регламентируемым утвержденными нормативными документами, а также оценка продуктивности и урожайности с единицы площади.

Материалы и методы исследования. Исследования проводились в лаборатории Сургутского государственного университета на многоярусной гидропонной установке с системой подтопления.

Анализ выращенного сырья проводился согласно фармакопейному стандарту, утвержденному для душицы обыкновенной (ФС.2.5.0012.15. Душицы обыкновенной трава) [1].

Для исследования соответствия исследуемого объекта предполагаемому наименованию и утверждения видовой принадлежности в каждом случае используют макро- и микроскопический анализ сырья. Люминесцентный и качественный химический анализы применяют реже по мере необходимости.

Урожайность определяли по общепринятой формуле с произведением перерасчета полученной массы на единицу площади:

$$\text{Средняя урожайность} = \frac{\text{Общий валовый сбор}}{\text{Общая посевная площадь}} [2].$$

Для оценки урожайности растительного сырья высчитывалось количество горшочков, помещаемых на 1 м² гидропонной установки, с учетом того, что поддон площадью 0,65 м² вмещает 62 горшочка.

Объектом исследования послужили растения душицы обыкновенной (орегано) двух сортотипов: греческий и итальянский. Использовались семена репродукции компании «Goodroot». Отличие сортотипов (хемотипов) заключается в территории репродукции семян: орегано греческий (Греция, 2019), орегано итальянский (Италия, 2019).

Данные сортотипы не внесены в государственный реестр, в соответствии с чем, дальнейший анализ проводился по стандартам, утвержденным для душицы обыкновенной.

Орегано греческий – растение 25–45 см высотой, с остроконечными темно-зелеными опушенными листьями длиной 2,5–3,5 см, шириной 1,5–2,5 см и белыми цветками. У орегано итальянского листья насыщенно-зеленые, плотные, покрыты ворсинками. Высота растения достигает 40–65 см. Длина листа 3,5–5 см, ширина – 2–3 см, цветки розовые, розовато-лиловые, реже белые [4].

Согласно сортовым характеристикам орегано итальянский более продуктивен по биомассе, что дает значительное преимущество при выращивании большого объема растительной продукции для пищевой промышленности.

Результаты и обсуждение. В ходе микроскопического анализа было установлено морфологическое соответствие выращенного методом гидропоники растительного сырья фармакопейным стандартам по ряду признаков (рис. 1–5) [1; 5; 7]. Для анализа были сделаны временные микроскопические препараты фрагментов листа и поперечный срез стебля.

Также, в ходе исследования были произведены биометрические замеры основных микроскопических характеристик травы душицы обыкновенной (табл. 1).

Таблица 1.

Размеры основных микроскопических диагностических структур
надземной части душицы обыкновенной

Анатомическая структура	Размеры, мкм
Клетки эпидермиса верхней стороны листа	30x40 – 50x60
Клетки эпидермиса нижней стороны листа	25x30 – 40x55
Устьица диацитного типа (диаметр)	15–20
Эфиромасличные железки (диаметр)	30–50
Длина простых многоклеточных волосков	70–450
Длина простых головчатых волосков	40–50

На микропрепаратах (рис. 1, 3) отчетливо видны клетки эпидермиса. При рассмотрении микропрепарата верхней стороны листа мы можем отметить, что клетки обладают слабоизвилистой формой. Более извилистая форма клеточной стенки прослеживается у клеток с нижней стороны листа [1].

Отмечали на микропрепарате эфиромасличные железки округлой формы (рис. 2), расположенные немного ниже уровня эпидермального слоя клеток. Вокруг погруженной железки можно отметить характерную розетку, образованную 10–16 клетками эпидермиса [5].

В ходе исследования чаще встречались простые волоски, реже головчатые (рис. 4).

Расположены волоски в большом количестве на стебле и обеих сторонах листа, преимущественно на нижней. Состоит простой волосок из 2–4 клеток. При исследовании также были отмечены устьица диацитного типа, окруженные двумя клетками эпидермиса.

Показатели урожайности при выращивании методом гидропоники сравнимы с показателями, получаемыми при выращивании в открытом грунте (0,55–1,05 кг/м²), при этом урожайность орегано итальянского при выращивании на минеральной вате может превышать средние показатели по открытому грунту в 1,5–2 раза [6; 3]. Следует отметить, что в целом урожайность двух сортотипов достоверно отличается. Средняя урожайность орегано итальянского с единицы площади более чем в 1,5 раза выше.



Рис. 1. Фрагмент эпидермиса верхней стороны листа с многоклеточным волоском (ув. × 40)

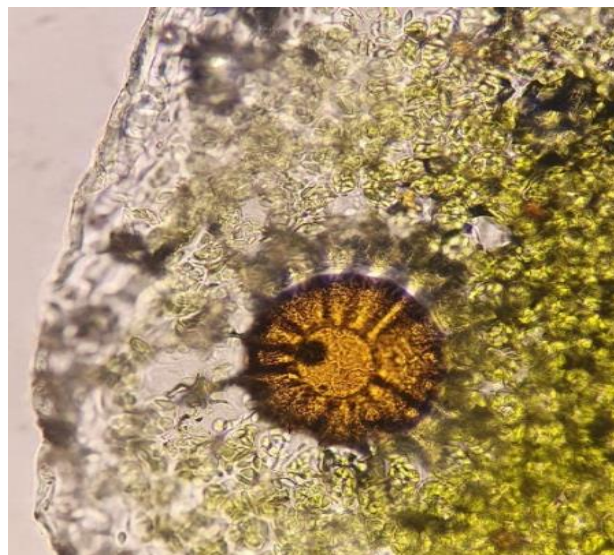


Рис. 2. Фрагмент листа с эфиромасличной железкой с розеткой клеток вокруг (ув. × 40)

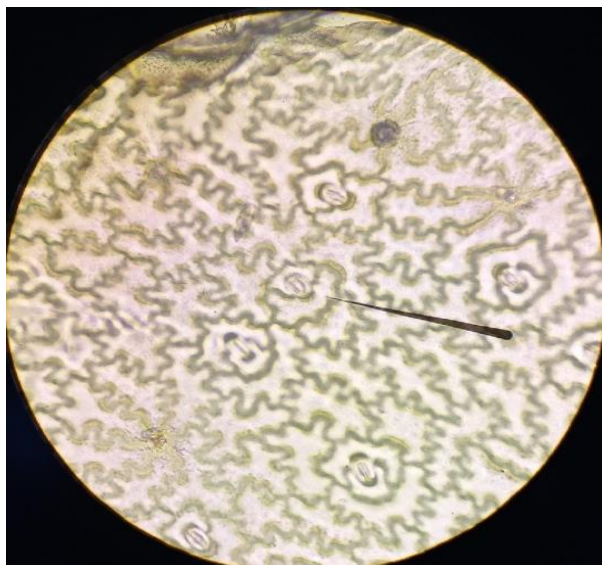


Рис. 3. Фрагмент эпидермиса верхней стороны листа с устьицами диацитного типа (ув. $\times 40$)



Рис. 4. Фрагмент эпидермиса прицветного листа с многоклеточными и головчатыми волосками (ув. $\times 40$)



Рис. 5. Поперечный срез стебля (ув. $\times 40$)

Выводы: Анатомическая характеристика надземной части была представлена морфометрическим анализом сырья, определением формы и размеров клеток эпидермиса листа, эфиромасличных железок, устьиц, и двух типов волосков анализируемых образцов. Таким образом, проанализировав сырье по основным микроскопическим диагностическим характеристикам, можно сделать вывод о том, что выращиваемое гидропонным методом сырье соответствует фармакопейным стандартам.

Сортотип орегано греческий при выращивании на малообъемной установке выдает продуктивность, сравнимую с показателями урожайности, характеризующимися в условиях открытого грунта как высокие. Урожайность орегано итальянского значительно выше средней по открытому грунту. Высокая урожайность свидетельствует о перспективности метода в качестве альтернативного и продуктивного источника лекарственного сырья.

Литература:

1. Государственная фармакопея СССР. Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырьё. – Вып. 2. – М.: Медицина, 1990. – С. 328-330.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1985. – 308 с.
3. Иванов М. Г. Срок посева и его влияние на урожайность и качество продукции душицы обыкновенной // Фундаментальные исследования. – 2013. – №. 4–2. – С. 424-429.
4. Количественное содержание пигментов фотосинтеза и флавоноидных соединений в растительных образцах орегано и зверобоя продырявленного, выращенных с помощью гидропонного метода / И. В. Кравченко [и др.] // Проблемы региональной экологии. – 2021. – № 5. – С. 5-10.
5. Минович В. М. Растения и сырьё семейства яснотковых, содержащие эфирные масла: учебно-методические рекомендации к практическим занятиям для студентов по фармакогнозии. – Иркутск: ИГМУ, 2014. – 30 с.
6. Найда Н. М. Онтогенетические и анатомические особенности душицы обыкновенной в условиях культуры // Известия СПбГАУ. – 2015. – № 40. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ontogeneticheskie-i-anatomicheskie-osobennosti-dushitsy-obyknovennoy-v-usloviyah-kultury>. – Текст : электронный.
7. Хазиев Р. Ш. Новые подходы к стандартизации травы душицы / Р. Ш. Хазиев, Д. Н. Петрова, А. Ю. Ситенков // Бутлеровские сообщения. – 2015. – Т. 41. – №3. – С. 115-118.
8. Moghrovyan A. V. The anatomical-morphological features of oregano ordinary (*Origanum vulgare* L.) Widly growing in armenian flora during the pre-blossoming period // Proceedings of the YSU B : Chemical and Biological Sciences. – Vol. 55. – № 1 (254). – Apr. 2021. – P. 46-51/ – DOI: 10.46991/PYSU: B/2021.55.1.046.

УДК 635.21: 631.53.01(589): 631.544.4(699.86)

АЭРОПОНИКА В СЕМЕНОВОДСТВЕ КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ АРКТИКИ

Ступко В.Ю.¹, Сергуничева Е.М.², Шакирова В.А.², Луговцова С.Ю.¹

¹*Федеральный исследовательский центр
«Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук»,
Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства –
обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск,
e-mail: stupko@list.ru*

²*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Сибирский федеральный университет», Красноярск,
e-mail: sem501@yandex.ru*

Аннотация. Возобновление работ по селекции картофеля для экстремальных циркумполярных условий требует ускорения получения больших объемов семенного материала. Решением могут стать технологии аэропоники, совмещенные с новейшими проектными решениями в строительстве помещений искусственного климата.

Ключевые слова: картофель, микроклональное размножение, аэропоника, проектные решения, тепличные комплексы, северные регионы.

AEROPONIC IN POTATO SEED PRODUCTION FOR THE ARCTIC REGIONS

Stupko V.Yu.¹, Sergunicheva E.M.², Shakirova V.A.², Lugovtsova S.Yu.¹

¹*Krasnoyarsk Science Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,
Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture, Krasnoyarsk,
e-mail: stupko@list.ru*

²*Siberian Federal University, Krasnoyarsk,
e-mail: sem501@yandex.ru*

Abstract. The renewal of work on potato breeding for extreme circumpolar conditions requires accelerating the production seed material. The solution may be aeroponic technologies combined with the latest design consideration in the construction of the greenhouses with climate control.

Keywords: potato, micropropagation, aeroponic, design solutions, greenhouse complexes, northern regions.

Картофель является достаточно пластичной культурой, что делает возможным получение экономически эффективных урожаев в условиях северных территорий даже при использовании сортов инорайонной селекции, не адаптированных к местным условиям [1]. В последние годы активно ведутся работы по созданию районированных сортов для этих регионов. Примером могут служить сорта Арктика и Колымский [2]. В скором времени в севооборот войдут линии, полученные учеными Института агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН [3]. Активное восстановление и развитие селекции этой культуры для условий северных регионов делает актуальным вопрос массового размножения. Помимо

агротехнических приемов повышения коэффициента размножения, имеет смысл использовать и более современные технологии. Получение мини-клубней в условиях аэропоники может значительно повысить скорость получения семенного материала новых сортов, а использование оздоровленных микрорастений, полученных *in vitro*, повысит эффективность получения полевых репродукций высокого качества.

Микроклональное размножение. Вирусные инфекции являются частой причиной потери урожая картофеля. Распространенность этих вирусов на таких территориях, как север Тюменской области и ХМАО – Югра, исследована недостаточно. Есть данные о большой распространенности вируса Y [4].

Получение оздоровленных микрорастений из апикальных меристем картофеля, зачастую совмещенное с хемо и термотерапией, используется широко. Их последовательное черенкование и пассажи позволяют получать большие объемы посадочного материала. Влияние сорта на результативность микроклонального размножения описана во множестве работ. Необходимость подбора в этой связи состава сред и условий культивирования под конкретный сорт обусловлена прежде всего экспоненциальным характером роста числа микрорастений при их черенковании. Различие даже в одно междоузлие через несколько пассажей приведёт к отличию в эффективности на порядок (рис. 1).

Использование микрорастений для высадки в открытый грунт, по данным Института биологических проблем (не выше 28 %), в условиях Арктики малорентабельно из-за их низкой приживаемости в криолитозоне [5]. Однако, такие растения могут быть использованы для получения мини-клубней в условиях аэропоники.

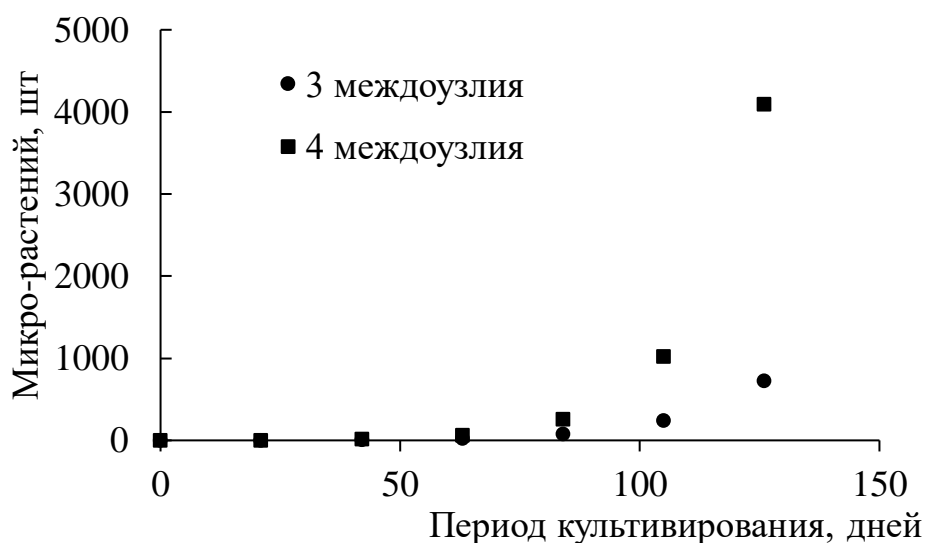


Рис. 1. Влияние числа междоузлий на скорость микроклонального размножения картофеля при условии черенкования каждые три недели.

Аэропонные технологии. Мини-клубни на основе микрорастений получают зачастую в летний период в теплицах. Технологии аэропонного выращивания картофеля дают возможность делать это круглый год. Даже в летний период число мини-клубней, получаемых в условиях аэропоники в 2–3 раза превышает результат, полученный с одного квадратного метра в условиях теплицы [6].

В южных странах аэропонные технологии используются в основном в связи с возможностью понизить температуру корневой зоны в этих условиях, когда почва открытого грунта прогревается значительно. В случае северных территорий возможно использование низких температур уличной атмосферы в системах климатконтроля аэропонных комплексов. Замкнутые контуры охлаждения можно использовать для снижения температуры, как воздуха,

нагреваемого осветительными приборами, так и питательного раствора, подаваемого на сопла распылителей в прикорневой зоне. В этой области температура обычно ещё выше. Наличие градиента между температурой в стеблевой и корневой зоне по данным многих исследователей повышают выход мини-клубней [7].

Тепличные комплексы для условий Арктики. Природно-климатические условия северных регионов характеризуются низкими температурами, что весьма усложняет ведение тепличного хозяйства с применением светопрозрачных конструкций в связи с их низким сопротивлением теплопередаче. Значительные теплопотери становятся причиной повышенных энергозатрат и увеличения стоимости тепличной продукции. Топливная составляющая в себестоимости продукции достигает от 40 до 80 % в зависимости от региона и типа теплицы [8].

Было предложено отказаться от светопрозрачных конструкций и применить в качестве ограждающих конструкций для теплиц утепленные панели. Это решение обусловлено тем, что для теплиц в северных широтах необходимость искусственной досветки растений становится в значительной мере необходимой в связи со спецификой продолжительности световых дней. Применяемые в настоящее время для досветки растений светодиодные светильники выделяют значительное количество тепловой энергии, нагревая алюминиевые корпуса до 50°C, что позволяет экономить расходы на отопление [9; 10]. Одновременно предложенное решение позволило отказаться от сложных и дорогостоящих систем затенения для регулирования светового дня.

Было проведено численное моделирование в программном комплексе COMSOL Multiphysics ограждающих конструкций для теплиц (рис. 2).

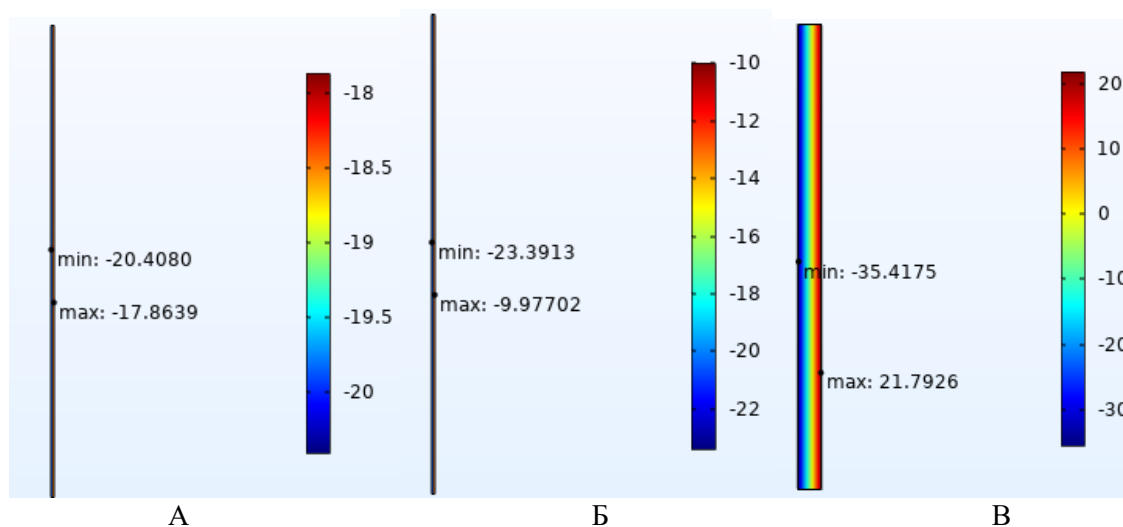


Рис. 2. Моделирование покрытий в COMSOL Multiphysics
 (А - Стекло, Б - Поликарбонат, В - Сэндвич-панель)

Сравнение проектных решений продемонстрировало эффективность предложенного варианта с точки зрения энергоэффективности (табл. 1).

Таблица 1.

Расходы на отопление теплицы в зависимости от материала покрытия

Материал покрытия	Удельные потери теплоты, Вт/(м ² ·°С)	Расход тепловой энергии, Гкал/год	Затраты на отопление, тыс. руб/год
Стекло	6,06	1137,87	2009,4
Поликарбонат	4,97	922,45	1629,5
Сэндвич-панель	0,58	104,94	185,38

С учетом финансовых затрат в течение всего жизненного цикла сооружения, включающими инвестиции и расходы на обслуживание, ремонты и утилизацию, предложенное проектное решение является рациональным решением комплекса вопросов по выращиванию растений в суровых природно-климатических условиях.

Литература:

1. Логинов Ю. П. 250 лет картофелеводству Тюменской области / Ю. П. Логинов, А. А. Казак, Л. И. Якубышина // Вестник КрасГАУ. – 2018. – № 3 (138). – С. 29-35.
2. Кордабовский В. Ю. Семеноводство новых сортов картофеля Арктика и Колымский на Севере Дальнего Востока // Научная жизнь. – 2020. – № 3 (103). – С. 328–335. – DOI: 10.35679/1991-9476-2020-15-3-328-335.
3. Три арктических гибрида картофеля от ФИЦ КОМИ УрО РАН – участник НОЦ «Российская Арктика». – 2022. – URL: <https://xn--mlacy.xn--plai/news/tri-arkticheskikh-gibrida-kartofelya-ot-fic-ko-i-uro-ran-uchastnik-noc-rossiiskaya-arktika1656109002> (дата обращения: 20.03.2023). – Текст : электронный.
4. Макарова Т. А. Болезни картофеля (*Solanum tuberosum* L.) и степень их вредоносности на территории Сургутского района / Т. А. Макарова, М. С. Красноженова // Северный регион: наука, образование, культура. – 2013. – № 1 (27). – С. 107-112.
5. Экологическое испытание оздоровленных *in vitro* сортов картофеля в условиях Центральной Якутии / В. Г. Дарханова, Н. С. Строева, И. В. Воронов, Г. В. Филиппова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2021. – № 5 (22). – С. 676-681. – DOI: 10.30766/2072-9081.2021.22.5.676-681.
6. Сравнительная оценка урожая миниклубней картофеля, полученных из *in vitro* – растений в теплице и в аэропонике / А. Д. Саакян, А. А. Барсегян, Г. Г. Мелян, Ю. Ц. Мартиросян // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2018. – № 66. – С. 179-184. – DOI: 10.31360/2225-3068-2018-66-179-184.
7. Aeroponics Root Chamber Temperature Conditioning Design for Smart Mini-Tuber Potato Seed Cultivation / С. В. D. Kuncoro, Т. Sutandi, С. Adristi, Y.-D. Kuan // Sustainability. – 2021. – Vol. 13. – P. 5140. – DOI: 10.3390/su13095140.
8. Зимние теплицы для континентального климата / Б. Н. Нуралин, В. Г. Некрасов, А. Ж. Мурзагалиев [и др.] // Изв. Оренбургского гос. аграрн. ун-та. – 2017. – № 3 (65). – С. 81-84.
9. Обогрев теплицы за счет охлаждения ЛЕД-светильников. 11 июня 2019. – URL: <https://www.fruit-inform.com/ru/technology/grow/179887#.ZBxUQXZByUk> (дата обращения: 20.03.2023). – Текст : электронный.
10. Что такое светодиодный светильник? – URL: <https://diode-system.com/chto-takoe-svetodiodnyi-svetilnik.html> (дата обращения: 20.03.2023). – Текст : электронный.

Секция III.
КОМПЛЕКСНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СЕВЕРА РОССИИ И АРКТИКИ

УДК 687.157

**ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА СПЕЦОДЕЖДЫ МОТОРИСТА
ЦПСА ПАО «СУРГУТНЕФТЕГАЗ» В УСЛОВИЯХ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ**

Баженова А.О., Фомина Е.Р.

*Институт естественных и технических наук СурГУ, Сургут,
e-mail: a.kozachek86@gmail.com*

Аннотация. Качество спецодежды отвечает за жизнь и здоровье рабочего, а также продуктивность его работы. Современный рынок тканей предлагает материалы с улучшенными защитными свойствами для пошива спецодежды, однако множество тканей представлены импортными производителями. В работе определены критерии оценки качества спецодежды, выявлены ее основные недостатки и предоставлены возможные способы улучшения спецодежды в условиях импортозамещения.

Ключевые слова: спецодежда, качество спецодежды, критерии качества спецодежды, моторист ЦПСА.

**IMPROVING THE QUALITY OF MOTORMAN'S WORKWEAR
AT THE “SURGUTNEFTEGAZ” CENTER
IN THE CONDITIONS OF IMPORT SUBSTITUTION**

Bazhenova A.O., Fomina E.R.

*Institute of natural and technical Sciences of SurSU, Surgut,
e-mail: a.kozachek86@gmail.com*

Abstract. The quality of workwear is responsible for the life and health of the worker, as well as the productivity of his work. The modern fabric market offers materials with improved protective properties for sewing workwear, but many fabrics are presented by imported manufacturers. The paper defines criteria for assessing the quality of workwear, identifies its main disadvantages and provides possible ways to improve workwear in the context of import substitution.

Keywords: workwear, quality of workwear, criteria of quality of workwear, motorist of the CPSA.

В соответствии с федеральными законами РФ одним из основных требований по охране труда является обеспечение работников средствами индивидуальной защиты (далее – СИЗ), к которым относятся специальная одежда [4].

Средства индивидуальной защиты занимают особое место в комплексе мероприятий по обеспечению безопасности труда работающих и профилактики профзаболеваний [1].

К числу широко применяемых СИЗ относится специальная одежда, которая является одним из необходимых условий для снижения воздействия на человека опасных и вредных производственных факторов, а также сохранения его высокой производительности труда и здоровья.

В ПАО «Сургутнефтегаз» есть структурное подразделение, которое непосредственно занимается пошивом спецодежды, что даёт компании преимущество перед другими организациями, осуществляющими заказ спецодежды у других предприятий.

Согласно «Перечню бесплатной выдачи спецодежды и спецобуви ПАО «Сургутнефтегаз» мотористу ЦПСА полагается:

1. Костюм для защиты от нефти и нефтепродуктов из смешанных тканей или огнестойких тканей
2. Костюм для защиты от нефти и нефтепродуктов из смешанных тканей или огнестойких тканей на утепляющей прокладке
3. Ботинки или сапоги кожаные с жестким подноском
4. Сапоги резиновые с жестким подноском или рыбацкие
5. Сапоги кожаные утепленные с жестким подноском
6. Валенки с резиновым низом
7. Плащ для защиты от воды
8. Жилет сигнальный
9. Шапка-ушанка
10. Каска
11. Подшлемник
12. Респиратор
13. Очки защитные
14. Наушники
15. Футболка
16. Футболка с длинным рукавом
17. Перчатки НМС
18. Рукавицы НМС утепленные

С целью выявления недостатков спецодежды, был проведен социальный опрос сотрудников организации ПАО «Сургутнефтегаз» в должности моторист ЦПСА 5 разряда. В опросе приняли участие 120 человек, регулярно работающих в данной спецодежде. Основным выявляемым аспектом являлось качество зимней спецодежды, по следующим критериям:

- удобство;
- практичность;
- многофункциональность;
- износостойкость;
- огнестойкость;
- химическая стойкость материалов;
- термоизоляционные свойства;
- воздухопроницаемость.

Результаты анкетирования представлены в виде диаграммы (рис. 1).



Рис. 1. Показатели социального опроса «О качестве спецодежды»

Опираясь на показатели социального опроса «О качестве спецодежды», можно сделать вывод, что основным недостатком спецодежды является материал, не справляющийся в полной мере с критериями удобства, практичности, огнестойкости, химической стойкости и воздухопроницаемости.

Основная задача, поставленная при создании тканей технического назначения – обеспечение необходимого комплекса свойств, в зависимости от области применения и назначения ткани. Решение данной задачи зависит от рационального сочетания свойств выбранного исходного сырья, параметров строения ткани и технологии ее изготовления [2].

Ранее автором уже рассматривались возможные способы улучшения качества спецодежды в статье «Качество тканей для спецодежды моториста ЦПСА ПАО «Сургутнефтегаз», однако были предложены ткани как отечественного, так и импортного производства [3]. В современных реалиях не представляется возможным использование предложенного в предыдущей работе утеплителя «Тинсулейт», изобретенного и поставляемого на отечественный рынок американской компанией 3М. В результате исследования в условиях импортозамещения предлагается применить в пошиве спецодежды утеплитель «Шелтер», производимый и представляемый в России Фабрикой Нетканых Материалов «Весь Мир». Относительно «Тинсулейта» он обеспечивает защиту от низких температур чуть в меньшем диапазоне (до -50 градусов; «Тинсулейт» – до -60 градусов).

Материал отличается мягкостью и эластичностью, утеплитель выдерживает стирки в различных условиях, восстанавливая объем. «Шелтер», как утеплитель для одежды, обеспечивает комфорт, поскольку материал – дышащий и воздухопроницаемый. Для обеспечения достаточного уровня показателей качества спецодежды достаточно одного слоя «Шелтера», как и «Тинсулейта», в отличие от используемого по сей день синтепона.

Кроме того, представляется возможным также улучшить качество верхнего защитного слоя. Предлагается заменить рассматриваемую ранее курточную ткань «Мастер-Универсал СА 25 арт. С38А-ЮД АНТИСТАТИЧЕСКАЯ, ОГНЕСТОЙКАЯ» на «FlameFort 210А», производимую и представляемую в России «Чайковским текстилем». Данная ткань разработана специально для предприятий нефтегазового сектора с целью комплексной защиты от открытого пламени и повышенных температур, статического электричества, попадания влаги, масел и нефтепродуктов. Кроме того, ее морозостойкость и малый вес обеспечивает

комфортную эксплуатацию спецодежды, и, как следствие этого, – высокую производительность труда работающего персонала.

В связи с заменой основной курточной ткани возникла необходимость замены подкладочного материала. Так как основные показатели соответствуют задаваемым критериям, было принято решение оставить тот же материал – «Гладкокрашенная бязь», но с меньшей поверхностной плотностью, соответствующей заданной группе тканей.

Внедрение решений по замене тканей на ткани отечественного производства с более высокими показателями позволит улучшить качество зимней спецодежды моториста ЦПСА, повысить комфорт и производительность труда, а также в большей мере защитить здоровье сотрудников от опасных и вредных производственных факторов.

Литература:

1. ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты работающих. Общие требования и классификация : взамен: ГОСТ 12.4.011-87, введен: 1 июля 1990 г. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200000277>. – Текст : электронный.
2. Сенченко В. Перспективы выпуска огнезащитных средств индивидуальной защиты как элемент корпоративной культуры // Человек и труд. – 2007. – № 3.
3. Баженова А. О. Качество тканей для спецодежды моториста ЦПСА ПАО «Сургутнефтегаз» // Сборник статей «Безопасный Север – чистая Арктика». – Сургут, 2020.
4. Типовые нормы бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам нефтяной промышленности, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особом темпе. – М., 2018.

УДК 614.89

ВНЕДРЕНИЕ ЭКСОСКЕЛЕТА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТ

Болонин Д.А., Майстренко Е.В.

*Сургутский государственный университет, Сургут,
e-mail: bolonin_da@edu.surgu.ru, majstrenko_ev@surgu.ru*

Аннотация. В данной статье описывается решение проблемы профессиональных заболеваний опорно-двигательного аппарата путем внедрения вспомогательного экзоскелета, который удерживает спину и осанку работника во время погрузочно-разгрузочных работ.

Ключевые слова: техносферная безопасность, экзоскелет, рабочий, профессиональные заболевания, работа с грузом.

INTRODUCTION OF AN EXOSKELETON DURING LOADING AND UNLOADING OPERATIONS

Bolonin D.A., Maistrenko E.V.

*Surgut State University, Surgut,
e-mail: bolonin_da@edu.surgu.ru, majstrenko_ev@surgu.ru*

Abstract. This article describes the solution to the problem of occupational diseases of the musculoskeletal system by introducing an auxiliary exoskeleton that holds the back and posture of the employee during loading and unloading operations.

Keywords: technosphere safety, exoskeleton, worker, occupational diseases, cargo handling.

Заболевания опорно-двигательного аппарата, связанные с производством, являются одной из наиболее серьезных проблем охраны труда в большинстве стран, на всех видах производственной деятельности [2].

Исходя из статистики Министерства труда Российской Федерации, основная группа риска – работники от 35 лет, при этом свыше 140000 трудящихся в различных производственных отраслях имеют тяжёлые условия труда в России, при условии, что 30 % работников имеют высокую физическую активность, то 44 % профессиональных заболеваний – нарушения опорно-двигательного аппарата (см. рис. 1).



Рис. 1. Статистика профессиональных заболеваний в России (Министерство труда РФ, 2021 г.)

Если рассматривать основные причины переутомления в процентном соотношении, то 63 % приходится на неудобную рабочую позу, а 36 % составляют повторяющиеся движения.

Каждый год работникам, оформляющим листы нетрудоспособности, а также получающим выплаты по профессиональным заболеваниям, выплачивают большие суммы, в связи с этим ежегодные экономические потери России составляют около 2 триллионов рублей и 4,5 % ВВП в год [4].

Из расчёта на 1 сотрудника за 1 год, убытки предприятия составят:

- 1) >50 000 руб. – невыход на работу (пособие по больничному листу и время простоя);
- 2) До 750 000 руб. – медицинские расходы (больница и страховка);
- 3) 1 000 – 50 000 руб. (от 0,2 % до 8,5 % з/п в месяц) – снижение класса тяжести на рабочем месте;
- 4) До 75 000 руб. за СИЗ можно компенсировать фондом социального страхования [7].

Предельные физические нагрузки, выпадающие на долю рабочих-сборщиков, монтажников, строителей, приводят к большому количеству производственных травм, в том числе хронических, таких как различные формы грыж, болезни суставов, позвоночника [1].

При переносе грузов на небольшие расстояния: необходимо подойти к грузу, нагнуться или присесть, закрепить груз на руках, встать, подойти с грузом к месту разгрузки, нагнуться или присесть и положить груз в нужное место.

Дополнительным негативным фактором, безусловно, могут являться низкие температуры, характерные для северных регионов РФ, при которых приходится выполнять производственные операции.

Принцип этого воздействия довольно прост. Во время выполнения работ с грузом, при неправильной позе или механике тела, в организме человека наступает процесс повышенного потоотделения. Не успев как следует прийти в нормальное состояние, человек продолжает выполнять свои рабочие функции, чаще всего, при этом находясь на открытом воздухе. Ввиду того, что спецодежда не может дать абсолютной гарантии и исключить проникновение задуваемого воздуха под одежду, в таких случаях, чаще всего, страдают самые потовыделяемые части тела, такие как голова, ноги, подмышечные впадины, а особенно спина. В следствие этого, происходит влияние низких температур на работника, выполняющего производственные операции.

Если говорить о спине и об опорно-двигательном аппарате в целом, то выполнение работ в неправильной позе при пониженных температурах наружного воздуха, приводят к травмам, а в последствии, возможно, и к профессиональным заболеваниям [8].

Данную проблему нельзя оставлять без внимания. Поэтому мы подошли к её решению с применением современных средств защиты. В данном случае мы говорим об использовании экзоскелетов.

Широкое применение экзоскелетов, действие которых направлено на защиту опорно-двигательного аппарата работников от постоянных изнурительных нагрузок, на производстве и строительстве способствует существенному изменению сложившейся на сегодняшний день проблемы (см. рис. 2).

Использование экзоскелетов в настоящий период осуществляется во многих разнообразных типах работ. В первую очередь, это выполнение погрузочно-разгрузочных работ с помощью экзоскелета, который выполняет функции защиты опорно-двигательного аппарата, что наиболее важно при строительно-монтажных работах. Стандартный план применения состоит в передвижении работника вместе с грузом на короткие дистанции: для этого следует подойти к грузу, наклониться либо сесть, зафиксировать грузы на руках, подняться, приблизиться вместе с грузом к участку разгрузки, наклониться либо сесть и расположить груз в необходимом месте.

Экзоскелет также применяют для выполнения работ на ручном вибрационном инструменте (отбойный молоток, трамбовочная машина, дорожно-строительные виброплиты). Такие модели экзоскелета способны предотвратить развитие вибрационной болезни.



Рис. 2. Модель экзоскелета для защиты средней части тела

Еще для нескольких видов работ стали внедрять экзоскелеты. К таким работам относятся:

- фиксирование крупногабаритных элементов конструкций при их ремонте или фиксация деталей при конструкции установок;
- сборка конструкций из металла, каркасов домов, несущих стен, деревянных срубов, установка их на фундамент;
- укладка труб при строительстве трубопроводов и других подземных коммуникаций;

– строительство железнодорожных путей, кабельных сетей, особенно в ограниченных пространствах, где не может работать тяжёлая строительная техника (например, шахты, бункеры и другие подземные сооружения);

– монтаж и демонтаж строительного оборудования, щитовой опалубки, опалубочных систем;

– дорожное строительство, работа коммунальных служб [3].

Самыми эффективными в строительной деятельности выделяют 2 вида пассивных экзоскелетов: верхней и средней части тела.

Также следует сказать о существовании моделей экзоскелета для женщин. Данная модель была разработана с учётом антропоморфических особенностей анатомии и физиологии женщин. Экзоскелет обеспечивает надёжную фиксацию спины и помощь при разгибании. Компрессионное воздействие отсутствует [5].

Внесение изменений в конструкцию грудной части модели экзоскелета для женщин позволяет снизить давление на верхнюю и среднюю область грудной клетки на 72 %.

Кроме того, вес экзоскелета для женщин на 8 % меньше модели для мужчин.

Женский экзоскелет удобен в использовании при такелажных, упаковочных, грузовых, наладочных и других видах работ.

В процессе тестирования экзоскелета нами были выделены его основные характеристики, представленные в таблице 1.

Внедрение экзоскелетов в промышленно-строительную сферу может обеспечить ряд преимуществ:

– увеличение интегральной функции работоспособности оператора за счёт выполнения большего количества действий в единицу времени и расширения физических возможностей в части грузоподъёмности [9];

– радикальное улучшение условий труда;

– снижение травматичности производства.

Таблица 1.

Характеристики пассивного экзоскелета средней части тела

1	Для оператора весом 50–130 кг, ростом 145–190 см
2	Грузоподъёмность: до 40 кг
3	Вес: 3,9 кг
4	Удобство: ремни экзоскелета регулируются под широкий диапазон размеров
5	Легко надевать: всего 5 застёжек
6	Не требует подзарядки
7	Стоимость: 100 000 руб.

На данный период времени на нескольких предприятиях северных регионов РФ, где осуществляют свою трудовую деятельность работники, выполняющие тяжёлые физические нагрузки при погрузо-разгрузочных работах, начинают постепенно тестировать экземпляры экзоскелетов российского производства. И организация ПАО «Сургутнефтегаз» не исключение. В течение месяца проводились испытания экзоскелета при выполнении погрузо-разгрузочных работ. В испытании участвовали работники таких профессий как кладовщик, слесарь-ремонтник, монтажник и изолировщик.

В начале испытаний экзоскелет вызывал некий дискомфорт за счёт ограничения привычных движений, таких как сгибание и разгибание спины или приседание на стул, но на это и была направлена сама механика экзоскелета. К концу рабочего дня, когда экзоскелет был снят, в организме ощущалась легкость, за счёт того, что в течение дня при выполнении работ с грузом соблюдались правильные позы и выполнялись правильные движения. Сам экзоскелет достаточно удобен, он не сковывает движения рук в разные стороны и ног при ходьбе. Под курткой удобно сидит, что актуально для работ в условиях северного климата.

По истечении месяца испытаний у всех испытуемых заметно ощущались изменения в физическом состоянии и эффективности выполнения работ. «Правильные» рабочие позы при работе с грузом были доведены до автоматизма даже после снятия экзоскелета, а сами тестируемые на вопросы о самочувствии и состоянии спины и позвоночника стали отвечать, что их это больше не беспокоит и не вызывает дискомфорта и неудобств.

Если рассматривать применение экзоскелета в контексте охраны труда и техноферной безопасности, то основной ценностью является жизнь и здоровье работника. Каждый работник – ценный ресурс, поэтому, можно сказать, что мы экономим свои «ресурсы». На сегодняшний день безопасность работников была и остаётся основным приоритетом [6].

Внедрение промышленных экзоскелетов в производственный процесс не является критически важным для предприятия. Однако и ограниченное применение промышленных экзоскелетов способно обеспечить преимущества, среди которых можно выделить радикальное улучшение условий труда, повышение безопасности производства, увеличение интегральной функции работоспособности рабочих. Все эти преимущества, в конечном счёте, неизбежно выльются в существенный экономический эффект, который обещает быть прямо пропорциональным широте внедрения экзоскелетов в производственный процесс.

Литература:

1. Применение экзоскелетов в электроэнергетике // Электроэнергия. Передача и распределение / И. Байрамов, С. Виноградов, С. Кукарцев [и др.]. – 2022. – № S2 (25). – С. 16-20.
2. Экзоскелет – новые возможности абилитации и реабилитации (аналитический обзор) / А. А. Воробьев, А. В. Петрухин, О. А. Засыпкина, П. С. Кривоножкина // Вопросы реконструктивной и пластической хирургии. – 2015. – Т. 18. – № 2 (53). – С. 51-62.
3. Оценка перспектив использования промышленных экзоскелетов для снижения тяжести труда в угольной промышленности / С. Г. Гендлер, М. В. Туманов, Е. А. Прохорова, В. Г. Шехманов // Изв. Тульского гос. ун-та. – Науки о земле. – 2021. – № 4. – С. 209-222.
4. Громова Е. А. Agile как экзоскелет будущего российской промышленности // Устойчивое развитие цифровой экономики, промышленности инновационных систем. – 2020. – С. 115-117.
5. Комаров Д. А. Создание промышленного экзоскелета верхних конечностей // Наука молодых – наука будущего: Сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф., Петрозаводск, 11 апреля 2022 г. – Петрозаводск: Междунар. центр науч. партнерства «Новая Наука», 2022. – С. 56-62.
6. Локтионова О. Г. Повышение эффективности промышленных экзоскелетов, с помощью линейно-гравитационного компенсатора / О. Г. Локтионова, Е. В. Савельева, А. А. Постольный // Наука молодых – будущее России: Сб. науч. ст. 4-й Междунар. науч. конф. перспективных разработок мол. ученых. – В 8 т. – Курск, 10–11 декабря 2019 г. / отв. ред. А. А. Горохов. – Т. 7. – Курск: Юго-Западный гос. ун-т, 2019. – С. 301-305.
7. Технологии индустрии 4.0 / В. А. Самусенко, В. С. Таран, Д. А. Ермолев, А. А. Черкашин // Лучшие научные исследования 2022: Сб. ст. VI Междунар. науч.-исслед. конкурса, Пенза, 20 июня 2022 г. – Пенза: Наука и Просвещение, 2022. – С. 16-18.
8. Применение профессионально-прикладной физической культуры на промышленных предприятиях в регионах Крайнего Севера / А. А. Шерстюк, В. А. Иванов, М. Ю. Славнова, О. В. Мараховская // Изв. Тульского гос. ун-та. – Физическая культура. Спорт. – 2019. – № 1. – С. 47-55.
9. Переподготовка кадров для Индустрии 4.0: методика обучения эксплуатации промышленного экзоскелета / С. Ф. Яцун, А. С. Яцун, А. В. Мальчиков, Е. Н. Политов // Изв. высш. учеб. завед. Технология текстильной промышленности. – 2022. – № 2 (398). – С. 364-369.

УДК 613.6.02

ОБЗОР ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ И АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИ НЕФТЕДОБЫЧЕ

Долгих В.В., Майстренко Е.В.

*Сургутский государственный университет, Сургут,
e-mail: Dolgih.Vika.1999@mail.ru, majstrenko_ev@surgut.ru*

Аннотация. В статье представлен обзор аварийных ситуаций, основных вредных и опасных производственных факторов, которые воздействуют на операторов по добыче нефти и газа. Предложены мероприятия по обеспечению безопасности работников в производственной среде.

Ключевые слова: оператор по добыче нефти и газа, скважина, аварийная ситуация, вредные и опасные производственные факторы.

REVIEW OF PRODUCTION FACTORS AND EMERGENCY SITUATIONS IN OIL PRODUCTION

Dolgikh V.V., Maistrenko E.V.

*Surgut State University, Surgut,
e-mail: Dolgih.Vika.1999@mail.ru, majstrenko_ev@surgut.ru*

Abstract. The article presents an overview of emergency situations, the main harmful and hazardous production factors that affect oil and gas production operators. Measures to ensure the safety of workers in the production environment are proposed.

Keywords: oil and gas production operator, well, emergency situation, harmful and dangerous production factors.

Оператор по добыче нефти и газа – это специалист, который обеспечивает процесс управления оборудованием и ведение работ по добыче жидких и газообразных углеводородов различными способами. Профессиональные обязанности включают в себя: регулярный осмотр оборудования, поддержание необходимых режимов работы насосов и электросиловых цепей, контрольно-измерительной аппаратуры, учет показателей нефтегазодобывающего оборудования, тестирование автоматизированных систем управления и телеметрии. Проведение технического обслуживания, ремонт скважин, выемка и очистка обсадных труб, смазка и регулировка частей также проводятся на открытом воздухе кустовой площадки [1].

Нередко возникают осложненные условия эксплуатации скважин, которые приводят к аварийным ситуациям и затруднениям добычи нефти. Нефтедобыча осложнена выпадением асфальтосмолопарафинистых отложений (АСПО) в насосно-компрессорных трубах (НКТ). Главной причиной появления отложений является перенасыщенность раствора в результате изменения термодинамического состояния среды, что приводит к частичной кристаллизации и свободному выпадению твердой фазы на стенках оборудования. В результате АСПО приводит к частым остановкам скважин с целью очистки глубинного оборудования от

отложений, к существенным затратам на депарафинизацию и текущий ремонт скважин, а также к снижению добычи, значительному недобору и потерям нефти [3].

Аварийные ситуации могут возникнуть в результате порывов выкидной линии и нефтесборного коллектора, возникновения пожара на устье скважины автоматизированной групповой замерной установки (АГЗУ), которая предназначена для измерений массы сырой нефти, массы сырой нефти без учёта воды (обезвоженной нефти) и объёма свободного нефтяного газа за определённый период времени [2]. Из-за несоблюдения правил безопасной эксплуатации оборудования, нарушения работниками трудового распорядка и дисциплины труда в производственной среде, могут возникнуть открытые газовые фонтаны и газонефтеводопроявления (ГНВП). Все это приводит не только к возможному травматизму работников, но и ведет к загрязнению окружающей среды. Вдобавок возникает экономический ущерб, который связан с потерей нефти и газа, появляются затраты на ликвидацию аварии [4].

Проанализировав возникновение наиболее частых аварийных ситуаций, с которыми сталкиваются операторы нефти и газа, можно выявить перечень вредных и опасных производственных факторов, влияющих на здоровье работников.

Метеорологические условия воздействуют на работников ежедневно, так как большинство работ проводится на открытом воздухе. Особенно такая проблема существенна при работах в условиях Крайнего Севера и территорий, приравненных к ним. Чтобы обеспечить комфортные условия труда и защитить человека от переохлаждения или перегревания организма необходима выдача спецодежды, которая соответствует времени года и климатическому поясу. Летом – костюм из смешанных тканей для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий с масловодоотталкивающей пропиткой, сапоги резиновые с жестким подноском, перчатки резиновые или из полимерных материалов, каска защитная. Зимой – костюм из смешанных тканей для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий с масловодоотталкивающей пропиткой на утепляющей прокладке, валенки с резиновым низом, шапка-ушанка, перчатки с полимерным покрытием нефтеморозостойкие, перчатки шерстяные (вкладыши).

Воздействие химического фактора тоже необходимо учитывать, ведь метан, сероводород и угарный газ безусловно представляют наибольшую опасность в работе операторов. Их количество в воздухе рабочей зоны не должно превышать предельно-допустимых концентраций. Для уменьшения воздействия вредных паров нефти и газа следует проветривать помещения АГЗУ в течение 20 минут, а также проверять герметичность задвижек и механическую прочность фонтанной арматуры. Перед началом работ на каждой кустовой площадке следует использовать газоанализатор.

Механизмы спуска и подъема оборудования, работа установок электроцентробежного насоса и автотранспорт – основные источники шума. Чтобы снизить уровень шума необходимо использовать средства индивидуальной защиты: беруши, противошумные наушники. Из средств коллективной защиты применяются звукопоглощающие кожухи, противошумные подшипники, аппараты для снижения шума от выходящих в атмосферу газов или воздуха из различных механизмов.

Оператор добычи нефти и газа взаимодействует с электрооборудованием. К подземному оборудованию относят электроцентробежный насос (ЭЦН) и погружной электродвигатель (ПЭД). В качестве наземного оборудования считается прокладка кабеля в процессе эксплуатации куста скважин от устья скважины до станции управления. Именно поэтому необходимо обеспечивать электробезопасность путем изоляции токопроводящих частей, постоянно проводить контрольно-измерительный учет показаний тока и изоляции на станции управления. Если показания превышают допустимые отметки, оператор обязан передать их в технологический отдел для дальнейшей регулировки процесса эксплуатации скважин [5].

Рассмотренный анализ аварийности и воздействия вредных и опасных производственных факторов в нефтедобывающей отрасли, в который раз подтверждает наличие риска травматизма и возникновения профессиональных заболеваний у работников. Чтобы избежать негативных последствий, необходимо проводить организационно-технические мероприятия безопасного ведения работ, соблюдать требования соответствующих инструкций и правил по эксплуатации оборудования. Обеспечение безопасности и улучшение условий труда работников приводит к их профессиональной активности, сокращению экономических потерь продукции. Также следует отметить растущую необходимость минимизации вредного воздействия всех видов антропогенного влияния на окружающую среду, включая нефтедобычу, которая вносит существенный негативный вклад в загрязнение. Снижение любого рода загрязнений – актуальная задача человечества, поскольку способности планеты к самоочищению и самовосстановлению очень ограничены, особенно на территориях с длительным периодом низких температур, что характерно для северных территорий РФ.

Литература:

1. Глебова Е. В. Снижение риска аварийности и травматизма в нефтегазовой промышленности на основе модели профессиональной пригодности операторов // Пожарная и промышленная безопасность. – 2009. – С. 5-14.
2. Кустышев А. В. Управление производством при ликвидации нефтегазовых фонтанов и пожаров в системе добычи и транспортировке углеводородов на месторождениях Западной Сибири / А. В. Кустышев, Н. А. Малюшин // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2013. – № 1 (91). – С. 107-113.
3. Мизраев О. О. Повышение работоспособности глубинно-насосного оборудования в осложненных условиях эксплуатации / О. О. Мизраев, С. А. Долгих // Science Time. – 2019. – №11. – С. 36-42.
4. Симбиркина К. П. Анализ аварийности на объектах нефтедобывающей промышленности / К. П. Симбиркина, Е. Л. Горшенина // Региональные проблемы геологии, географии, техносферной и экологической безопасности. – 2019. – С. 319-321.
5. Сироткина К. М. Анализ вредных и опасных производственных факторов и предложение мероприятий по обеспечению безопасности на рабочем месте оператора добычи нефти и газа / К. М. Сироткина, Т. К. Новикова // Современные тенденции в научной деятельности. – 2017. – С. 56-57.

УДК 504.75

ПОСЛЕДСТВИЯ РАЗЛИВА НЕФТЕПРОДУКТОВ ДЛЯ ЭКОСИСТЕМЫ СЕВЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Калестро Р.И., Майстренко Е.В.
Сургутский государственный университет, Сургут,
e-mail: kalestro2_ri@edu.surgu.ru

Аннотация. В данной работе рассматриваются основные вредные факторы, оказывающие негативное влияние на состояние экосистем северных территорий вследствие аварийных разливов нефтепродуктов.

Ключевые слова: экосистема, разлив нефтепродуктов, последствия, причины.

THE CONSEQUENCES OF OIL PRODUCTS SPILL FOR THE ECOSYSTEM OF THE NORTHERN TERRITORIES

Kalestro R.I., Maistrenko E.V.
Surgut State University, Surgut,
e-mail: kalestro2_ri@edu.surgu.ru

Abstract. This paper discusses the main harmful factors that have a negative impact on the state of the ecosystems of the northern territories due to accidental oil spills.

Keywords: ecosystem, oil spill, consequences, causes.

Научно-технический прогресс неумолимо двигал человечество на высоты новой жизни, позволяя вновь и вновь раздвигать горизонты бытия. Вместе с прогрессом приходят новые возможности, новые инструменты и новые реалии, но также приходят и новые опасности, провоцирующие ухудшение экологической обстановки, приводящей к сокращению биоразнообразия и вымиранию отдельных видов флоры и фауны. Ключевую позицию в негативном влиянии на экосистемы занимает нефтяная промышленность.

Нефтяная промышленность Российской Федерации является центральной отраслью отечественной экономики, которая включает в себя не только добычу, переработку, производство, но также транспортировку и сбыт нефтепродуктов. При этом РФ является шестой страной в мире по подтвержденным запасам нефти и в последнее время продолжает наращивать темпы добычи. В 2022 г. было пробурено скважин на общую глубину 28 000 километров, что превысило аналогичные ежегодные показатели за 10 лет. В том же году было увеличено общее количество скважин на 7%, превысив отметку в 7 800 активных скважин. Добыча нефти в 2022 г. составила 535 млн тонн, что на 2 % больше, чем в 2021 г.

Например, ПАО «Сургутнефтегаз» показал в 2022 г. высокий темп роста добычи, который по объему производства занял третье место, опередив «Газпром нефть». ПАО «Лукойл» оказался на втором месте, нарастив добычу нефти на 6%, до 81 млн тонн [5].

Тем не менее, увеличение темпов добычи и общего производства нефтепродуктов повышают риски различных аварий, будь то выбросы ядовитых веществ во время переработки

нефти, повреждение трубопроводов или складов хранения горюче-смазочных материалов (ГСМ).

Крупнейшей аварией за последние несколько лет в нефтяной отрасли Российской Федерации является разлив дизельного топлива в Норильске 29 мая 2020 г. при разгерметизации бака с дизельным топливом на ТЭЦ-3 в Кайеркане. По результатам этого события до 21 000 кубометров (17 500 тонн) дизельного топлива разлились за пределы территории хранения, попав в грунт и в местные водоемы, затронув при этом непосредственную территорию площадью 18 гектаров. Была поражена близлежащая река Далдыкан, приток реки Амбарная, впадающая в крупное озеро Пясино. Одним из ключевых факторов, образовавших огромные масштабы катастрофы, является позднее реагирование на ситуацию и сокрытие информации о происходящем. С момента самой аварии и до начала работ по ликвидации прошло около двух суток, что чуть не привело к попаданию основной массы утечки в озеро Пясино, являющееся третьим по площади в Красноярском Крае.

Росприроднадзор оценил аварийный ущерб экосистемы почти в 148 миллиардов рублей, что является рекордной суммой по сравнению с аналогичными происшествиями. Инцидент был назван вторым по величине разливом нефти в современной истории Российской Федерации после разлива трубопровода Коми в 1994 году, где с августа 1994 г. по январь 1995 г. в окружающую среду было выброшено 400 000 тонн сырой нефти.

События в Норильске вызвали серьезные законодательные дискуссии и обсуждения, которые привели к новым нормам и правилам, но это не смогло предотвратить новую аварию, которая произошла 17 января 2023 г. на севере Красноярского Края в селе Ярцево. В тот же день администрацией Енисейского района был введен режим чрезвычайной ситуации муниципального уровня. Причиной аварии стала разгерметизация на запорной арматуре емкости для хранения дизельного топлива, находящейся на складе временного хранения ДТ ООО «Енисейэнергоком», что привело к утечке 15 000 тонн нефтепродуктов в окружающую среду. При этом своевременные действия по ликвидации утечки позволили избежать крупных масштабов катастрофы, подобные аварии в Норильске. По итогам локализации разлива и создания обваловки, загрязнению подверглось лишь 150 квадратных метров, и была предотвращена угроза попадания нефтепродуктов в реку Енисей.

В результате подобных аварий в окружающую среду попадает огромное количество сырой нефти и нефтепродуктов, приводящих к загрязнению почвы, грунтовых и поверхностных вод.

Попадание нефтепродуктов в почву приводит, в первую очередь, к активному изменению химического состава и свойств, а также структуры почвенных слоев, что вызывает деградацию самой почвы. Продукты разложения и трансформации углеводородов затрудняют поступление питательных веществ и влаги к корням растений, что приводит к биодegradации или же к сокращению биоразнообразия флоры. Происходят изменения окислительно-восстановительных условий в почвенном профиле, приводящие к увеличению подвижности гумусовых компонентов и ряда микроэлементов. Разливам также сопутствуют механические нарушения ландшафта, связанные с процессом ликвидации аварии при создании временных складов нефтешламов и работы тяжелой техники для прокладки пути к труднодоступным участкам аварийной утечки.

Попадание нефтепродуктов в реки и озера связано прежде всего с динамичным развитием и постоянным изменением ситуации. Смешивание нефтепродуктов или их продуктов трансформации и разложения с водными массами в результате турбулентности или оседания вызывают сложности в определении истинных географических масштабов территории загрязнения. Наличие протяженных рек и озер, а также болотистой местности на северных территориях способствуют быстрому и обширному распространению утечки по площади, затрагивая даже отдаленные от места аварии территории. При этом, даже небольшие объемы утечки способствуют возникновению огромных поверхностных масляных пятен,

препятствующих попаданию света и воздуха в водные массы, что приводит с течением времени к гибели водной биоты. Утечка нефтепродуктов размером в одну тонну быстро покрывает водную площадь размером 12 квадратных километров плотной масляной пленкой толщиной от 1 миллиметра.

Природная среда оказывает важное влияние на естественные процессы, заключающиеся в трансформации и микробиологическом разложении нефтепродуктов. Главными факторами в этом процессе являются температура, влажность и водно-воздушный режим. Большая часть территории Севера РФ занята болотной местностью, на которой, по причине затруднительной аэрации почвы в условиях повышенной влажности и нарушенного вследствие этого водно-воздушного режима, осложняется жизнедеятельность микроорганизмов и разложение нефтепродуктов. На жизнедеятельность микроорганизмов, способных естественным и безопасным путем очистить зараженную территорию от нефтепродуктов, оказывает сильное влияние окружающая температура. Поэтому продолжительный зимний сезон и крайне низкие температуры увеличивают необходимое время для биодеградации нефтепродуктов в природных условиях Севера. При низких температурах также замедляется процесс испарения нефтепродуктов с водных поверхностей, что приводит к осаждению их на дно водоемов в больших количествах. В дальнейшей перспективе эти осадения могут приводить к увеличению загрязнения с выбросами полиароматических углеводородов, которые могут негативно воздействовать на окружающую среду в течение многих лет.

Рассмотрев основные вредные факторы, оказывающие негативное влияние на состояние экосистем северных территорий, можно сделать выводы о значительной экологической уязвимости территорий Севера для аварийного разлива нефтепродуктов. Большое количество нефтедобывающего и нефтеперерабатывающего производства и протяженных трубопроводов, труднодоступная местность, с одной стороны, и сложные климатические условия, с другой, создают значительную экологическую нагрузку на экосистемы территорий Севера РФ. При этом, сами аварии на нефтяных производствах могут затрагивать обширные территории, выходящие за границы материковых регионов, что может создать угрозы даже Северному Ледовитому океану. С целью комплексного предотвращения повторения катастроф, наподобие разлива дизельного топлива в Норильске или Красноярском Крае, необходимо ужесточить законодательный контроль и надзор над деятельностью нефтедобывающих компаний.

Литература:

1. Бухатин А. С. Ликвидация последствий разлива нефтепродуктов // Наука через призму времени. – 2022. – С. 13-15.
2. Бардина Е. Г. Об актуальности проблем экологии в ракурсе рисков аварийных разливов нефтяных углеводородов на нефтедобывающих предприятиях Западно-Сибирского региона // Трубопроводный транспорт углеводородов: М-лы III Всерос. науч.-практ. конф. 2019. – С. 149-154.
3. Констатинов И. В. Влияние разливов нефтепродуктов на экологию // Трубопроводный транспорт углеводородов: Научные исследования молодых учёных: Сб. ст. XXI Междунар. науч.-практ. конф. – Пенза, 2022. – С. 33-36.
4. Шушакова К. А. Уроки норильской катастрофы: недопущение и предотвращение // Трансформация права в информационном обществе: М-лы III Всерос. науч.-практ. форума мол. учёных и студентов. – Екатеринбург, 2020. – С. 454-460.
5. Добыча нефти в России. – URL: <https://clck.ru/33pUGR> (дата обращения: 20.03.2023). – Текст : электронный.

УДК 331.452

АВАРИЙНОСТЬ И СЛУЧАИ СМЕРТЕЛЬНОГО ТРАВМАТИЗМА В ГОРОДЕ МЕГИОНЕ

Карпенко И.Е., Кузнецова Ю.В.

*Сургутский государственный университет, Сургут,
e-mail: karpenko_ie@edu.surgu.ru, kuznecova_yv@surgu.ru*

Аннотация. В качестве объектов исследования в статье рассматриваются опасные производственные объекты, расположенные в городской среде. Представлена статистика аварийности и смертельного травматизма по Российской Федерации за период с 2010 по 2021 гг., а также производственного травматизма в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре за 2015–2020 годы с указанием количества случаев со смертельным исходом. Оценена ситуация по количеству несчастных случаев в г. Мегионе за последние 15 лет. Наиболее опасными объектами в городе являются нефтяные парки, котельные и инженерные сети, что связано с основной деятельностью округа, а именно – нефтегазодобычей. Несмотря на ежегодные подготовки служб города к отопительному сезону, чаще всего аварийные ситуации возникают на трассах теплоцентрали в результате высокого износа трубопроводов. Рассмотрены причины и последствия наиболее крупной аварии на городской теплотрассе. В качестве решения проблемы аварийности предлагается брать во внимание комплексную безопасность объекта, содержащую в себе множество различных мер и мероприятий, направленных на предотвращение возникновения рисков.

Ключевые слова: статистика аварийности, несчастные случаи, смертельный производственный травматизм, нефтяные парки, газовые котельные, аварии.

ACCIDENTS AND FATAL INJURIES IN THE CITY OF MEGION

Karpenko I.E., Kuznetsova Y.V.

*Surgut State University, Surgut,
e-mail: karpenko_ie@edu.surgu.ru, kuznecova_yv@surgu.ru*

Abstract. The objects of the study are hazardous industries located in an urban environment. The article presents statistics of accidents and fatal injuries in the Russian Federation for the period from 2010 to 2021, as well as industrial injuries in the Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra for the period from 2015 to 2020. The statistics of accidents in the city of Megion over the past 15 years are analyzed. The most dangerous objects in the city are oil parks, boiler houses and engineering networks, which is associated with the main activity of the district, namely oil and gas production. Despite the annual preparations of the city's services for the heating season, emergencies most often occur on the routes of the heating plant as a result of high wear of pipelines. The article discusses the causes and consequences of the largest accident on the city heating main. As a solution to the problem of accidents, it is proposed to consider the complex safety of the facility aimed at preventing the occurrence of risks.

Keywords: accident statistics, accidents, fatal industrial injuries, oil parks, gas boilers, accidents.

В настоящее время невозможно представить город без техногенных объектов. Однако такое соседство создаёт опасность возникновения аварии, экономических и экологических последствий, угрозу жизни и здоровья для населения и рабочих. Для минимизации рисков негативного воздействия на жителей, урбанистическую застройку, коммуникации и окружающую среду следует акцентировать внимание на наиболее опасные объекты. Выявление возможных рисков и причин возникновения аварий, а также рассмотрение аналогичных происшествий поможет принять превентивные меры для сокращения аварийности и смертельного травматизма на производственных объектах в городской среде.

В России с 2010 по 2021 года произошло 2784 аварии и 3260 случаев смертельного производственного травматизма [1]. Данная статистика представлена на рисунке 1.

Наблюдается тенденция к снижению как количества аварий, так и смертельного травматизма. Однако в 2021 году происходит увеличение несчастных случаев со смертельным исходом на 40 % по сравнению с 2020 годом.

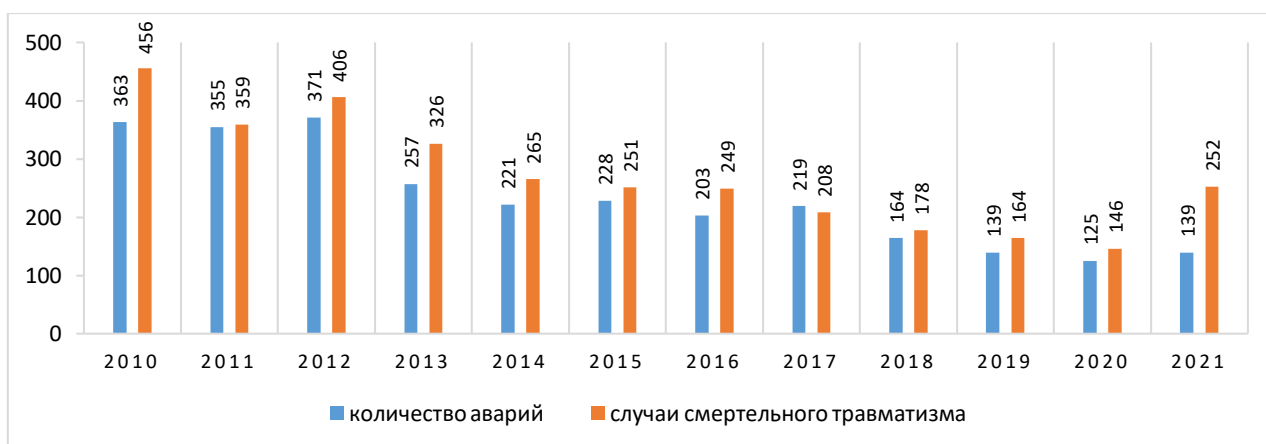


Рис. 2. Динамика аварийности и смертельного производственного травматизма в России за 2010–2021 гг.

По данным ежегодных отчётов Северо-Уральского управления Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в Ямало-Ненецком автономном округе, Ханты-Мансийском автономном округе – Югре (далее – ХМАО) и Тюменской области произошло 200 аварий и 147 смертельных несчастных случаев на производстве в период с 2011 по 2021 год [2].

Показатели производственного травматизма в ХМАО с 2015 по 2020 год представлены на рисунке 2.

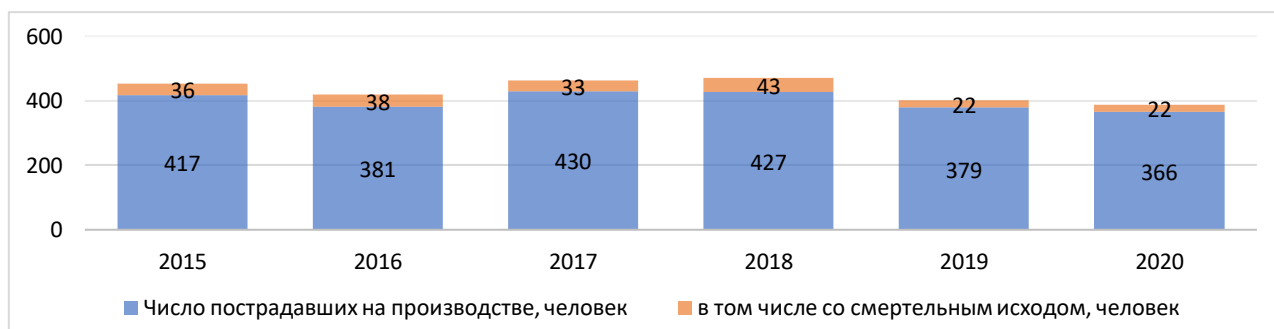


Рис. 2. Количество пострадавших, в т. ч. со смертельным исходом, по ХМАО в 2015–2020 гг. [3]

За представленный период пострадало 2400 человек и произошло 194 смертельных случаев на производстве. 2017 и 2018 годы отмечены максимумом пострадавших на производстве (430 и 427 человек соответственно), также в 2018 году наблюдается максимальное количество смертельных случаев – 43.

Несмотря на небольшое количество населения и малую площадь, в городе Мегионе за последние 15 лет произошло 148 несчастных случаев и 32 случая смертельного травматизма связанных с производством (рис. 3) [4].

Максимум общего числа несчастных случаев пришелся на 2014 год, однако не было случаев со смертельным исходом (как и в 2019–2020 гг.). На 2022 год пришлось наименьшее количество несчастных случаев – 3. В целом наблюдается снижение травматизма с 2019 года.

Как и во всем ХМАО, приоритетной отраслью хозяйства в Мегионе является нефтегазодобыча, а крупнейшим объектом, расположенным в промышленной зоне, является цех подготовки и перекачки нефти № 1 (далее – ЦППН-1). Среди других потенциально опасных объектов города, на которых стоит акцентировать внимание, выделяются котельные и различные коммуникационные сети, составляющие жизнеобеспечение населения и предприятий.

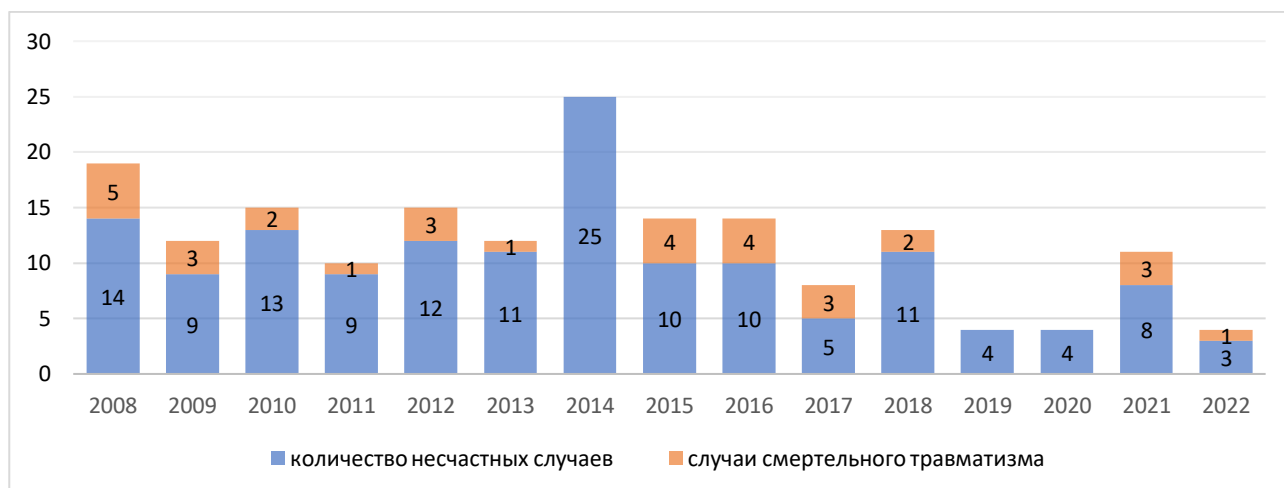


Рис. 3. Динамика производственного травматизма в городе Мегионе за 2008–2022 гг.

Наиболее опасными объектами в ЦППН-1 являются нефтяные парки, состоящие из 18 вертикальных стальных резервуаров, вместимостью 140 000 кубических метров [5]. В России в период с 2012 по 2021 год произошло 13 аварий на аналогичных объектах [1]. Основными причинами являются нарушения требований по текущему обслуживанию резервуаров и оборудования, порядка проведения производственных работ и неэффективность производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности при эксплуатации [6]. Несмотря на всевозможные принимаемые меры сохраняются риски возникновения аварийных ситуаций, в результате которых происходит загрязнение почвы, атмосферного воздуха, грунтовых вод и поверхностных водоемов [7], возникают большие экономические потери, а также нередким становится получение работниками тяжелых и смертельных травм. Отработка навыков при чрезвычайных ситуациях проходила в августе 2014 года на территории ЦППН-1 в виде плановых комплексных учений с участием порядка 120 человек. Немало важным является наличие на объекте системы молниезащиты и автоматизированного оборудования [8]. Таким образом, для минимизации рисков возникновения аварии необходимо на постоянной основе реализовывать и улучшать комплексные меры по обеспечению безопасности цеха.

Теплоснабжение города обеспечивают котельные «Южная» и «Северная», которые работают на природном газе. Котельная «Южная» работает на трех водогрейных и двух паровых котлах, суммарной производительностью 330 гигакалорий в час. Котельная «Северная» имеет четыре котла производительностью 120 гигакалорий в час, а также 14 котлов суммарной производительностью 172 гигакалория в час для резервных целей [9]. В России за период с 2008 по 2021 год произошло 57 аварий на котельных [1]. Основной причиной аварий на газовых котельных является коррозия металла труб [10], а в последствии происходит загрязнение атмосферного воздуха, ограничение поступления тепла и водоснабжения, разрушение и повреждение рядом стоящих зданий и сооружений, травматизм работников, нередко со смертельным исходом. Отработка противоаварийных действий проводилась 18 августа 2022 года в поселке Высоком (находится в административном подчинении г. Мегиона) на котельной «Центральной» с целью проверки работоспособности резервных источников питания [11].

Несмотря на то, что ежегодно в Мегионе проводят обследование и ремонт теплосетей для подготовки к осенне-зимнему периоду, именно порывы трубопроводов являются частыми серьезными авариями. Последняя аналогичная авария, произошедшая около 16 часов 10 января 2023 года, привела к введению режима повышенной готовности [12], в результате порыва теплокамеры на перекрестке улиц Кузьмина – Нефтяников. Из-за потери воды и давления в сети теплоснабжения произошло автоматическое срабатывание системы защиты котельной «Южной». Осложняли ситуацию 40-градусные морозы, однако в результате оперативных действий циркуляция теплоносителя по всему жилому фонду была запущена уже на следующий день около 4 утра [13]. В некоторых домах были проблемы с завоздушиванием системы, которые устраняли совместно со слесарями, сантехниками и сварщиками из других городов ХМАО вплоть до 20 января 2023 года [14]. В результате ненадлежащего исполнения должностными лицами своих обязанностей по подготовке теплоснабжения города к отопительному сезону, Лангепасским межрайонным следственным отделом по поручению Председателя Следственного комитета Российской Федерации (далее – РФ) возбуждено уголовное дело по признакам преступления, предусмотренного частью 1 статьи 293 Уголовного кодекса РФ (халатность) [15]. Кроме репутационных последствий, возникли непредвиденные экономические траты: власти ХМАО направили пять миллионов рублей из резервного фонда правительства региона на восстановление теплоснабжения в жилых домах. Предполагаемой причиной аварии стала изношенность теплотрассы [16].

Статистические данные и последняя авария в г. Мегионе подтверждают опасность возникновения чрезвычайных ситуаций на производственном объекте, даже при проведении противоаварийных мероприятий. Нередко аварии угрожают жизни и здоровью населения и работников предприятий, загрязняют окружающую среду и приводят к крупным материальным затратам. Для минимизации рисков негативных последствий необходимо совершенствовать производство за счет постоянного обновления устаревшего оборудования и сооружений, автоматизации процессов, проведения противоаварийных учений, внутренних и внешних аудитов, обучения персонала безопасным навыкам работы, внедрения менеджмента по охране труда, промышленной безопасности и прочих превентивных мер.

Литература:

1. Ежегодные отчеты о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору. – Текст : электронный // Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору Ростехнадзор : официальный сайт. – 2023. – URL: https://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports/ (дата обращения: 20.03.2023).
2. Отчеты о деятельности управления. – Текст : электронный // Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору Ростехнадзор Северо-Уральское

управление: официальный сайт. – 2023. – URL: <http://www.sural.gosnadzor.ru/about/reports/> (дата обращения: 20.03.2023).

3. Кучумова П. И. Анализ производственного травматизма на предприятиях нефтегазового комплекса / П. И. Кучумова, Е. Д. Соломанидина // Большая студенческая конф.: сб. ст. II Междунар. науч.-практ. конф. – Пенза, 20 октября 2022 года. – Пенза : Наука и Просвещение, 2022. – С. 14-17.

4. Анализ производственного травматизма в организациях города. – Текст : электронный // Администрация города Мегиона : официальный сайт. – 2023. – URL: <https://clck.ru/33tK3r> (дата обращения: 21.03.2023).

5. Дополнение к техническому заданию. – Текст : электронный // Славнефть-Мегионнефтегаз: [сайт]. – 2023. – URL: <https://clck.ru/33tK53> (дата обращения: 22.03.2023).

6. Симанова Ю. А. Анализ причин аварий в резервуарных парках // Дальневосточная весна – 2019 : м-лы 17-й Междунар. науч.-практ. конф. по проблемам экологии и безопасности, Комсомольск-на-Амуре, 05 июня 2019 г. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре гос. ун-т, 2019. – С. 185-188. – EDN NWGMSF.

7. Пилецкий Р. В. Техногенные аварии при разрушении резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов и способы их предупреждения / Р. В. Пилецкий, Т. С. Башева // Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования. – 2019. – № 1 (2). – С. 215-219. – EDN ZAHJCH.

8. Пожар условный, результат – весомый. – Текст : электронный // Славнефть-Мегионнефтегаз: [сайт]. – 2023. – URL: <https://clck.ru/33tK6t> (дата обращения: 23.03.2023).

9. Сведения о Муниципальном унитарном предприятии «Тепловодоканал». – Текст : электронный // Администрация города Мегиона : официальный сайт. – 2023. – URL: https://admmegion.ru/org/jkh/mup_tvk/company_information/ (дата обращения: 24.03.2023).

10. Солопова В. А., Грошева А. И. Качественный анализ причин аварий на газовых котельных / В. А. Солопова, А. И. Грошева // MODERN SCIENCE. – 2020. – № 10-1. – С. 464-468.

11. Новости. – Текст : электронный // МУП «Тепловодоканал», г. Мегион: [сайт]. – 2023. – URL: <https://tvkmegion.ru/news/9379.html> (дата обращения: 24.03.2023).

12. Законодательство. – Текст : электронный // Администрация города Мегиона : официальный сайт. – 2023. – URL: <https://clck.ru/33tK8S> (дата обращения: 25.03.2023).

13. Последствия порыва устраняют в усиленном режиме. – Текст : электронный // Администрация города Мегиона : официальный сайт. – 2023. – URL: https://admmegion.ru/news/369410/?sphrase_id=6675128 (дата обращения: 25.03.2023).

14. Мероприятия по ликвидации последствий порыва на теплосетях завершены. – Текст : электронный // Администрация города Мегиона : официальный сайт. – 2023. – URL: https://admmegion.ru/news/369558/?sphrase_id=6675067 (дата обращения: 25.03.2023).

15. Следком Югры возбудил уголовное дело о халатности из-за коммунальной аварии в Мегионе. – Текст : электронный // Комсомольская правда: [сайт]. – 2023. – URL: <https://www.ugra.kp.ru/online/news/5099700/> (дата обращения: 25.03.2023).

16. Югра направила 5 млн рублей из резервного фонда на восстановление теплоснабжения в Мегионе. – Текст : электронный // ТАСС : информационное агентство России : [сайт]. – 2023. – URL: <https://tass.ru/obschestvo/16806993> (дата обращения: 25.03.2023).

УДК 532.546

СПОСОБЫ УТИЛИЗАЦИИ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В ГИДРАТНОМ СОСТОЯНИИ

Лепихин С.А.¹, Чиглинцев И.А.²

¹*Сургутский государственный педагогический университет, Сургут,
e-mail: sg81@bk.ru*

²*Бирский филиал Уфимского университета науки и технологий, Бирск,
e-mail: schnik@mail.ru*

Аннотация. Рассмотрены две основные технологические схемы утилизации углекислого газа путем перевода и хранения его в газогидратном состоянии. Затронуты вопросы интенсификации процесса гидратообразования и эффективности предлагаемых решений.

Ключевые слова: выбросы углекислого газа, утилизация, гидраты газа, гидратообразование.

UTILIZATION METHODS OF CARBON DIOXIDE IN THE HYDRATED STATE

Lepikhin S.A.¹, Chiglintsev I.A.²

¹*Surgut State Pedagogical University, Surgut,
e-mail: sg81@bk.ru*

²*Birsk branch of the Ufa University of Science and Technology, Birsk,
e-mail: schnik@mail.ru*

Abstract. Two main technological schemes for the utilization of carbon dioxide by transferring and storing it in the gas hydrate state are considered. The issues of intensification of the process of hydrate formation and the effectiveness of the proposed solutions are touched upon.

Keywords: carbon dioxide emissions, utilization, gas hydrates, hydrate formation.

Проблема загрязнения атмосферы промышленными выбросами в последнее столетие стала одним из ключевых вызовов человечеству. На ее решение направлено множество различных национальных и международных проектов. Но, не смотря на все предпринимаемые усилия, концентрация углекислого газа в атмосфере продолжает расти. По данным учёных из Института океанографии Скриппса (Калифорнийский университет, США) уровень CO₂ в атмосфере в 2013 году впервые достиг отметки 400 ppm (частей на миллион). Через 5 лет этот уровень уже составлял 410 ppm, а в настоящее время превышает 420 ppm. В целом, как отмечают экологи, концентрация углекислого газа в атмосфере нашей планеты с 1958 года увеличилась на 30 % [1].

Основными источниками выбросов углекислого газа техногенного характера остаются различные промышленные и технологические объекты. В 2019 году практически 90 % выбросов углекислого и иных парниковых газов в нашей стране приходилось на предприятия топливно-энергетического комплекса, развитой промышленности и транспорт (рис. 1) [2]. Подобная картина характерна и для мира в целом.

Согласно расчетам, проведенным Global Carbon Project (международный исследовательский проект по мониторингу выбросов парниковых газов), в 2021 году общие выбросы углекислого газа во всем мире составили 36,7 млрд тонн, что на 4,9 % превысило показатели 2020 года. По предварительным оценкам, в 2022 году этот показатель составит 37,5 млрд тонн [3].



Рис. 1. Источники выбросов CO₂ в России

Также стоит отметить, что на повышение концентрации CO₂ и других парниковых газов в атмосфере могут оказывать влияние на нерегулярной основе различные природные явления и техногенные аварийные ситуации больших масштабов, такие как извержения вулканов, лесные пожары, разрушения объектов промышленности и т.п. К примеру, в сентябре 2022 г. в Балтийском море в результате подрыва были разрушены две нитки подводного газопровода «Северной поток», по которым поставлялся природный газ в Западную Европу. Данное разрушение привело к одному из самых крупных одноразовых газовых выбросов в водную акваторию и атмосферу Земли. По оценкам отечественных специалистов за несколько дней в атмосферу поступило порядка полумиллиона тонн природного газа, основную часть которого составляет метан, который по парниковым свойствам в 25 раз сильнее, чем углекислый газ. Негативный эффект от этой катастрофы сравним с использованием 10 миллионов машин в течение 20 лет [4].

Для сокращения выбросов парниковых газов на объектах и предприятиях промышленного и энергетического сектора и снижения их концентрации в атмосфере предусмотрено множество различных проектов и программ. В первую очередь предполагается постепенный отказ от традиционных «грязных» видов получения энергии, основанных на потреблении добываемого углеводородного сырья, и переход в чистую «зеленую энергетику», базирующейся на возобновляемых источниках энергии и новых экологически чистых технологиях. Во-вторых, разрабатываются различные технические решения о сокращении промышленных выбросов на существующих предприятиях традиционной энергетики и устранения уже имеющихся негативных последствий.

Одним из способов по сокращению выбросов углекислого газа на производственных предприятиях может быть технология перевода углекислого газа в гидратное состояние. Газогидраты представляют собой твёрдое кристаллическое соединение воды и газа в виде льда или снега (рис. 2), где молекулы воды выступают в роли каркаса, содержащего в себе молекулу газа, при соответствующих термодинамических условиях [5]. При этом в 1 м³ гидрата можно «законсервировать» до 150–180 м³ гидратообразующего газа, взятого в нормальном газообразном состоянии [6]. По приближенным оценкам, такой способ утилизации углекислого газа потребует синтезировать в год порядка миллиарда кубометров гидрата. Такие объёмы ставят вопрос о промышленном масштабе производства газогидрата на крупных

источниках CO_2 . При этом хранение парниковых газов в гидратном состоянии не требует строительство компрессионных станций или ёмкостей с повышенным давлением и вполне возможно в арктических условиях и зоне вечной мерзлоты [7], где сохраняется пониженная температура и можно обеспечить отсутствие влияния сезонных изменений.

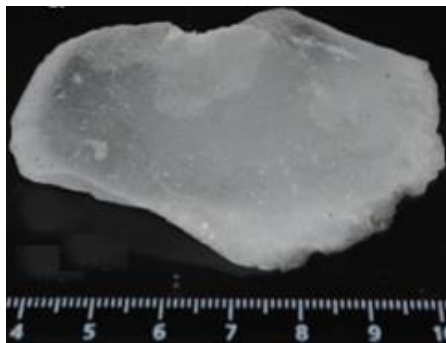


Рис. 2. Синтетический гидрат метана

Можно выделить две основные идеи в технологии утилизации парниковых газов на основе гидратообразования. Первая идея заключается в первоначальном получении гидратов газов в специальных реакторах и последующей их консервацией в условиях стабильного существования гидратов. В таких реакторах процесс получения гидрата происходит в результате барботажа (пропускания) газа через слой воды. На рис. 3. показана принципиальная схема подобного устройства [8]. Гидратообразующий газ подаётся в цилиндрический реактор в его нижней части через трубку или пластину с перфорациями. В верхней части реактора находится ловушка для сбора гидрата. Подача газа осуществляется с некоторым массовым расходом при условиях, соответствующих гидратообразованию. Вода в таком канале может находиться как в покое, так и может подаваться с заданным расходом. Если вода из реактора во время работы не будет удаляться, это приведёт к необходимости отвода тепла, выделяющегося при образовании гидрата, так как оно может повысить температуру воды до значений, превышающих равновесные. При расположении этого канала в морских глубинах можно достичь условий гидратообразования без дополнительных затрат, но это в свою очередь приведёт к затратам энергии для закачки газа на глубину.

Существенным фактором, препятствующим промышленному применению гидратообразования в утилизации CO_2 , и определяющим его экономическую целесообразность, является скорость получения гидратов. Процесс гидратообразования достаточно долгий, т.к. скорость перехода газа в гидратное состояние низка. Для интенсификации гидратообразования при барботаже можно применять различные способы: повышение давления жидкости, интенсивное перемешивание воды и газа, воздействие ударными волнами, применение поверхностно-активных веществ и др.

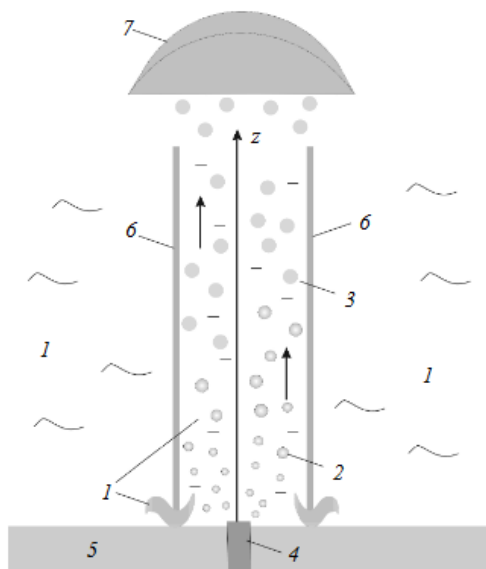


Рис. 3. Технологическая схема: 1 – вода, 2 – газовый пузырек, 3 – гидратный пузырек, 4 – источник газа, 5 – осадочные породы, 6 – вертикальный канал, 7 – ловушка.

Вторая идея утилизации парниковых газов заключается в их закачке в пласт или снежный массив. Этому способствует благоприятное геологическое строение и климатические условия обширных территорий Крайнего Севера России. В случае консервации газа в породах на территориях вечной мерзлоты зона существования стабильных природных гидратов в континентальных условиях соответствует глубинам 300–500 м [7]. В условиях холодных вод океанов, где на дне температура в среднем равна 4°C, гидраты парниковых газов могут храниться уже на глубинах порядка 300 м, где достигается необходимые термобарические условия стабильного существования гидратов.

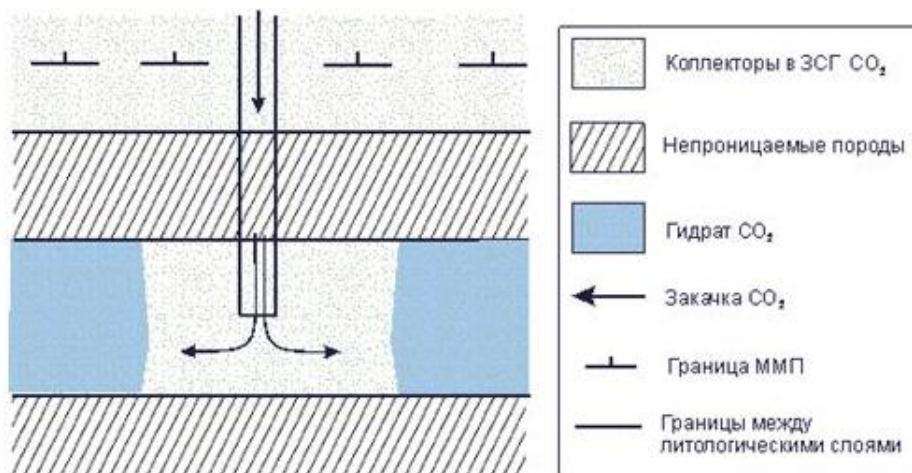


Рис. 4. Схема захоронения CO_2 в отработавший газовый коллектор в зоне стабильности гидрата

На рис. 4 показана схема подземной гидратной консервации [9], когда газ через скважину закачивается в пласт, где образуется его гидрат и хранится далее в породе в твёрдом виде. Причём инъекцию углекислого газа можно проводить в пласт уже содержащим в себе гидрат метана. Это возможно, поскольку гидрат CO_2 является более стабильным, чем гидрат CH_4 , поэтому молекулы двуокиси углерода могут замещать в нём молекулы метана. Инъекция углекислого газа в пласт несёт относительно небольшие энергетические затраты, имеет высокий уровень безопасности и вместе с этим позволяет решить ряд задач. Во-первых, такой

способ позволяет добыть метан из гидрата и это будет более выгодно, по сравнению со способом закачки тёплой воды в его залежи, так как выделяющегося при образовании гидрата углекислого газа тепла больше, чем необходимо для разложения газогидрата метана. Во-вторых, такой способ позволяет предотвратить возникновение аварийных ситуаций на местах добычи метана из газогидратных залежей, так как замена одного газа на другой не изменит прочности пород, в отличие от случая применения теплового воздействия. Данный процесс замещения можно осуществлять как жидким диоксидом углерода, так и газообразным.

Литература:

1. Уровень CO₂ в атмосфере достиг рекордного значения, невиданного миллионы лет. – Текст : электронный // Вести.ru-Наука: сайт. – URL: <https://www.vesti.ru/nauka/article/2785376> (дата обращения: 02.04.2023).
2. Углекислый газ (диоксид углерода – CO₂) – Текст : электронный // Tadviser. Государство. Бизнес. Технологии: сайт. – URL: <https://clck.ru/342YAg> (дата обращения: 02.04.2023).
3. Выбросы углекислого газа CO₂ в мире – Текст : электронный // Tadviser. Государство. Бизнес. Технологии: сайт. – URL: <https://clck.ru/33DwvF> (дата обращения: 02.04.2023).
4. Вице-президент РАН Степан Калмыков рассказал в Госдуме о последствиях выбросов метана на «Северных потоках» – Текст : электронный // Российская Академия Наук: сайт. – URL: <https://clck.ru/342ZXm> (дата обращения: 02.04.2023).
5. Бык С. Ш. Газовые гидраты / С. Ш. Бык, Ю. Ф. Макагон, В. И. Фомина. – М. : Химия, 1980. – 296 с.
6. Шагапов В. Ш. Динамика образования и разложения гидратов в системах добычи, транспортировки и хранения газа / В. Ш. Шагапов, Н. Г. Мусакаев / РАН, Уфимский науч. центр, Ин-т механики им. Р. Р. Мавлютова. – Москва: Наука, 2016. – 238 с.
7. Газовые гидраты в отложениях материков и островов / В. С. Якушев, Е. В. Перлова, Н. А. Махонина [и др.] // Российский химический ж-л. – 2003. – Т. 47. – № 3. – С. 80-90.
8. Шагапов В. Ш. О механизмах роста гидратной оболочки на поверхности всплывающих газовых пузырьков / В. Ш. Шагапов, А. С. Чиглинцева, А. А. Русинов // Вестник Томского гос. ун-та. – Математика и механика. – 2015. – № 3 (35). – С. 73-86.
9. Гурьева О. М. Процессы гидратообразования при захоронении CO₂ в криолитозоне : автореф. дисс. ... канд. геол.-минерал. наук / О. М. Гурьева; Московский гос. ун-т им. М. В. Ломоносова (МГУ). – М., 2011. – 25 с.

УДК 331.4

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Назарова Л.Р., Андреева Т.С.

*Сургутский государственный университет, Сургут,
e-mail: lrsnzrv@gmail.com, andreeva_ts@surgu.ru*

Аннотация. В работе идентифицированы опасности, связанные с климатическим фактором Крайнего Севера и влияющие на трудовую деятельность слесаря-ремонтника, осуществляющего ремонт нефтепромыслового и бурового оборудования на территории республики Саха (Якутия). Предложен перечень мероприятий, направленных на улучшение условий труда слесаря-ремонтника.

Ключевые слова: профессиональные риски, оценка рисков, климатический фактор, слесарь-ремонтник, специальная оценка условий труда.

THE DEVELOPMENT FEATURES OF MEASURES TO REDUCE OCCUPATIONAL RISKS IN THE CONDITIONS OF THE FAR NORTH

Nazarova L.R., Andreeva T.S.

*Surgut State University, Surgut,
e-mail: lrsnzrv@gmail.com, andreeva_ts@surgu.ru*

Abstract. The paper identifies hazards associated with the climatic factor of the Far North and affecting the labor activity of a repairman who repairs oilfield and drilling equipment in the territory of the Republic of Yakutia. A list of measures aimed at improving the working conditions of a repairman is proposed.

Keywords: occupational risks, risk assessment, climatic factor, repairman, special assessment of working conditions.

Машиностроительная отрасль является важнейшим звеном в экономике нашей страны. В связи с увеличением объемов выпускаемой продукции, развитием технологических процессов и применением большого количества технических средств, на здоровье работников влияет целый комплекс вредных производственных факторов (микроклимат, загазованность, шум, вибрация, тяжесть труда) [1]. Данные факторы провоцируют развитие профессиональных заболеваний и приводят к случаям производственного травматизма. Для их недопущения требуется выбрать самый актуальный и эффективный способ предотвращения негативных событий. В связи с этим система управления охраной труда обязательно включает в себя управление профессиональными рисками.

Машиностроительная отрасль охватывает практически все регионы нашей страны, в том числе территории Крайнего Севера. Северные широты характеризуются неблагоприятными климатическими условиями: низкие температуры воздуха, скачки атмосферного давления, недостаток солнечной активности и жесткий ветровой режим. В совокупности с вредными производственными факторами они повышают вероятность

возникновения профессиональных заболеваний у работников и приводят к случаям травматизма на производстве. Соответственно, риск появления этих негативных событий выше, чем в других регионах.

Таким образом, при разработке эффективных мероприятий, направленных на улучшение условий труда работников, задействованных на территориях Крайнего Севера, требуется обязательный учет климатических факторов.

Целью данной работы являлась разработка мероприятий по снижению профессиональных рисков с учетом климатических особенностей на рабочем месте слесаря-ремонтника в цехе по ремонту бурового оборудования на Талаканском участке, республика Саха (Якутия).

На рабочем месте слесаря-ремонтника в 2018 году была проведена процедура специальной оценки условий труда (далее — СОУТ), по результатам которой присвоен 2 класс условий труда (допустимый). По итогам СОУТ были разработаны мероприятия по улучшению условий труда, включающие выдачу средств индивидуальной защиты органов слуха и органов дыхания, а также организацию рациональных режимов труда и отдыха (табл. 1).

Представленный перечень мероприятий по улучшению условий труда на рабочем месте слесаря-ремонтника не включает ни одного мероприятия, направленного на снижение негативного влияния климатических факторов.

Для обеспечения защиты работника от всего спектра негативных производственных факторов предлагается провести идентификацию профессиональных рисков, связанных с холодным фактором.

Таблица 1.

Улучшение условий труда

№ п/п	Факторы производственной среды	Мероприятия по улучшению условий труда
1	Шум (класс 2)	Применение СИЗ
2	Химический фактор (класс 2)	Применение СИЗОД
3	Вибрация локальная (класс 2)	Организация рациональных режимов труда и отдыха
4	Тяжесть трудового процесса (класс 2)	Организация рациональных режимов труда и отдыха

Работа слесаря-ремонтника включает в себя ремонт нефтепромыслового и бурового оборудования. Шлифовальная машинка и заточной станок, используемые в трудовой деятельности, являются основным оборудованием на рабочем месте. Воздействие низких температур приводит к опасности охлаждения рабочих поверхностей и инструмента, что может привести к обморожению рук работника.

Для предотвращения наступления этого негативного события необходимо использовать специальную одежду: комплект от пониженных температур с теплым подкладом либо в сочетании с нательным бельем и утепленные перчатки с защитой от механических воздействий. Также, необходимо обеспечить работника смывающими средствами, например, кремом и пастой от пониженных температур.

Обильные осадки, характерные для Крайнего Севера, приводят к образованию скользких поверхностей. Поэтому одной из особенностей Арктической климатической зоны является вероятность травматизма, связанного с падением работников в связи с гололедно-изморозевыми явлениями [2]. В качестве мероприятий по снижению данного риска можно предложить использование специальной обуви и применение предупреждающего знака «Осторожно, гололед!».

Характерной опасностью для рабочих мест в республике Якутия является воздействие световой среды. Сокращенная продолжительность светового дня в зимний период приводит к снижению зрительного восприятия в результате недостаточной освещенности в рабочей зоне. Для снижения уровня риска в данном случае рекомендуется применение местного освещения у оборудования и применение корректирующих очков для работников с близорукостью, дальнозоркостью и астигматизмом, которые будут защищать зрительные органы и от механических воздействий в том числе.

К основным климатическим опасностям на рабочем месте слесаря-ремонтника также относят высокую скорость движения воздуха, которая может приводить к заболеваниям вследствие переохлаждения организма. Работнику следует применять спецодежду и спецобувь от пониженных температур: комплекты с теплой подкладкой, перчатки от пониженных температур, подшлемник под шапку.

Жесткий ветровой режим также вызывает свободное вращение крутящихся элементов оборудования, поэтому оборудование должно быть оснащено защитными предохранителями. Для избежания падения работников из-за неустойчивости под воздействием ветра необходимо прекращать работы на высоте при скорости 15 м/с и более.

Неблагоприятно влияет на трудовую деятельность слесаря-ремонтника опасность стрессовых ситуаций, вследствие выполнения работ вне постоянного проживания из-за вахтового метода работы, что приводит к психоэмоциональным перегрузкам. Длительное нахождение вдали от близких, уменьшение личного пространства и нахождение в одном кругу людей могут стать причиной низкого уровня нервно-психической и эмоциональной устойчивости, интеллектуальных качеств и самоконтроля [3]. Для решения этой проблемы необходимо соблюдать рациональные режимы труда и отдыха: продолжительность вахты не должна превышать одного месяца, рабочая смена не должна превышать 12 часов. В организации должны быть оборудованы комнаты психологической разгрузки.

Для создания безопасной среды на предприятиях, расположенных на территории Крайнего Севера, важно при проведении оценки профессиональных рисков учитывать климатические особенности, неблагоприятно влияющие на трудовую деятельность работников. Это позволит сократить случаи производственного травматизма и предотвратить профессиональные заболевания работников.

Литература:

1. Сюрин С. А. Особенности профессиональной патологии в арктической зоне России: факторы риска, структура, распространенность / С. А. Сюрин, С. А. Горбанев // Вестник уральской мед. Акад. науки. – 2019. – № 2. – С. 237-244.
2. Алексеев И. Н. Оценка профессиональных рисков на компрессорных станциях в арктической климатической зоне / И. Н. Алексеев, А. Л. Терехов // Газовая промышленность. – 2017. – № 8 (756). – С. 98-107.
3. Вечера Е. Н. Анализ рисков в профессиональной деятельности вахтовых работников в условиях Крайнего Севера / Е. Н. Вечера, Г. Е. Никифорова // Дальневосточная весна. – 2018. – № 16. – С. 176-179.

УДК 331.45

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНЫ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИИ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ НА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПЛОЩАДКЕ

Орлова М.Г.¹, Фомина Е.Р.²

¹ООО «Газпромнефть-ННГТФ», Ноябрьск,
e-mail: Fadeeva_mg@edu.surgu.ru

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

Аннотация. Статья посвящена анализу системы управления охраной труда на одном из предприятий ПАО «Газпром нефть», а именно рассмотрен уровень управления рисками непосредственно на производственной площадке. В результате выявлены недостатки существующей методике и предложена автоматизация процесса управления рисками на производственной площадке.

Ключевые слова: система управления охраны труда, риски, управление рисками, риск-ориентированный подход.

IMPROVEMENT OF THE OCCUPATIONAL SAFETY MANAGEMENT SYSTEM AT THE ENTERPRISE AND AUTOMATION OF THE RISK MANAGEMENT PROCESS AT THE PRODUCTION SITE

Orlova M.G.¹, Fomina E.R.²

¹ООО «Gazpromneft-NGGF», Noyabrsk,
e-mail: Fadeeva_mg@edu.surgu.ru

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

Abstract. The article is devoted to the analysis of the occupational safety management system at one of the enterprises of PJSC Gazprom Neft, namely, the level of risk management directly at the production site is considered. As a result, the shortcomings of the existing methodology were identified and the automation of the risk management process at the production site was proposed.

Keywords: occupational safety management system, risks, risk management, risk-oriented approach.

В рамках системы управления охраны труда и развитие риск-ориентированного подхода в Компании внедряются методики оценки рисков на производственных площадках, одна из методик – это «Фиксация опасных действий и опасных условий, происшествий без последствий» на производственных площадках [1].

Опасное действие (ОД) – это осознанное или неосознанное действие или бездействие сотрудника организации, или группы работников, которое, если его вовремя не исправить, потенциально может привести к происшествию, например, к ухудшению здоровья, травме или смерти как самого работника Компании, так и третьих лиц, а также может привести к ущербу

окружающей среде или имуществу Компании. Опасные действия напрямую связаны с поведением работников и могут привести к происшествию, если их вовремя не устранить либо не учесть при выполнении работ. В свою очередь, опасные условия, в отличие от опасных действий, не связаны с поведением работников напрямую.

Опасное условие (ОУ) – потенциальный источник опасности с риском возникновения происшествия.

Вовремя не устраненные опасные действия или опасные условия могут привести к происшествиям без последствий.

Происшествие без последствий (ПБП) – событие, явившееся результатом ОД или ОУ, которое не привело, но при определенных условиях (или при стечении обстоятельств) могло повлечь за собой травму или ухудшение здоровья работника, нанесение вреда окружающей среде, имуществу или репутации Компании.

Событие, которое могло привести к травмированию работника, но его удалось избежать в данных обстоятельствах (рис. 1).

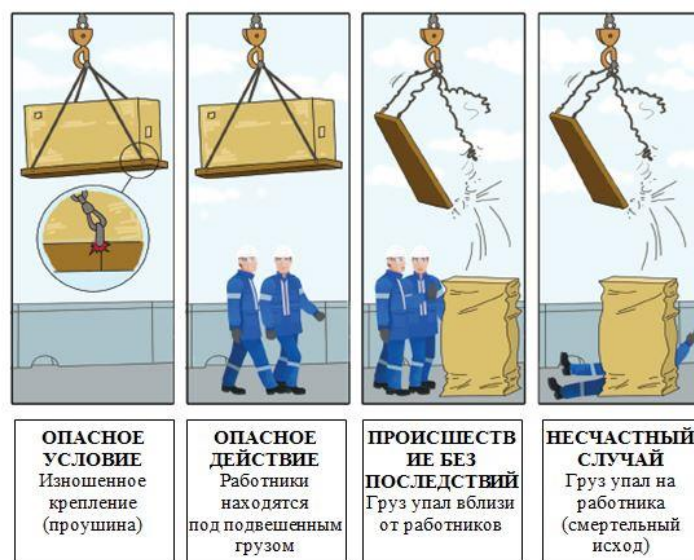


Рис. 1. Опасные условия, опасные действия, происшествия без последствий и несчастный случай

Целью выявления данных мероприятий является принятие своевременных мер по предупреждению и снижению опасных действий, что позволит значительно сократить вероятность возникновения травматизма персонала Группы компаний «Газпром нефть», ущерба окружающей среде и имуществу Компании, а также третьим лицам.

Важным условием обеспечения производственной безопасности является приверженность и вовлеченность каждого работника вопросам производственной безопасности.

Информирование о выявленных ОД и ОУ возможно любым из следующих способов:

- устное информирование непосредственного руководителя – с целью своевременного доведения информации об опасностях до других работников и оперативного принятия корректирующих мер;
- отправка электронного сообщения линейному руководителю или в подразделение производственной безопасности объекта Общества;
- заполнение Карты наблюдений с последующей передачей непосредственному руководителю, в подразделение производственной безопасности объекта или размещением в соответствующих ящиках для их сбора (рис. 2);
- любыми другими доступными способами.

The image shows two identical forms for safety observations from Gazprom. Each form is titled 'КАРТА НАБЛЮДЕНИЙ' and includes the instruction: 'Заполните Карту с обеих сторон и передайте своему руководителю или в службу производственной безопасности.' The left form is for reporting hazards found, with a section 'КАКИЕ ОПАСНОСТИ ВЫ ОБНАРУЖИЛИ?' containing 9 categories of hazards (e.g., movement, height, pressure, electricity, toxicity, fire, temperature, personnel) and checkboxes for 'ОУ' (without consequences) and 'ОД' (with consequences). The right form is for reporting safety rule violations, with a section 'НАРУШЕНИЕ КАКИХ ПРАВИЛ БЕЗОПАСНОСТИ ВЫ ОБНАРУЖИЛИ?' containing 11 specific violations (e.g., high-risk work, speed limits, safety harnesses, PPE, alcohol/drugs, etc.) and checkboxes for 'ОУ' and 'ОД'. Both forms include a 'Принятые вами действия:' section and a 'Горячая линия 8 800 700 65 00' at the bottom.

Рис. 2. Рекомендуемая форма Карты наблюдения

Данный способ использования метода фиксации опасных действий и опасных условий, происшествий без последствий на производственных площадках имеет ряд недостатков:

- Отсутствует цифровой инструмент, сотрудники вручную вносят информацию с бумажных носителей в таблицы Excel;
- Отсутствует прозрачность процесса, большинство карт наблюдений не вносятся в единую систему регистрации карт наблюдений, из-за этого аналитические данные не корректны.

Автоматизация процесса управления рисками станет эффективным способом достижения поставленных целей. А также риск-ориентированный подход является важной частью требований стандартов ГОСТ Р ИСО 9001-2015 «Системы менеджмента качества. Требования» [2].

Внедрение мобильного приложения для фиксации опасных действий и условий выводит этот процесс на качественно новый уровень. Теперь об опасностях можно сообщать прямо со смартфона, в режиме онлайн, и буквально за несколько кликов информация дойдет до всех руководителей, без дополнительной обработки информации.

Компания вместе с новым цифровым инструментом получает прозрачный процесс, включающий регистрацию опасностей, адресную маршрутизацию владельцам объектов, контроль их устранения и обратную связь. При этом мы получаем качественную аналитику, необходимую для выстраивания барьеров против происшествий и принятия системных управленческих решений в области производственной безопасности.

Литература:

- 1) МД «Требования к выявлению, регистрации и анализу опасных действий, опасных условий и происшествий без последствий», введен приказом ООО «ГПН-ННГФ» от 28.10.2019 г. №855.
- 2) ГОСТ Р ИСО 9001-2015 «Системы менеджмента качества. Требования».

УДК 331.45

ОСВОЕНИЕ СКВАЖИН С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА

Рожков А.С.

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

Аннотация. Статья посвящена сравнению показателей при опробовании и испытании скважин традиционным методом, при снижении уровня жидкости в скважине с помощью компрессорных установок, и новым методом, при снижении уровня жидкости с помощью установок центробежного насоса.

Ключевые слова: освоение, вызов притока, нефть, инертный газ, установка электроцентробежного насоса, компрессор, безопасность.

WELLS DEVELOPMENT WITH THE USE OF CENTRIFUGAL PUMP TECHNOLOGICAL INSTALLATION

Rozhkov A.S.

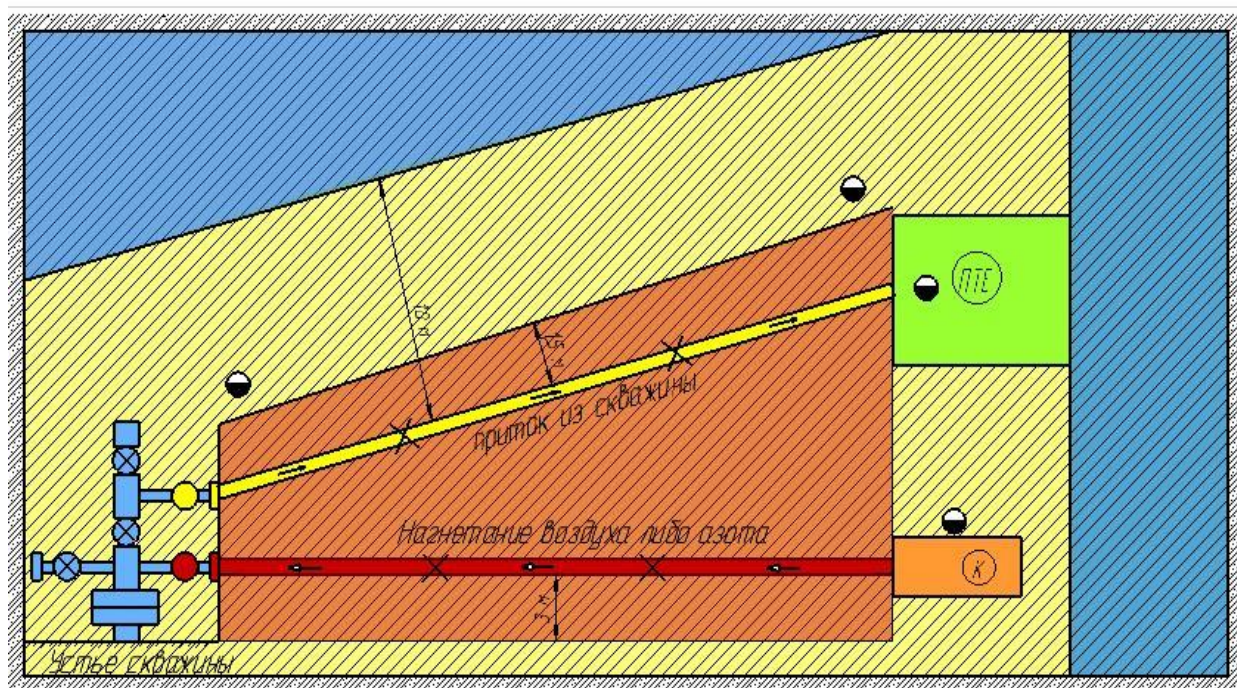
*Surgut State University, Surgut,
e-mail: rozhkov_as@edu.surgu.ru*

Abstract. The article is devoted to the comparison of indicators during the testing and testing of wells by the traditional method, when reducing the liquid level in the well using compressor units, and the new method, when reducing the liquid level using centrifugal pump units.

Keywords: inflow call, oil, inert gas, installation of an electric centrifugal pump, compressor, safety.

Освоение скважин предполагает выполнение работ по очистке забоя и вызову притока. При этом комплекс технологических решений должен способствовать снижению экономических затрат, достижению запланированного дебита скважин, минимизации негативного воздействия на окружающую среду, повышению безопасности производственного процесса.

При традиционном способе освоения скважин используется самоходная дизельная установка или передвижная компрессорная станция азотная (рис. 1).



	<i>Быстроразъемное соединение</i>
	<i>Рабочее место помощника бурильщика</i>
	<i>нагнетательная линия</i>
	<i>выкидная линия</i>
	<i>задвижка на нагнетательную линию</i>
	<i>задвижка на выкидную линию</i>
	<i>перемещение работников запрещено</i>
	<i>зона повышенной опасности</i>
	<i>Безопасная зона</i>
	<i>компрессор</i>
	<i>технологическая емкость</i>

Рис. 1. Общая схема обвязки устья, установки устьевоего оборудования при снижении уровня жидкости в скважине традиционным способом

В скважину производится спуск насосно-компрессорных труб (далее НКТ) с пусковыми муфтами, затем производится монтаж устьевоего оборудования в соответствии с требованиями федеральных норм и правил в области промышленной безопасности. После чего производится закачка инертного газа в затрубное пространство до прорыва азота через нижнюю пусковую муфту до стабилизации давления закачки азота. Стравливание давления азота производится через затрубное пространство, после снижения уровня производится ожидание притока при открытом затрубном и трубном пространствах, далее циклы повторяются до тех пор, пока не будет извлечен объем жидкости, равный объему жидкости закаченному при ГРП, объему ствола скважины и появления признаков пластового флюида (не менее 10 % нефти) [1].

Данный способ снижения уровня жидкости в скважине имеет ряд недостатков (табл. 1).

Таблица 1.

Критерии и показатели при традиционном способе вызова притока
с применением компрессорных установок [2]

№ п/п	Критерии	Показатели
1	Время освоения	Среднее время освоения скважины – 120 ч.
2	Полнота извлечения жидкости	Ограничение по времени депрессии, поглощение внутрискважинной жидкости при проведении цикла снижения уровня за счет создания репрессии на пласт.
3	Режим освоения	Циклический, простои бригады и техники в процессе ожидания притока.
4	Безопасность процесса	Низкий уровень безопасности в связи с применением агрегатов и линий высокого давления, передвижных емкостей, образование газоздушных смесей при разрядке скважины. Дополнительная экологическая нагрузка на окружающую среду.

Использование нового способа снижения уровня жидкости в скважине при помощи установок центробежного насоса позволяет исключить ряд технологических операций при вызове притока, а именно:

- спуск НКТ с пусковыми муфтами;
- закачка инертного газа через затрубное пространство, с целью извлечения жидкости.
- стравливание давления азота и ожидание притока.

Извлечение жидкости из скважины производится установкой центробежного насоса, пока не будет извлечен объем жидкости, равный объему жидкости закаченному при ГРП, объему ствола скважины и появления признаков пластового флюида (не менее 10% нефти) [1].

По сравнению с традиционным методом данный способ снижения уровня жидкости в скважине имеет ряд преимуществ (табл. 2).

Таблица 2.

Критерии и показатели вызова притока с применением установок электроцентробежного насоса [2]

№ п/п	Критерии	Показатели
1	Время освоения	Среднее время освоения скважины – 50 ч. Снижено по сравнению с традиционным способом в среднем на 40 %.
2	Полнота извлечения жидкости	Создается глубокая и равномерная депрессия. Исключается поглощение жидкости, нет репрессии на продуктивный пласт.
3	Режим освоения	Непрерывный.
4	Безопасность процесса	Безопасный процесс. Освоение скважины происходит автономно. Нет агрегатов и линий высокого давления. Отсутствие емкостей для сбора извлеченной жидкости, поскольку извлеченная жидкость из скважины поступает в систему нефтесбора, что исключает возможность разливов технологической жидкости, тем самым снижая негативное воздействие на окружающую среду.

Освоение скважин с применением установок электроцентробежного насоса повышает технологичность процесса освоения. Снижаются время и трудоемкость проведения работ. Возрастает безопасность проведения работ, за счет исключения применения агрегатов и линий высокого давления. Исключается образование газоздушных смесей. Освоение скважины осуществляется в систему нефтесбора. Соблюдаются более высокие требования в области экологической безопасности.

Литература:

- 1) СТО-163-2016. Освоение и испытание скважин в западной Сибири. Порядок выбора технологий, введенный в действие приказом ОАО «Сургутнефтегаз» от 20.11.2017 № 2718.
- 2) Хайбуллин Ю. Г. Освоение скважин после проведения гидравлического разрыва пласта с применением технологической установки электроцентробежного насоса / Ю. Г. Хайбуллин, А. С. Рожков // Качество строительства новых скважин. Капитальный ремонт скважин. – 2022. – № 6. – С. 4-6.

УДК 331.436

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГАЗОАНАЛИЗАТОРОВ КАК СРЕДСТВА ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Сагидов С.Ф., Кузнецова Ю.В.

*Сургутский государственный университет, Сургут,
e-mail: sagidov1999@mail.ru*

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы по предупреждению возникновения взрывопожароопасной ситуации на предприятиях нефтегазового комплекса, а именно, контроль концентрации взрывоопасных смесей, содержащихся в воздухе производственных помещений и на предприятии в целом. Представлен сравнительный анализ четырёх марок газоанализаторов по основным характеристикам.

Ключевые слова: газоанализатор, пожарная безопасность, нефтегазовый комплекс, взрывоопасные смеси, опасная среда.

COMPARATIVE ANALYSIS OF GAS ANALYZERS AS A MEANS OF INCREASING THE LEVEL OF FIRE SAFETY

Sagidov S.F., Kuznetsova Y.V.

*Surgut State University, Surgut,
e-mail: sagidov1999@mail.ru*

Abstract. The article deals with the issues of preventing the occurrence of an explosion-and-fire situation at the enterprises of the oil and gas complex, namely, monitoring the concentration of explosive mixtures contained in the air of industrial premises and at the enterprise as a whole. A comparative analysis of four brands of gas analyzers according to the main characteristics is presented.

Keywords: gas analyzer, fire safety, oil and gas complex, explosive mixtures, hazardous environment.

Газоанализатор представляет собой электронное оборудование, с помощью которого осуществляется автоматический контроль присутствия и концентрации газообразных веществ и смесей. Когда допустимая норма содержания превышена, включается звуковое или световое оповещение, прекращается подача вещества.

Устройство позволяет исключить утечки природного и угарного газа при работе с газовым топливом, возникновении неполадок в процессе эксплуатации системы дымоудаления и отопления. При повышенной концентрации опасных веществ сигнал инициирует перекрытие газовой магистрали и запуск принудительной вентиляции [5].

Газовые установки опасных производственных объектов являются прямым источником загрязнения в случае аварийных выбросов или утечки легковоспламеняющихся газов. Подобные аварии связаны с повреждением технологического оборудования и, как правило, ход таких аварий подразделяется на несколько этапов.

Воспламенение образовавшихся в ходе аварии взрывоопасных топливно-воздушных смесей происходит спустя некоторое время, что даёт возможность проинформировать персонал станции и близлежащих пунктов об эвакуации, активации защитных устройств и предотвращения развития аварий и возможных взрывов на объектах, расположенных на опасном расстоянии. В качестве защитных устройств, как правило, используют паровые или водяные завесы. Таким образом, для предотвращения аварийных ситуаций на потенциально опасных объектах предприятия важным моментом является обнаружение взрывоопасных газо-воздушных смесей непосредственно после утечки.

Информацию о промежуточном состоянии на объекте получают с помощью традиционных лабораторных исследований, что не позволяет дать оперативную оценку сложившейся ситуации из-за значительных временных задержек.

Такие устройства, как газоанализаторы позволяют осуществлять в режиме реального времени автоматический контроль за состоянием на потенциально опасном объекте. Детектор отображает и фиксирует концентрацию контролируемых компонентов в анализируемой смеси. При необходимости предусмотрена подача световых и звуковых сигналов на пульт диспетчера [6].

Модель детектора подбирается в зависимости от условий работы и технологического процесса. В таблице представлены сравнительные характеристики газоанализаторов, широко используемых в настоящее время в нефтегазовой отрасли [1–4].

Таблица 1.

Характеристики газоанализаторов

Характеристики	ДАХ-М	СТМ-10	АКВТ-01	АНКАТ-410
Отбор	диффузионный	зависит от исполнения	зависит от исполнения	принудительный
Минимальная/максимальная канальность и количество контролируемых газов		1/10	1/2	2/6
Тип сенсора	электрохимический	термохимический	электрохимический, термохимический	электрохимический, оптический
Газы	кислород, оксид углерода, диоксид серы, сероводород, диоксид азота, оксид азота, хлор, меркаптан, хлороводород, аммиак, формальдегид, метанол, этилен, этиленоксид	метан, пропан, углеводороды, водород, ацетилен, формальдегид, горючие газы и пары, ацетон, бензин, бензол, бутан, гексан, изобутан, изобутилен, метанол, пентан, пропилен, стирол, толуол, этанол, этилен, и другие газы	кислород, оксид углерода	кислород, оксид углерода, диоксид углерода, диоксид серы, сероводород, диоксид азота, оксид азота, хлор, хлороводород, аммиак
Пылевлагозащита	IP54	IP54	IP54	IP20

Взрывозащита	есть, зависит от исполнения	1ExdIICT4	1Exd[ib]IIBT4 X	–
Выходные сигналы	RS-485 4-20 мА, HART и «сухие» контакты реле	«без преобразователя» – унифицированные выходные сигналы токовый выход 4-20 мА, вольтовый сигнал 0-1 В, «сухие» контакты реле	RS-485 4-20 мА «сухие» контакты реле	RS-485 RS-232 4-20 мА «сухие» контакты реле
Протокол связи	MODBUS-RTU, HART		MODBUS RTU	MODBUS RTU
Индикация	световая, цифровая (только для ДАХ-М-01, ДАХ-М-05, ДАХ-М-06, ДАХ-М-08), звуковая – совместно с БМС или БПС-21М	в зависимости от исполнения, пороги регулируемые	цифровая	цифровая, световая
Единицы измерения	мг/м ³ , об. доля, % на O ₂	% НКПР	объемные доли	зависит от исполнения
Рабочий диапазон температур	зависит от исполнения	от -60 до +50°C (датчик с дифф. отбором пробы), от +1 до +50°C (датчик с принудит. отбором пробы, БСП), от -45 до +50°C (БСП низкотемпературное исполнение)	0 до 70°C (газоанализатор), от 0 до 850°C (пробоотборный зонд АКВТ-01, -02), от 100 до 1050°C (пробоотборный зонд АКВТ-03)	от +5 до +45°C
Питание	12 В, 24 В или 220 В (с блоком питания и сигнализации БПС-21М)	от сети 220 В, 50 Гц и от источника постоянного тока напряжением 24 В (для модификаций Р)	от сети переменного напряжения 220 В, 50 Гц	от сети 220 В, 50 Гц
Габариты	180x60x155 мм (ДАХ-М-01,...,-04), 200x125x315 мм (ДАХ-М-05, -06)	зависит от модификации	250x450x330 мм (АКВТ-01), 340x305x280 мм (АКВТ-02), 340x295x565 мм (АКВТ-03)	485x285x215 мм
Масса	2,0 кг (ДАХ-М-01,...,-04, ДАХ-М-07), 4,0 кг (ДАХ-М-05, -06), 7 кг (ДАХ-М-08)	зависит от модификации	30–50 кг	не более 15,0 кг

В указанных моделях используется преимущественно электрохимический тип сенсора. Широкий диапазон фиксации газов у газоанализатора марки СТМ-10, который наиболее

оптимально подходит для работы на открытом воздухе в условиях Севера, имея рабочий диапазон температур от -60 до +50 °С.

У модели АКВТ-01 наименьший диапазон идентифицируемых газов (кислород, оксид углерода). Остальные газоанализаторы имеют более десяти идентифицируемых газов.

Защиту по пятому уровню влагозащищенности от попадания капель под углом 60 градусов имеют модели АКВТ-01, СТМ-10, ДАХ-М, тогда как АНКАТ-410 не защищен от попадания влаги. Также АКВТ-01, СТМ-10, ДАХ-М полностью защищены от посторонних предметов любых размеров, но не от грязи и пыли. Небольшое количество пыли, не влияющее на работу оборудования в электрощите, может попасть внутрь корпуса; в АНКАТ-410 корпус защищен от посторонних предметов диаметром 50 мм и больше.

Газоанализатор СТМ-10 имеет унифицированный аналоговый выходной сигнал, у остальных моделей – цифровой. Различие заключается в том, что унифицированные сигналы позволяют передавать данные на расстояния до 800 метров (от ТС (термосопротивление) и ТП (термопара)). Эта линия передачи сигнала более помехоустойчива по сравнению с «сенсором». Цифровой выходной сигнал имеет длину линии связи до 1200 м и она самая помехоустойчивая. Датчики температуры, давления, уровня, влажности и др. со встроенным RS-485 - процессором для передачи данных на верхний уровень становятся все более востребованы.

В качестве термодатчиков можно предложить модели, изготовленные на основе диоксида ванадия, в основе работы которых лежит фазовый переход в соединениях VO_2 при температуре ~ 340 К [7].

Таким образом, из представленных марок газоанализаторов можно по соответствующим характеристикам подобрать модель датчика под выполнение конкретной задачи технологического процесса и рассчитать их необходимое количество.

Литература:

1. Автоматический аналитический контроль взрывоопасности воздушной среды промышленных предприятий. – URL: <https://studfile.net/preview/6459221/page/6/> (дата обращения 21.03.2023). – Текст : электронный.
2. Газовые сигнализаторы: назначения и эксплуатационные качества. – URL: <https://clck.ru/342mSz> (дата обращения 21.03.2023). – Текст : электронный.
3. Применение диоксида ванадия в приборах акустического каротажа / Н. А. Семенюк, Ю. В. Кузнецова, В. И. Суриков [и др.] // Омский научный вестник. – 2018. – № 4 (160). – С. 151-155. – DOI 10.25206/1813-8225-2018-160-151-155.
4. Сигнализаторы ДАХ-М. Описание и технические характеристики. – URL: <https://clck.ru/342mUZ> (дата обращения 21.03.2023). – Текст : электронный.
5. Сигнализаторы АНКАТ-410. Описание и технические характеристики. – URL: <https://clck.ru/342mVr> (дата обращения 21.03.2023). – Текст : электронный.
6. Сигнализаторы АКВТ-01. Описание и технические характеристики. – URL: <https://clck.ru/342mWz> (дата обращения 21.03.2023). – Текст : электронный.
7. Технические характеристики сигнализатора СТМ10. – URL: <https://clck.ru/342mYY> (дата обращения 21.03.2023). – Текст : электронный.

Секция IV.
**СОХРАНЕНИЕ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ,
АДАПТАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ ЭКОСИСТЕМ СЕВЕРА И АРКТИКИ**

УДК 574.5

**МИНОРНЫЕ ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ И ИХ МАЛАКОФАУНА:
ВОЗМОЖНО ЛИ ИСПОЛЬЗОВАТЬ ПРЕСНОВОДНЫХ БРЮХОНОГИХ
МОЛЛЮСКОВ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ВОДОЕМОВ И ВОДОТОКОВ?**

Бабушкин Е.С.^{1,2,3}, Андреева С.И.⁴, Нехаев И.О.^{2,5}, Винарский М.В.^{2,3,6}

¹*Сургутский государственный университет, Сургут,
e-mail: babushkin_es@surgu.ru*

²*Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург,
e-mail: radix.vinarski@gmail.com*

³*Тюменский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук, Тюмень*

⁴*Омский государственный транспортный университет, Омск,
e-mail: siandreeva@yandex.ru*

⁵*Институт зоологии, Алматы, Казахстан,
e-mail: inekhaev@gmail.com*

⁶*Омский государственный педагогический университет, Омск*

Аннотация. На примере пресноводных брюхоногих моллюсков бассейна р. Большой Юган (Среднее Приобье) при помощи современных методов статистического анализа проведена проверка, предложенной ранее типологии малых или минорных водных объектов. Результаты исследования подтвердили наличие существенных различий между отдельными типами минорных водоемов и водотоков и позволили построить их классификацию.

Ключевые слова: сообщества моллюсков, Западная Сибирь, классификация водных объектов.

**THE MINOR WATER BODIES AND THEIR MALACOFUNA:
IS IT POSSIBLE TO USE FRESHWATER GASTROPODS
FOR CLASSIFICATION OF WATERBODIES AND WATERCOURSES?**

Babushkin E.S.^{1,2,3}, Andreeva S.I.⁴, Nekhaev I.O.^{2,5}, Vinarski M.V.^{2,3,6}

¹*Surgut State University, Surgut, Russia,
e-mail: babushkin_es@surgu.ru*

²*St. Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia,
e-mail: radix.vinarski@gmail.com*

³*Tyumen Scientific Centre, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Tyumen, Russia*

⁴*Omsk State Transport University, Omsk, Russia,
e-mail: siandreeva@yandex.ru*

⁵*Institute of Zoology, Almaty, Kazakhstan,
e-mail: inekhaev@gmail.com*

⁶*Omsk State Pedagogical University, Omsk, Russia*

Abstract. On the case of freshwater gastropod mollusks of the Bolshoy Yugan River basin (Middle Ob basin) using modern methods of statistical analysis, the previously proposed typology of small or minor water bodies was tested. The results of the study confirmed the existence of significant differences between individual types of minor water bodies and made it possible to build their classification.

Keywords: molluscan communities, Western Siberia, classification of water bodies.

Типология внутренних водоемов и водотоков остается актуальной проблемой гидробиологии. Ранее было предложено множество классификаций [1–3], но ни одна из них не получила всеобщего признания. Кроме того, все они были составлены на основании исследований крупных постоянных водных объектов. Небольшие пресноводные водоемы и водотоки, включая пруды, заболоченные участки, временные водоемы и т.п., привлекали гораздо меньшее внимание исследователей, несмотря на их значимость в поддержании биоразнообразия и различных экосистемных услуг [4–6]. Классификация малых или минорных водных объектов затруднена в связи с их многообразием и непостоянством во времени и пространстве. В то же время, этот вопрос представляет не только фундаментальный интерес. Данные о типологии минорных водоемов и водотоков могут быть полезны экологами, специалистам по устойчивому развитию и лицам, принимающим решения в областях, связанных с природопользованием. Экосистемы в целом и отдельные сообщества организмов минорных водных объектов могут быть использованы в качестве потенциальных индикаторов изменений окружающей среды, особенно тех, которые происходят в локальном и/или региональном масштабе.

В проведенном нами исследовании, при помощи современных методов многомерного статистического анализа, мы проверили типологию минорных водоемов и водотоков, построенную на основе фауны моллюсков в 1960-х годах польским экологом Х. Климовичем (H. Klimowicz) [7; 8] и затем развитую отечественными исследователями Г. В. Березкиной и Я. И. Старобогатовым [9]. Авторы полагали, что каждый тип минорных водных объектов поддерживает свой собственный уникальный набор видов.

Район наших исследований практически полностью находился в пределах бассейна р. Большой Юган и особо охраняемой природной территории (ООПТ) – государственного природного заповедника «Юганский» (Сургутский район, Ханты-Мансийского автономного округа – Югры, Россия). Любая хозяйственная деятельность в пределах ООПТ строго ограничена, поэтому обследованные экосистемы мы рассматривали в качестве фоновых. Их изучение позволит выявить «фоновые» отношения между сообществами моллюсков и окружающей средой, такие знания, в качестве эталона для сравнений, могут быть полезны при биомониторинге и оценке воздействия деятельности человека на пресноводные сообщества и экосистемы.

На основе предложенных ранее классификаций все обследованные минорные водные объекты района исследований были отнесены к четырем типам: временные и болотные водоемы и водотоки, источники грунтовых вод и мадидные водные объекты (тонкая пленка воды на берегах рек, проток, озер и т.п.). В различных минорных водных объектах по стандартным методикам [10–12] были собраны брюхоногие моллюски, при этом был сформирован набор данных об экологических переменных их среды обитания (состав грунтов, глубины, наличие и скорость течения и т.п.). Всего в 86 различных минорных водоемах и водотоках был собран 1851 экз. брюхоногих моллюсков. Гастроподы были идентифицированы на основе конхологических и анатомических данных, используя современные таксономические ключи и определители [13–20]. Далее, после необходимой подготовки набора данных [21; 22] мы использовали такие многомерные статистические

алгоритмы как: кластерный анализ, неметрическое многомерное шкалирование, ординацию видов и местообитаний при помощи канонического анализа соответствий с учетом данных о факторах среды обитания, а также тесты One-Way ANOSIM и SIMPER, реализованные в программе PAST [21].

Результаты исследования подтвердили существенные различия между тремя типами минорных водных объектов на основе сообществ брюхоногих моллюсков, тогда как источники грунтовых вод оказались неотличимы от мадидных водоемов и водотоков. Использование алгоритмов ординации позволило на основании статистически значимых результатов построить достоверную классификацию минорных водных объектов бассейна р. Большой Юган. Наши результаты показали, что сообщества пресноводных брюхоногих моллюсков являются подходящим инструментом для классификации среды обитания, и в то же время подчеркнули необходимость применения статистических методов к априорным классификациям, основанным на качественном подходе к разделению типов водных объектов [23].

Финансирование. Частичная финансовая поддержка исследований была получена от Департамента образования и науки Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (проект № 2020-146-09), Российского фонда фундаментальных исследований и Тюменской области (проект № 20-44-720008) и Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант № BR18574058).

Литература:

1. Welch P. S. *Limnology*. – NY: McGraw-Hill Book Company, 1952. – P. 1-538.
2. Зернов С. И. *Общая гидробиология*. – М., Л.: Биомедгиз, 1934. – С. 1-504.
3. Elster H. E. *History of limnology // Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie. – Mitteilungen, 1974, № 20. – P. 7-30. – <https://doi.org/10.1080/05384680.1974.11923880>*.
4. Williams D. D. *The Biology of Temporary Waters*. – Oxford: Oxford University Press, 2006. – P. 1-337.
5. Biggs J. *The importance of small waterbodies for biodiversity and ecosystem services: Implications for policy makers / J. Biggs, S. von Fumetti, M. Kelly-Quinn // Hydrobiologia. – 2017. – V. 793. – P. 3-39. – <https://doi.org/10.1007/s10750-016-3007-0>*.
6. *Ecosystem services provided by small streams: An overview / V. Ferreira, R. Albariño, A. Larrañaga [et al.] // Hydrobiologia. – 2022. – <https://doi.org/10.1007/s10750-022-05095-1>*.
7. Klimowicz H. *Tentative classification of small water bodies on the basis of the differentiation of the molluscan fauna // Polish Archives of Hydrobiology. – 1959. – V. 6. – P. 85-103*.
8. Klimowicz H. *The molluscs of impermanent water bodies in the environs of Warsaw // Polish Archives of Hydrobiology. – 1962. – V.10. – P. 271-285*.
9. Березкина Г. В. *Экология размножения и кладки яиц пресноводных легочных моллюсков / Г. В. Березкина, Я. И. Старобогатов // Тр. Зоологического ин-та АН СССР. – 1988. – Т. 174. – С. 1-308*.
10. Жадин В. И. *Методы гидробиологических исследований*. – М.: Высшая школа, 1960. – С. 1-191.
11. *Моллюски / Я. И. Старобогатов, Л. А. Прозорова, В. В. Богатов, Е. М. Саенко // Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий / ред. С. Я. Цалолыхин. – СПб.: Наука, 2004. – Т. 6. – С. 9-492*.
12. Филиппов Д. А. *Методы и методики гидробиологического исследования болот: Учеб. пособие / Д. А. Филиппов, А. А. Прокин, А. А. Пржиборо. – Тюмень: ТюмГУ, 2017. – С. 1-208*.

13. Glöer P. Die Süßwassergastropoden Nord- und Mitteleuropas: Bestimmungsschlüssel, Lebensweise, Verbreitung; Conchbooks. – Hackenheim, 2002. – P. 1-327.
14. Glöer P. The Freshwater Gastropods of the West-Palaearctis. – Vol. I. – Fresh- and Brackish Waters Except Spring and Subterranean Snails; Biodiversity Research Lab. – Hetlingen, 2019. – P. 1-399.
15. Андреева С. И. Определитель пресноводных брюхоногих моллюсков (Mollusca: Gastropoda) Западной Сибири / С. И. Андреева, Н. И. Андреев, М. В. Винарский. – Ч. 1. – Gastropoda: Pulmonata. – Вып. 1. Семейства Acroloxidae и Lymnaeidae. – Омск, 2010. – С. 1-200.
16. Piechocki A. Guide to Freshwater and Marine Mollusca of Poland / A. Piechocki, B. Wawrzyniak-Wydrowska. – Poznań: Bogucki Wydawnictwo Naukowe, 2016. – P. 1-279.
17. Хохуткин И. М. Моллюски Урала и прилегающих территорий. Семейство Прудовиковые Lymnaeidae (Gastropoda, Pulmonata, Lymnaeiformes) / И. М. Хохуткин, М. В. Винарский, М. Е. Гребенников. – Ч. 1. – Екатеринбург: Гощицкий, 2009. – С. 1-162.
18. Хохуткин И. М. Моллюски Урала и прилегающих территорий. Семейства Acroloxidae, Physidae, Planorbidae (Gastropoda, Pulmonata, Lymnaeiformes) / И. М. Хохуткин, М. В. Винарский. – Ч. 2. – Екатеринбург: Гощицкий, 2013. – С. 1-184.
19. Vinarski M. V. Class Gastropoda. In Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates. – Vol. IV. – Keys to Palaearctic Fauna. – London: Academic Press, 2019. – P. 310-345.
20. Кияшко П. В. Брюхоногие моллюски / П. В. Кияшко, Е. В. Солдатенко, М. В. Винарский // Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. – Т. 2. Зообентос; ред. С. Я. Цалолихин. – М.: Товарищество науч. изд. КМК, 2016. – С. 335-438.
21. Hammer Ø. PAST. Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis / Ø. Hammer, D. A. T. Harper, P. D. Ryan // Palaeontologia electronica. – 2001. – V. 4. – P. 1-9. – URL: https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf (дата посещения 14.12.2022). – Текст : электронный.
22. Шитиков В. К. Макроэкология речных сообществ: концепции, методы, модели / В. К. Шитиков, Т. Д. Зинченко, Г. С. Розенберг. – Тольятти : Кассандра, 2011. – С. 1-255.
23. The “Minor Water Bodies” and Their Malacofauna: Are Freshwater Gastropod Communities Usable for Habitat Classification? / E. S. Babushkin, S. I. Andreeva, I. O. Nekhaev, M. V. Vinarski // Water. – 2023. – V. 15 (6). – P. 1178. – <https://doi.org/10.3390/w15061178>.

УДК 502.45

**ОБ ИЗМЕНЕНИИ ГРАНИЦ И ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ЗОНИРОВАНИЯ
ТЕРРИТОРИИ ПРИРОДНОГО ПАРКА «КОНДИНСКИЕ ОЗЕРА»
ИМ. Л.Ф. СТАШКЕВИЧА**

Беспалова Т.Л.

*Природный парк «Кондинские озера» им. Л.Ф. Сташкевича, Советский,
e-mail: bespalovatl@inbox.ru*

Аннотация. На основе анализа информации о природоохранной, экологической и социально-экономической значимости экосистем подготовлен и утвержден оптимальный вариант расширения территории природного парка с включением экологически ценных участков сопредельной территории, учитывающий задачи рационального природопользования.

Ключевые слова: природный парк, функциональное зонирование.

**ON CHANGING THE BOUNDARIES AND FUNCTIONAL ZONING
OF THE TERRITORY NATURAL PARK «KONDINSKY LAKES»
NAMED AFTER L.F. STASHKEVICH**

Bespalova T.L.

*The Natural Park «Kondinskiy lakes» named after L.F. Stashkevich, Sovetsky city,
e-mail: bespalovatl@inbox.ru*

Abstract. Based on the analysis of information on the environmental, ecological and socio-economic significance of ecosystems, the optimal option for expanding the territory of the natural park with the inclusion of ecologically valuable areas of the adjacent territory, taking into account the tasks of rational nature management, has been prepared and approved.

Keywords: nature park, functional zoning.

Одним из наиболее эффективных методов сохранения природных комплексов является формирование сети особо охраняемых природных территорий (далее – ООПТ). При создании в 1998 г. на территории ХМАО – Югры [2] природного парка «Кондинские озера» (далее – природный парк) возникло противоречие, поскольку лесные участки урочища «Кондинские озера» Арантурского участкового лесничества Советского лесничества, были изначально отнесены к категории эксплуатационных лесов, что не соответствует Лесному кодексу Российской Федерации (положениям статей 12, 102, 103) [1]. Таким образом, цели освоения эксплуатационных лесов не соответствует целям создания ООПТ.

Для устранения сложившегося противоречия и приведения нормативных правовых актов автономного округа в соответствие с законодательством РФ Судом ХМАО – Югры было вынесено решение об отнесении лесов в границах ООПТ к категории защитных лесов [3].

На рабочем совещании представителей Департамента недропользования и природных ресурсов, природного парка и ТПП «Урайнефтегаз» 19 января 2018 г. было принято решение

об исключении объектов инфраструктуры нефтепромысла Тальникового лицензионного участка с буферными зонами из состава территории природного парка.

Для компенсации изъятия земель было предложено присоединение к территории природного парка экологически ценных участков сопредельной территории.

Основным исполнителем научно-исследовательских работ для подготовки проекта «Анализ влияния техногенной нагрузки на экосистемы природного парка «Кондинские озера» им. Л. Ф. Сташкевича при лесоводственно-экологическом обосновании природоохранных функций с возможностью изменения его границ (материалы комплексного обследования)» был выбран АО ХМАО – Югры «НАЦ РАН им. В.И. Шпильмана» на основании договора № 18С1897 от 15.08.2018 г., соисполнителем – Институт наук о Земле Тюменского государственного университета. Сотрудники природного парка также приняли активное участие как в полевых, так и в камеральных работах.

На первом этапе выполнения работы по данному проекту была обобщена и проанализирована имеющаяся информация о биологическом разнообразии экосистем (в том числе о редких, нуждающихся в охране видах), о типологическом разнообразии и природоохранной ценности ландшафтных комплексов, о типах и степени техногенной трансформации природных комплексов, социально-экономической ценности экосистем.

Кроме того, была проведена большая работа по конфликтологическому анализу (интервью, опросы населения, собеседования, работа с фондовыми материалами).

На втором этапе были проанализированы действующее функциональное зонирование и режимы природопользования в зонах природного парка, а также пространственное распределение загрязнения по данным геохимического мониторинга почвенного покрова и водных объектов. Были определены зоны прямого и косвенного влияния техногенных объектов на экосистемы и их компоненты. Подготовлен комплект картографических материалов.

В ходе выполнения третьего этапа подготовлены проектная документация по уточнению распределения лесов по целевому назначению и категориям защитных лесов, тематическая лесная карта деления лесов на эксплуатационные, защитные и резервные в пределах лесничества с указанием границ участков лесничеств, урочищ и номеров лесных кварталов.

Подготовлено обоснование включения в территорию природного парка участков сопредельной территории вдоль восточной и юго-восточной границ; при этом, учтены:

1. болотно-островной комплекс данного участка отличается высоким уровнем видового разнообразия орнитофауны и является местом обитания большого количества редких и нуждающихся в особой охране (в т.ч. краснокнижных) видов птиц;

2. выявленное на данном участке высокое фитоценотическое разнообразие, представленное сочетанием различных типов сосновых и темнохвойных смешанных лесов, а также мелколиственных растительных сообществ, наличие сохранившихся участков зональных среднетаёжных сообществ, представляющих высокий научный и природоохранный интерес и требующих выполнения необходимых мероприятий для сохранения этих растительных комплексов;

3. болотные массивы описываемого участка представлены мезотрофными комплексами и выполняют важные водозапасающую, стокорегулирующую, биостационарную, средообразующую и ресурсную функции, поэтому требуют режима строгой охраны;

4. в растительных сообществах болотно-островного комплекса данных участков выявлены места произрастания значительного количества редких и нуждающихся в особой охране (в т.ч. краснокнижных) видов растений, как в смешанных темнохвойных лесах, так и на переходных мезотрофных болотах с топами выклинивания.

Кроме того, наиболее важным основанием для включения в состав территории природного парка участка сопредельной территории, примыкающего к его юго-восточной границе, стало то, что данный участок является местом стабильного пребывания дикого северного оленя (места кормежки, места отела, пути миграции).

Придание статуса особо охраняемой природной территории участку, где располагаются станции, имеющие ключевое значение для поддержания стабильного состояния популяции, и замыкаются миграционные пути Арантурской группировки дикого северного оленя, делает территорию идеально соответствующей требованиям экологии северных оленей и позволяет организовать его эффективную охрану в местах его обитания и на путях миграции.

Также на этом этапе подготовки проекта специалистами НАЦ РАН им. В.И. Шпильмана были просчитаны 5 вариантов изменения площади территории природного парка – от «Нулевого» до «Максимального».

Для обсуждения представленных вариантов изменения территории природного парка 22 октября 2018 г. было проведено заседание Научно-технического совета бюджетного учреждения ХМАО – Югры «Природный парк «Кондинские озера» им. Л. Ф. Сташкевича».

Для обоснования экологической ценности тех участков, которые предложены как перспективные варианты расширения территории природного парка, были получены экспертные заключения специалистов-зоологов по проблеме сохранения популяции дикого северного оленя (вид, включенный в приложение к Красной книге ХМАО – Югры).

В результате дискуссии на заседании НТС природного парка принято решение: включение в состав его территории участков по варианту «Максимальный» позволяет организовать охрану мест обитания оленя, дает возможность сохранить остатки Кондинской популяции и содействовать восстановлению численности этого краснокнижного вида, являвшегося ранее одним из фоновых, а в настоящее время резко сократившего численность.

По итогам третьего этапа 14 ноября 2018 г. было проведено заседание межведомственной рабочей группы по урегулированию вопроса распределения по целевому назначению лесов на землях лесного фонда, расположенных в границах ООПТ, и выявлению интересов сторон при изменении границ природного парка.

Представители Департамента, природного парка и нефтедобывающего предприятия, а также директор ООО «Кондинское охотничье хозяйство» обсудили спорные вопросы и пришли к согласованным решениям по вариантам расширения территории природного парка, ширине буферной зоны вокруг объектов существующей промышленной инфраструктуры и проектируемых перспективных объектов.

На четвертом этапе работы над проектом были подготовлены и согласованы с заинтересованными сторонами особые условия проведения работ при освоении Тальникового, Западно-Тальникового, Южно-Эйтыянского, Даниловского и Умытыянского нефтяных месторождений с учетом минимизации техногенного воздействия в зоне прямого и косвенного влияния работ по эксплуатации нефтепромыслов на экосистемы участков, изымаемых из состава территории природного парка.

Подготовлены предложения по зонированию территории в новых границах на основе анализа экологических рисков, обоснован оптимальный вариант, прописан регламент и природоохранный режим каждой функциональной зоны; разработаны стратегические направления развития природного парка в области сохранения биоразнообразия.

Заключительный пятый этап включал в себя систематизацию материалов по всем выше перечисленным направлениям и подготовку заключительного отчета.

В итоговом отчете приведены: характеристика природоохранной, экологической и социально-экономической значимости экосистем природного парка; данные о техногенной нагрузке; анализ экологических и социально-экономических рисков. В отчете представлены:

– оптимальный вариант изменения границ природного парка, приемлемый для всех заинтересованных сторон, позволяющий расширить территорию ООПТ с включением экологически ценных участков сопредельной территории, учитывающий также и задачи рационального природопользования (рис. 1);

– схема функционального зонирования изменённой территории природного парка по принципу преобладания природоохранного направления деятельности ООПТ (рис. 2).

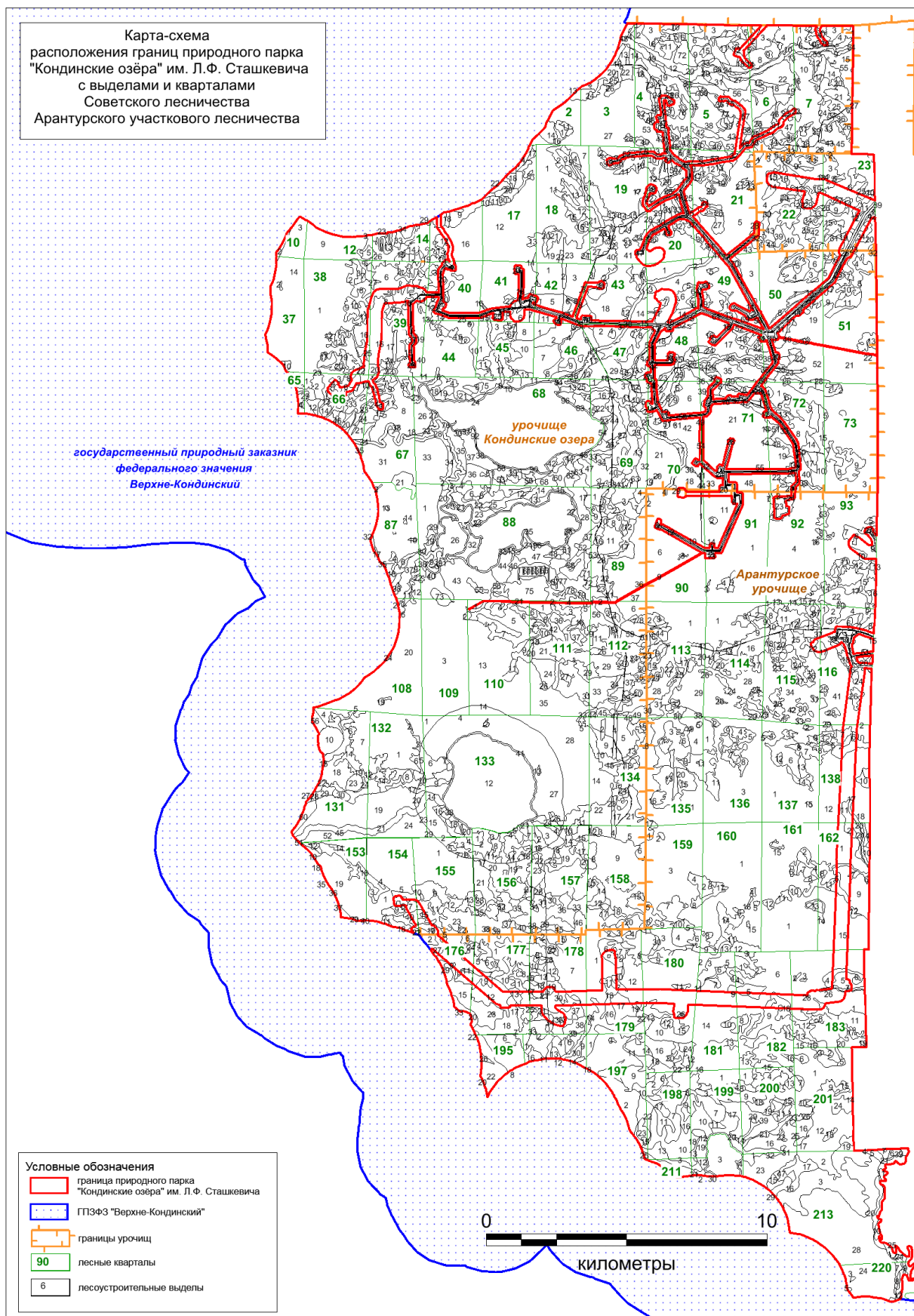


Рис. 1 Карта-схема территории природного парка с учетом изменения (старая граница – граница урочища «Кондинские озёра»)

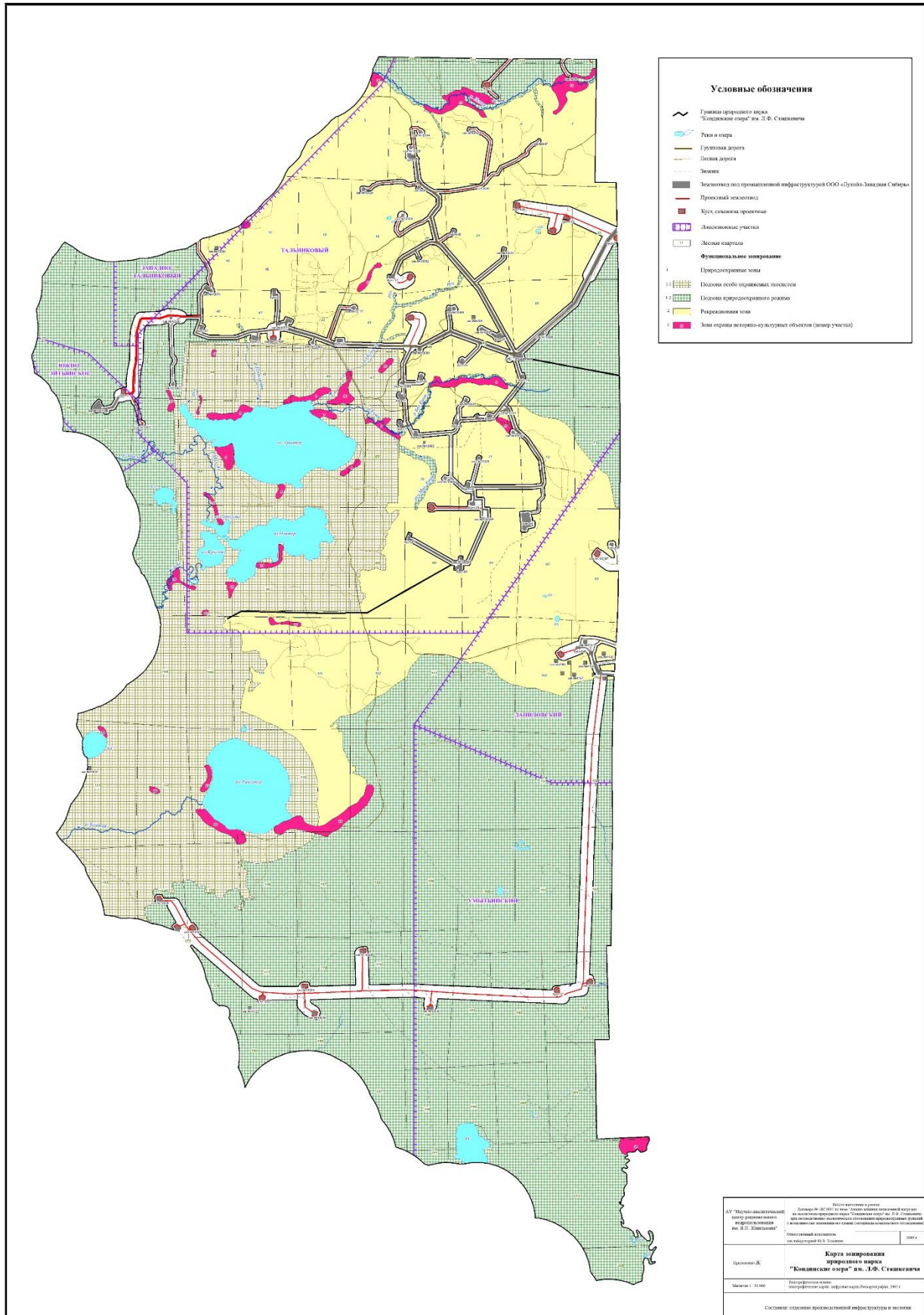


Рис. 2 Карта-схема функционального зонирования территории природного парка «Кондинские озера» им. Л. Ф. Сташкевича

На основании проведенной работы Губернатором ХМАО – Югры было подписано постановление № 60 от 27.05.2022 г. «О внесении изменений в постановление Губернатора ХМАО – Югры от 24 ноября 1998 г. № 498 «О создании в ХМАО – Югре природного парка «Кондинские озера». Также было принято постановление Правительства ХМАО – Югры «О внесении изменений в приложение к постановлению Правительства ХМАО – Югры от 26 июня 2015 г. № 188-п «О Положении о природном парке «Кондинские озера».

Таблица 1.

Площади и доли функциональных зон
природного парка «Кондинские озера» им. Л.Ф. Сташкевича

№ п/п	Зоны природного парка «Кондинские озера»	Исходный вариант		Новый вариант		Изменение, га
		Площадь, га	Доля, %	Площадь, га	Доля, %	
1.	Природоохранная зона, в том числе:	22 828	52	42 117	66,1	+ 19 289
1.1.	Подзона природоохранного режима	11 853	27	14 278	22,4	+ 2 425
1.2.	Подзона особо охраняемых экосистем	10 975	25	27 840	43,7	+ 16 865
2.	Рекреационная зона	12 731	29	20 561	32,3	+ 7 830
3.	Зона охраны историко-культурных комплексов и объектов	878	2	1 052	1,6	+ 174
4.	Зона ограниченного природопользования	7 463	17	-	-	- 7 463
Общая площадь, га		43900	100,0	63 730	100,0	19 830

Согласно этим постановлениям площадь территории природного парка увеличилась на 45,17 %. Основное увеличение приходится на природоохранную зону, в том числе на подзону особо охраняемых экосистем (табл. 1). Расширение территории природного парка за счет экологически ценных участков позволит организовать эффективную охрану редких и нуждающихся в особой охране видов растений и животных и мест их обитания.

Литература:

1. Лесной кодекс РФ от 04.12.2006 № 200-ФЗ. Принят Государственной Думой 8 ноября 2006 г. Одобрен Советом Федерации 24 ноября 2006 г. Вступил в силу 01.01.2007 г.
2. Постановление Губернатора ХМАО № 498 от 24.11.1998 «О создании природного парка окружного значения «Кондинские озера».
3. Решение суда ХМАО – Югры от 16 ноября 2017 г. по делу N 3а-261/2017.

УДК 502.4

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫМИ
ПРИРОДНЫМИ ТЕРРИТОРИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ
(НА ПРИМЕРЕ ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА – ЮГРЫ)**

Бибикова Д.М.

*Югорский государственный университет, Ханты-Мансийск,
e-mail: bibikovadm@mail.ru*

Аннотация. Природоохранная эффективность ООПТ представляет собой показатель, характеризующий степень реализации природоохранных задач, в частности, сохранения природных объектов в процессе деятельности ООПТ. При оценке природоохранной эффективности ООПТ учитываются основные функции, заключающиеся в сохранении природных комплексов, редких видов животных и растений. Оценка эффективности деятельности ООПТ федерального значения в Ханты-Мансийском автономном округе позволила сделать вывод о высоком уровне организации на ООПТ.

Ключевые слова: особо охраняемые природные территории, оценка эффективности управления, природоохранная эффективность.

**THE EFFECTIVENESS MANAGEMENT ASSESSMENT
OF SPECIALLY PROTECTED NATURAL TERRITORIES FEDERAL SIGNIFICANCE
(ON THE EXAMPLE OF KHANTY-MANSIYSK AUTONOMOUS OKRUG – YUGRA)**

Bibikova D.M.

*Yugra State University, Khanty-Mansiysk,
e-mail: bibikovadm@mail.ru*

Abstract. The environmental effectiveness of protected areas is an indicator that characterizes the degree of implementation of environmental objectives, in particular, the preservation of natural objects in the course of the activities of protected areas. When assessing the environmental effectiveness of protected areas, the main functions of preserving natural complexes, rare species of animals and plants are taken into account. Evaluation of the effectiveness of the activities of protected areas of federal significance in the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug allowed us to conclude about the high level of organization in protected areas.

Keywords: specially protected natural territories, management efficiency assessment, environmental efficiency.

Устойчивое развитие системы особо охраняемых природных территорий (далее – ООПТ) является одним из ключевых показателей Национального проекта «Экология» [10]. Целью создания зон с особым режимом охраны является сохранение биологического разнообразия и природного, историко-культурного наследия страны.

На территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры функционирует 24 ООПТ. Федеральное значение имеют 5 из них – заповедник «Юганский», заповедник «Малая

Сосьва», заказник «Верхне-Кондинский», заказник «Елизаровский», заказник «Васпухольский» (рис. 1).

Показатель эффективности управления ООПТ позволяет охарактеризовать степень реализации природоохранных функций ООПТ, обуславливающих их устойчивое развитие. Существует несколько подходов к оценке природоохранной эффективности управления ООПТ [1; 2; 11].

С учетом регионального компонента исследуемой территории была выбрана методика оценки природоохранной эффективности ООПТ WWF России [11]. Преимуществом данного подхода является возможность оценки результатов деятельности охраняемых территорий с учетом географического положения, состояния ценных природных объектов, биологического разнообразия и наличия эндемичных элементов, внешних антропогенных воздействий и др.

При оценке природоохранной эффективности в качестве маркеров рассматривались основные природоохранные функции ООПТ федерального значения:

1) эталонная функция – показатель сохранности ненарушенных и малонарушенных природных комплексов;

2) рефугиумная функция – показатель сохранности редких и эндемичных таксонов;

3) резерватная функция – показатель воспроизводства охотничье-промысловых видов животных и ценных растений;

4) «монументальная» функция – показатель сохранности природных объектов, имеющих исключительную историческую или научно-познавательную ценность;

5) эколого-стабилизирующая функция – показатель представленности экосистемных услуг, оказываемых ООПТ.

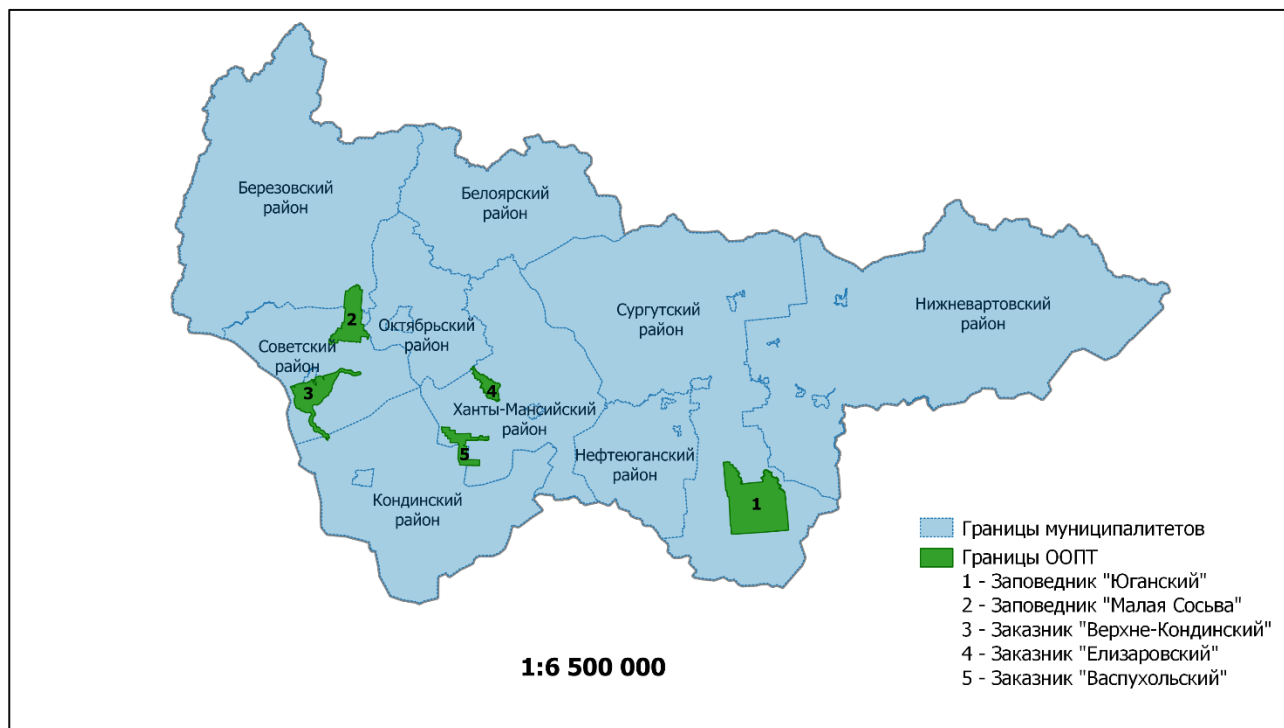


Рис. 1. ООПТ федерального значения, расположенные на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры

Для определения показателей эффективности управления ООПТ были использованы данные, взятые с официальных сайтов [3; 4; 5; 6; 7].

Результаты оценки природоохранной эффективности ООПТ федерального значения, расположенных на территории ХМАО – Югры представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Оценка природоохранной эффективности ООПТ федерального значения,
расположенных на территории ХМАО – Югры

ООПТ			Средняя природоохранная эффективность					
			Эталонная функция	Регулирующая функция	Резерватная функция	«Монументальная» функция	Эколого-стабилизирующая функция	ВСЕГО
Федеральные	Заповедники	Юганский	94	100	100	-	100	98,5 %
		Малая Сосьва	100	100	95	100	100	99 %
	Заказники	Верхне-Кондинский	81,3	100	89	-	100	92,3 %
		Елизаровский	91,7	100	96,7	100	100	97,7 %
		Васпухольский	90	100	97	-	100	97 %
	ВСЕГО		93,4	100	95,5	100	100	97 %

Государственный природный заповедник «Юганский» создан в 1982 году на территории Сургутского района. Общая площадь заповедника составляет 648 636 га. Целью создания ООПТ является с охранение и изучение естественного хода природных процессов и явлений, генетического фонда растительного и животного мира, отдельных видов и сообществ растений и животных, типичных и уникальных экологических систем Ханты-Мансийского автономного округа [4].

Результаты оценки природоохранной эффективности заповедника «Юганский» представлены в таблице 1.

Деятельность заповедника в части сохранения природного разнообразия и защиты территории от влияния чуждых и синантропных видов имеет высокую эффективность. На показатель эталонной функции повлияло наличие на территории заповедника трансформированных экосистем. Часть заповедника была подвержена лесным пожарам, вследствие чего была сформирована вторичная сукцессия, представленная несвойственными для территории заповедника лиственничными породами.

Территория заповедника имеет высокую значимость для сохранения 78 редких и исчезающих таксонов (в том числе 28 видов животных, 18 видов сосудистых растений, 1 вид мха, 22 вида грибов и 9 видов лишайников), занесенных в Красную книгу России и в региональную Красную книгу [8; 9].

В заповеднике представлены семь групп охотничье-промысловых животных – копытные, крупные, мелкие и средние хищники, грызуны и зайцеобразные, водоплавающие птицы, куриные, промысловые рыбы. На территории заповедника расположены очаги размножения ввиду обеспечения оптимальных условия для сохранения вида и поддержания его численности. Также в заповеднике «Юганский» представлены виды ценных растений. Разнообразие лекарственных, декоративных и ценных пищевых растений в пределах охраняемой зоны выше, чем за ее пределами. Таким образом, эффективность резерватной функции составляет 100 %.

В связи с тем, что на территории заповедника отсутствуют установленные объекты, имеющих высокую историческую и культурную ценность, «монументальная» функция исключена из расчета [12].

Треть территории заповедника представлена типичными для Западной Сибири болотами, оказывающими смягчающее действие на последствия изменения климата. Экосистемы и природные комплексы заповедника, оказывающие экосистемные услуги, обеспечивают высокую эффективность эколого-стабилизирующей функции.

Таким образом, текущая природоохранная эффективность заповедника «Юганский» составляет 98,5 % и может быть оценена как высокая.

Государственный заповедник «Малая Сосьва» создан в 1976 г. на территории двух районов – Советского и Березовского. Площадь заповедника составляет 225 562 га. Заповедник образован с целью охраны природных территорий, сохранения биоразнообразия и поддержания природных комплексов и объектов в естественном состоянии [3].

Результаты оценки природоохранной эффективности заповедника «Малая Сосьва» представлены в таблице 1.

Территория заповедника характеризуется высоким уровнем видового и ландшафтного богатства. Интродуцированные и синантропные виды не представлены. Таким образом, природоохранная эффективность эталонной функции составляет 100 %.

К особым задачам заповедника относится сохранение и восстановление популяций редких и исчезающих видов животных и растений. На территории заповедника «Малая Сосьва» зарегистрировано 2 эндемичных вида – западносибирский речной бобр и остролодочник ивдельский. Резерватная функция заповедника заключается в сохранении 54 таксонов, занесенных в Красные книги России и Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. Также на территории заповедника зафиксировано более 70 аборигенных видов [8; 9].

К охотничье-промысловым видам животных заповедника относятся лось, бурый медведь, лисица, глухарь, тетерев и др. На показатель эффективности резерватной функции влияет охотничий промысел, снижая потенциально возможную численность копытных, крупных хищников, водоплавающих птиц и промысловых рыб.

К редким и уникальным природным объектам заповедника относятся – Озеро Хане-Тув, Ханетувский бор, Васькина гора, Гора Тунх-Вещ. Объекты не имеют существенных нарушений и находятся в стабильно удовлетворительном состоянии. «Монументальная» функция заповедника «Малая Сосьва» реализуется успешно.

Территория заповедника обеспечивает все основные виды экосистемных услуг. Наиболее ценной является воспроизводство ценных таксонов.

Текущая природоохранная эффективность заповедника «Малая Сосьва» составляет 99 % и оценивается как высокая.

Государственный природный заказник «Верхне-Кондинский» образован в 1971 году на территории Советского и Кондинского районов. С 1977 года заказник является структурным подразделением заповедника «Малая Сосьва» [6].

Целью создания заказника является сохранение природных ландшафтов Кондо-Сосьвинского Приобья и восстановление объектов животного мира, в том числе водных биологических ресурсов.

Результаты оценки природоохранной эффективности заказника «Верхне-Кондинский» представлены в таблице 1.

Неполнота эталонной и резерватной функций заказника обусловлена менее строгим режимом охраны. Заказник, как вид ООПТ, отличается более широким перечнем допустимой на его территории хозяйственной деятельности. Таким образом, освоение лесов способствует изменению естественных ареалов обитания объектов животного мира.

Целью создания заказника является сохранение и восстановление популяций животного и растительного мира, отсюда, рефугиумная функция реализуется в полной мере. На территории заказника зарегистрировано 26 редких и исчезающих таксонов, состояние которых стабильно при сохранении оптимальных условий для их естественного развития.

Редкие и уникальные объекты, имеющие природоохранную ценность, на территории заказника отсутствуют, соответственно, «монументальная» функция не реализуется.

Наиболее полно реализуется такая экосистемная услуга как воспроизводство ценных видов.

Текущая природоохранная эффективность заказника «Верхне-Кондинский» составляет 92,3 % и является высокой.

Государственный заказник «Елизаровский» создан в 1982 году на территории Ханты-Мансийского района. Общая площадь заказника составляет 76 600 га. Заказник является структурным подразделением заповедника «Малая Сосьва» [7].

Заказник создан с целью охраны и восстановления численности популяций диких зверей и птиц, ценных промысловых рыб, редких и ценных видов растений.

Результаты оценки природоохранной эффективности заказника «Елизаровский» представлены в таблице 1.

Так же, как у заказника «Верхне-Кондинский» эталонная и резерватная функции не реализуются в полной мере в связи с допустимыми на территории заказника «Елизаровский» хозяйственными видами деятельности.

Заказник является местом отела и нереста и имеет региональное значение.

К ландшафтам, имеющим выдающиеся научно-познавательное или эстетическое значение относится водно-болотное угодье «Верхнее Двубье». Таким образом, ключевыми экосистемными услугами, которые оказывает заповедник «Елизаровский» являются смягчение последствий изменения климата и состава атмосферы и воспроизводство ключевых и хозяйственно ценных таксонов [7].

Природоохранная эффективность заказника «Елизаровский» составляет 97,7 % и оценивается как высокая.

Государственный заказник «Васпухольский» образован в 1993 году на территории Ханты-Мансийского и Кондинского районов. Площадь заказника – 93 200 га. Заказник является структурным подразделением заповедника «Малая Сосьва» [5].

Заказник создан с целью сохранения популяции таежного северного оленя и воспроизводства ценных охотничье-промысловых животных.

Результаты оценки природоохранной эффективности заказника «Васпухольский» представлены в таблице 1.

На территории заказника, в отличие от заповедника «Малая Сосьва», разрешена хозяйственная деятельность, оказывающая влияние на эталонные экосистемы и среду обитания животных. Данный факт обуславливает показатели эффективности эталонной и резерватной функций.

Заказник имеет высокую значимость для сохранения 10 редких и исчезающих таксонов, в число которых входит эндемик Западной Сибири – заподносибирский речной бобр. Природоохранная эффективность рефугиумной функции составляет 100 %.

«Монументальная» функция на территории заказника не реализуется.

Эколого-стабилизирующая функция имеет высокий показатель эффективности, ввиду географического положения и особенностей, расположенных на территории заказника природных комплексов.

Текущая природоохранная эффективность заказника «Васпухольский» составляет 97 % и может быть оценена как высокая.

Таким образом, ООПТ федерального значения, расположенные на территории Ханты-Мансийского автономного округа, реализуют все пять природоохранных функций и имеют средний показатель эффективности 97 % (таблица 1), что свидетельствует высоком уровне организации работы на ООПТ. Максимальный вклад вносят рефугиумная и эколого-стабилизирующая функции. Это обусловлено высокой степенью охраны редких и исчезающих видов и богатством природных систем региона.

Литература:

1. Management Effectiveness Tracking Tool (METT). – Текст : электронный. – URL: https://wwfeu.awsassets.panda.org/downloads/mett2_final_version_july_2007.pdf (дата обращения 02.03.2023 г.).
2. Protected Areas Management Effectiveness. Information Module. – Текст : электронный. – URL: <https://www.protectedplanet.net/system/comfy/cms/files/files/000/000/078/original/PROARCA.pdf> (дата обращения 02.03.2023 г.).
3. Государственный природный заповедник «Малая Сосьва» им. В. В. Раевского. – Текст : электронный. – URL: <https://www.m-sosva.ru/> (дата обращения 30.03.2023 г.).
4. Государственный природный заповедник «Юганский». – Текст : электронный. – URL: <https://ugansky.ru/> (дата обращения 30.03.2023 г.).
5. Заказник «Васпухольский». Государственный природный заповедник «Малая Сосьва». – Текст : электронный. – URL: <https://www.m-sosva.ru/zakaznik-vaspukholskiy> (дата обращения 30.03.2023 г.).
6. Заказник «Верхне-Кондинский». Государственный природный заповедник «Малая Сосьва». – Текст : электронный. – URL: <https://www.m-sosva.ru/zakaznik-verkhne-kondinskiy> (дата обращения 30.03.2023 г.).
7. Заказник «Елизаровский». Государственный природный заповедник «Малая Сосьва». – Текст : электронный. – URL: <https://www.m-sosva.ru/zakaznik-elizarovskiy> (дата обращения 30.03.2023 г.).
8. Красная книга Российской Федерации. – Том «Животные». – 2-ое изд. – М.: ФГБУ «ВНИИ Экология», 2021. – 1128 с.
9. Красная книга Ханты-Мансийского автономного округа – Югры: животные, растения, грибы / отв. ред. А. М. Васин, А. Л. Васина. – 2-е изд. – Екатеринбург: Баско, 2013. – 460 с.
10. Паспорт Национального проекта «Экология» – Минприроды России. – Текст : электронный. – URL: https://www.mnr.gov.ru/activity/directions/natsionalnyy_proekt_ekologiya/ (дата обращения 15.03.2023 г.).
11. Стишов М. С. Методика оценки природоохранной эффективности особо охраняемых природных территорий и их региональных систем. – Текст : электронный. – М.: WWF России, 2012. – 284 с. – URL: http://new.wwf.ru/upload/iblock/071/oopt_web.pdf (дата обращения 27.03.2023 г.).
12. Юганский. ООПТ России. – Текст : электронный. – URL: <http://www.oopt.aari.ru/oopt/Юганский> (дата обращения 30.03.2023 г.).

УДК 599.362

КРАНИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ИЗМЕНЧИВОСТЬ АЛТАЙСКОГО КРОТА *TALPA ALTAICA* NIKOLSKY, 1883

Ваганова Е.А., Стариков В.П., Петухов В.А.
Сургутский государственный университет, Сургут,
e-mail: msnr359@gmail.com

Аннотация. Методами кластерного анализа и главных компонент проведен сравнительный анализ изменчивости краниометрических параметров в популяциях алтайского крота (*Talpa altaica*). Полученные данные свидетельствуют о независимости параметров черепа отдельных популяций от широты и высоты местности. Краниологические различия между популяциями в значительной степени являются результатом не подвидовых различий, а приспособления зверьков к обитанию в естественных условиях, а также индивидуальных особенностей.

Ключевые слова: *Talpa altaica*, краниометрические параметры.

CRANIOLOGICAL FEATURES AND VARIABILITY OF THE ALTAI MOLE *TALPA ALTAICA* NIKOLSKY, 1883

Vaganova E.A., Starikov V.P., Petukhov V.A.
Surgut State University, Surgut,
e-mail: msnr359@gmail.com

Abstract. A comparative analysis of the variability of craniometric parameters in populations of the Altai mole (*Talpa altaica*) has been carried out using the methods of cluster analysis and principal components analysis. The data obtained testify to the independence of cranial parameters of individual populations from the latitude and altitude of the area. Craniological differences between populations are largely the result not of subspecies differences, but of adaptation of the animals to their natural habitat and individual characteristics.

Keywords: *Talpa altaica*, craniometric parameters.

Введение. С. У. Строганов [3], говоря о подвидах алтайского крота, выделял 4 подвида на основании оттенка окраски, длины хвоста и задней ступни, а также средних размеров черепа. Позднее Б. С. Юдин [5] после анализа большей выборки кротов сделал вывод, что четко выраженного проявления географической изменчивости по длине черепа не наблюдается, так как максимальные и минимальные значения в каждой выборке совпадают. Этим автором было отмечено, что ввиду недостоверности различий по нескольким параметрам тела и черепа, вероятно, мы имеем дело не с подвидами, а с разными фенотипами кротов. Б. С. Юдин обращал внимание на то, что популяции на периферии ареала отличаются более мелкими размерами, а также у них выражены другие формы изменчивости, но, ввиду недостатка материала с этих территорий, выводы о наличии или отсутствии подвидов сделать было проблематично. В заключении автор говорит, что скорее всего разграничение популяций

– это экологическая задача для объяснения степени воздействия климатических и ландшафтных условий на вид.

Наша работа была направлена на сравнение популяций алтайского крота на северной периферии и в оптимуме ареала, для выявления наличия или отсутствия статистически значимых отличий параметров черепа для дальнейшего решения вопроса о подвидах.

Материалы и методы. Алтайский крот отлавливался с помощью конусов с направляющими канавками в период с июня по сентябрь 2018–2022 гг. на территории Сургутского заказника и горнолыжного комплекса «Каменный Мыс» (Сургутский район). За все время была поймана 91 особь, учеты проводили в 17 различных биотопах. Добытых животных обрабатывали с помощью общепринятых зоологических методик [2, 4]. Черепа вываривали, чистили и определяли основные краниологические промеры (рис. 1).

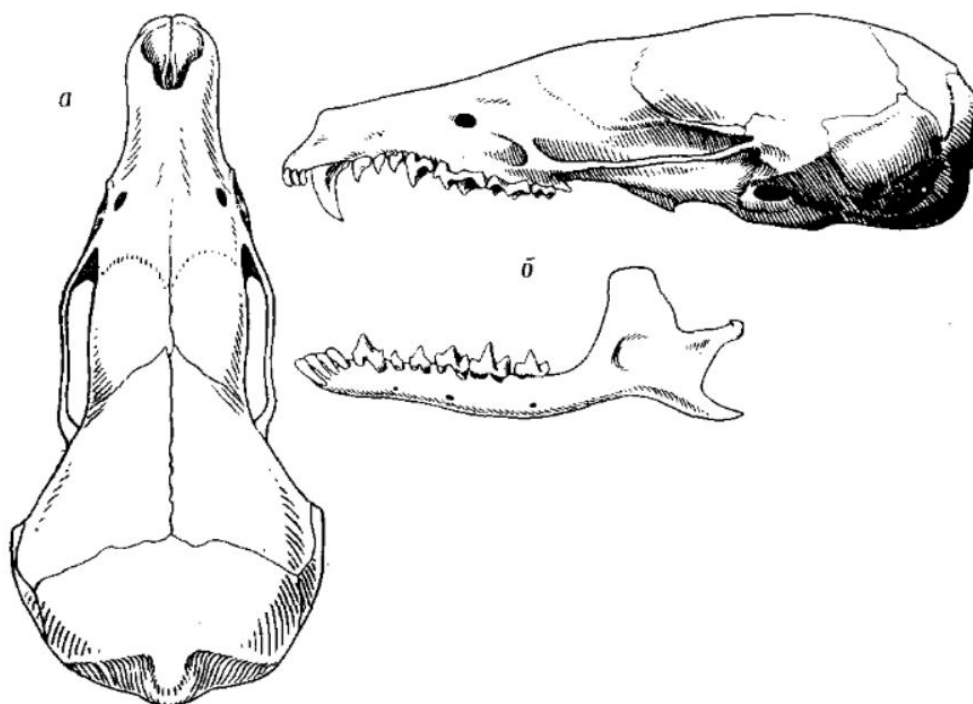


Рис. 1. Череп алтайского крота [4]

Промеры черепа измеряли электронным штангенциркулем с точностью 0,01. Во избежание ошибок при оценке популяционных различий были взяты только взрослые самцы. Помимо этого, в данной работе использовался материал фондовой коллекции Сибирского зоологического музея (Института систематики и экологии животных СО РАН). В коллекцию отбирали черепа взрослых самцов с различных территорий: Алтайского края, Горного Алтая, Кемеровской области, Якутии, Иркутской области, Бурятии, Новосибирской области, Томской области, Красноярского края и Хакасии. Всего было обработано 279 черепов.

Расчет кластерного анализа проводился с использованием программы IBM SPSS Statistics. Проверка статистических гипотез осуществлялась на уровне значимости 0,05. Так как данные имеют разный масштаб измерений, предварительно была проведена стандартизация данных. Для выявления закономерностей распределения краниометрических показателей согласно высотной поясности и широтной зональности данные были подвергнуты оценке с помощью метода главных компонент. В качестве меры близости показателей использовали корреляцию Пирсона (r), а для выявления числа наиболее важных компонент, необходимых и достаточных для описания данных применяли критерии Кэттелла, Кайзера и

«сломанной трости» [1]. Всё расчётные и графические построения выполнены в пакете программ PAST 4.12b [6].

Результаты и обсуждение. В данном исследовании была проведена кластеризация методом k-средних, которая позволяет заданное фиксированное число k-кластеров наблюдения сопоставить кластерам так, что средние в кластере (для всех переменных) максимально возможно отличаются друг от друга. Кластеризацию данных сделали по следующим параметрам: кондило-базальная длина черепа, длина верхнего ряда зубов, длина заднекоренных зубов, ширина роострума над клыками, предглазничная ширина, скуловая ширина, наибольшая ширина черепа, наибольшая высота черепа, prod. coronioideus. Поскольку данные имеют разный масштаб измерений, предварительно была проведена стандартизация данных. Результаты кластерного анализа проверялись с помощью однофакторного дисперсионного анализа (табл. 1), который показал, что по всем 9 параметрам значения между 4 кластерами статистически значимо различались (p -value < 0,05).

Таблица 1.

Однофакторный дисперсионный анализ

	F	Значимость
Кондило-базальная длина черепа	124,272	0,000
Длина верхнего ряда зубов	54,737	0,000
Длина заднекоренных зубов	34,086	0,000
Ширина роострума над клыками	42,947	0,000
Предглазничная ширина черепа	32,317	0,000
Скуловая ширина черепа	67,691	0,000
Наибольшая ширина черепа	65,825	0,000
Наибольшая высота черепа	8,259	0,000
Prod coronioideus	53,640	0,000

Характеристики каждого кластера можно оценить через среднее значение каждого параметра в кластере. Описательные статистики каждого параметра в кластерах представлено в таблице 2.

Таблица 2.

Описательные статистики параметров по кластерам

Кластер		N	Среднее	Стандартная отклонение	Стандартная ошибка	95% доверительный интервал для среднего значения		Минимум	Максимум
						Нижняя граница	Верхняя граница		
кондилобазальная длина черепа	1	11	39,8000	0,91869	0,27700	39,1828	40,4172	38,20	41,50
	2	32	36,1781	0,77031	0,13617	35,9004	36,4559	34,20	37,50
	3	45	37,8267	0,61326	0,09142	37,6424	38,0109	36,90	39,20
	4	43	38,6488	0,50444	0,07693	38,4936	38,8041	37,00	39,90
	Всего	131	37,8595	1,27941	0,11178	37,6384	38,0807	34,20	41,50
длина верхнего ряда зубов	1	11	14,7818	0,24008	0,07239	14,6205	14,9431	14,30	15,20
	2	32	13,2906	0,47747	0,08440	13,1185	13,4628	12,10	14,10
	3	45	13,9644	0,39895	0,05947	13,8446	14,0843	13,20	15,00
	4	43	14,2953	0,37477	0,05715	14,1800	14,4107	13,40	15,20
	Всего	131	13,9771	0,60199	0,05260	13,8730	14,0812	12,10	15,20

длина заднекоренных зубов	1	11	6,145	0,4569	0,1378	5,839	6,452	5,6	7,4
	2	32	5,300	0,2140	0,0378	5,223	5,377	5,0	5,8
	3	45	5,633	0,2714	0,0405	5,552	5,715	5,0	6,1
	4	43	5,716	0,1951	0,0298	5,656	5,776	5,2	6,1
	Всего	131	5,622	0,3404	0,0297	5,563	5,681	5,0	7,4
ширина рострума над клыками	1	11	6,000	0,3317	0,1000	5,777	6,223	5,6	6,9
	2	32	5,153	0,1984	0,0351	5,082	5,225	4,8	5,7
	3	45	5,482	0,2708	0,0404	5,401	5,564	5,0	6,0
	4	43	5,702	0,2521	0,0384	5,625	5,780	5,0	6,2
	Всего	131	5,518	0,3568	0,0312	5,456	5,579	4,8	6,9
предглазничная ширина черепа	1	11	7,773	0,3901	0,1176	7,511	8,035	7,4	8,7
	2	32	6,950	0,2476	0,0438	6,861	7,039	6,6	7,5
	3	45	7,227	0,2832	0,0422	7,142	7,312	6,7	8,0
	4	43	7,521	0,3263	0,0498	7,421	7,621	6,8	8,0
	Всего	131	7,302	0,3936	0,0344	7,233	7,370	6,6	8,7
скуловая ширина черепа	1	11	13,127	0,4268	0,1287	12,841	13,414	12,6	14,0
	2	32	11,834	0,3764	0,0665	11,699	11,970	10,9	12,5
	3	45	12,373	0,3394	0,0506	12,271	12,475	11,7	13,0
	4	43	12,893	0,3397	0,0518	12,788	12,998	12,2	13,8
	Всего	131	12,476	0,5679	0,0496	12,377	12,574	10,9	14,0
наибольшая ширина черепа	1	11	18,255	0,4569	0,1378	17,948	18,561	17,4	18,9
	2	32	16,838	0,4838	0,0855	16,663	17,012	15,7	18,0
	3	45	17,509	0,3081	0,0459	17,416	17,601	17,0	18,3
	4	43	17,900	0,3032	0,0462	17,807	17,993	17,0	18,4
	Всего	131	17,536	0,5844	0,0511	17,435	17,637	15,7	18,9
наибольшая высота черепа	1	11	11,282	0,4238	0,1278	10,997	11,567	10,8	12,0
	2	32	10,759	0,4369	0,0772	10,602	10,917	9,9	11,7
	3	45	10,873	0,3421	0,0510	10,771	10,976	10,0	11,7
	4	43	11,093	0,3508	0,0535	10,985	11,201	10,5	12,0
	Всего	131	10,952	0,4071	0,0356	10,882	11,022	9,9	12,0
Prod. coronoideus	1	11	9,0636	0,27303	0,08232	8,8802	9,2471	8,60	9,40
	2	32	7,9450	0,34402	0,06081	7,8210	8,0690	6,90	8,50
	3	45	8,2867	0,34483	0,05140	8,1831	8,3903	7,00	9,00
	4	43	8,7558	0,31267	0,04768	8,6596	8,8520	8,00	9,30
	Всего	131	8,4224	0,48972	0,04279	8,3378	8,5071	6,90	9,40

Кластеры отличались по средним значениям, однако крайние показатели перекрывались во всех 4-х группах. Разделив все данные на 4 кластера, мы посмотрели, какие точки вошли в каждый из них. Примечательно, что в каждый кластер попали особи с разных территорий, закономерности распределения не наблюдались.

Для анализа главных компонент кроты были разделены на 3 группы по широте и высоте местности: таежные равнинные, лесостепные и степные равнинные, лесостепные и степные горные. Такое разделение должно позволить выявить широтные и высотные изменения в параметрах черепа и на основании этого выделить группы. В ходе анализа главных компонент было установлено девять главных компонент, на первую главную компоненту пришлось 80,8 % общей дисперсии. Следует отметить, что основной вклад по первой компоненте пришёлся на кондилобазальную длину черепа (КБДЧ) ($r = 0,763$), причём основное значение этот показатель имел для равнинной таёжной группы кротов. В целом, каких-либо чётко обозначенных групп выявить не удалось. Очевидно, что широтная зональность и высотная поясность играют не основную роль в особенностях строения черепа алтайского крота. Возможно, что локальные экологические факторы оказывают специфическое действие на подвидовые особенности этого таксона.

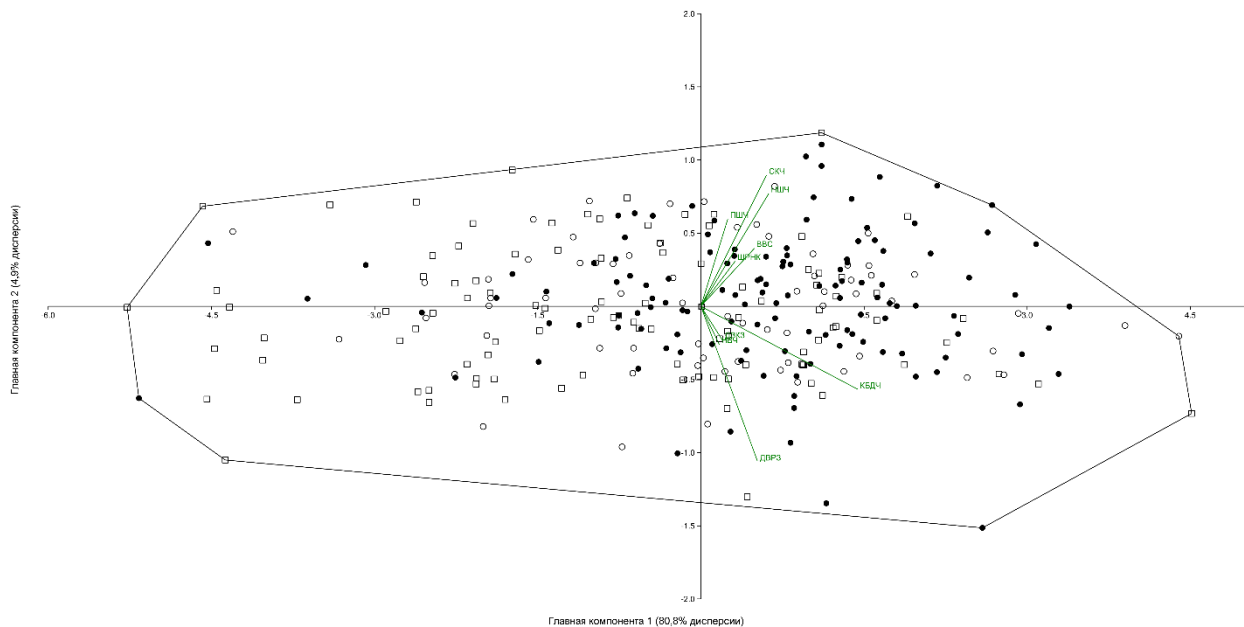


Рис. 2. Ординационная диаграмма в пространстве первых двух главных компонент краниометрических показателей трёх групп алтайского крота, выявленных в зависимости от широты и высоты местности: ● – таига до 500 м; ○ – лесостепь и степь до 500 м; □ – лесостепь и степь, более 500 м. КБДЧ – кондилобазальная длина черепа, ДВРЗ – длина верхнего ряда зубов, ДЗКЗ – длина заднекоренных зубов, ШРНК – ширина роstrума над клыками, ПШЧ – предглазничная ширина черепа, СКЧ – скуловая ширина черепа, НШЧ – наибольшая ширина черепа, НВЧ – наибольшая высота черепа, РС – *prod. coronoideus*

Заключение. Наши данные сопоставимы с исследованиями Б.С. Юдина и С.У. Строганова. Популяции кротов не различаются по краниологическим характеристикам по широте и высоте местности, в том числе на северной периферии ареала. Сходства в строении черепа могут объясняться стенобионтностью алтайского крота. Данный вид предпочитает одни и те же биотопы с одинаковыми условиями во всех географических областях, а различия, на основании которых выделились кластеры, могут объясняться отбором особей в зимний период: в суровые зимы выживают более мелкие особи, и популяция «мельчает», а в благоприятные зимы, наоборот, «укрупняется» (4 и 1 кластеры соответственно), что соотносится с представлениями Б.С. Юдина.

Литература:

1. Джонгман Р. Г. Г. Анализ данных в экологии сообществ и ландшафтов / Р. Г. Г. Джонгман, С. Дж. Ф. Тер Браак, О. Ф. Р. ван Тонгерен. – М. : РАСХН, 1999. – 306 с.
2. Карасева Е. В. Методы изучения грызунов в полевых условиях / Е. В. Карасева, А. Ю. Телицына, О. А. Жигальский. – М. : Изд-во ЛКИ, 2008. – 416 с.
3. Строганов С. У. Систематика кротовых. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1948. – С. 286-405.
4. Тупикова Н. В. Изучение размножения и возрастного состава мелких млекопитающих // Методы изучения природных очагов болезней человека. – М. : Медицина, 1964. – С. 154-191.
5. Юдин Б. С. Насекомоядные млекопитающие Сибири. – Новосибирск : Наука, 1989. – 360 с.
6. Hammer Ø. PAST. PAleontological STatistics software package for education and data analysis / Ø. Hammer, D. Harper, P. D. Ryan // Palaeontologia Electronica. – 2001. – V. 4. – № 1. – P. 1-9.

УДК 502.4 : 502.75

РЕДКИЕ РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА ПРИРОДНОГО ПАРКА «НУМТО»

Веревкина Е.Л.¹, Лапшина Е.Д.²

¹*Природный парк «Нумто», Белоярский,
e-mail: numtonauka@mail.ru*

²*Югорский государственный университет, Ханты-Мансийск*

Аннотация. В ходе комплексного анализа флоры с оценкой фитоценотической активности видов в растительном покрове природного парка «Нумто», расположенного в пределах подзоны северной тайги в центре Западно-Сибирской равнины, выявлены редкие типы экосистем, которые представляют наиболее высокую экологическую ценность.

Ключевые слова: торфяные болота, леса, северная тайга, растительность, Западная Сибирь.

RARE PLANT COMMUNITIES OF THE NUMTO NATURE PARK

Verevkina E.L.¹, Lapshina E.D.²

¹*Numto Nature Park, Beloyarsky,
e-mail: numtonauka@mail.ru*

²*Yugra State University, Khanty-Mansiysk*

Abstract. In the course of a comprehensive analysis of flora with an assessment of the phytocenotic activity of species in the vegetation cover of the Numto Natural Park, located within the northern taiga subzone in the center of the West Siberian Plain, rare types of ecosystems that represent the highest ecological value were identified.

Keywords: peat bogs, forest, northern taiga, vegetation, Western Siberia.

В соответствии с большинством схем природного районирования, территория природного парка «Нумто» относится к северотаежной подзоне лесной зоны Западной Сибири. Территория парка располагается на границе Ямало-Ненецкого и Ханты-Мансийского автономных округов, на северном склоне Сибирских увалов. Его площадь составляет 597 189,5 га.

Высокая степень заболоченности и преобладание сфагновых болот со специфичными экологическими условиями определяют сравнительно невысокое таксономическое разнообразие растительного мира [1]. Флора природного парка «Нумто» насчитывает 379 видов, из них 198 видов высших сосудистых растений (только виды аборигенной флоры) и 181 вид мохообразных, в том числе 121 вид мхов и 60 видов печеночников.

Комплексный анализ флоры с оценкой фитоценотической активности видов в растительном покрове, проводился авторами в 2006, 2011, 2017 и 2022 годах. Кроме того, для оценки растительности были учтены материалы эколого-биологических исследований, проводимых на территории парка с 2001 года.

Высокими показателями флористического и фитоценотического разнообразия в бассейне верхнего течения р. Казым, характеризуются следующие типы экосистем:

1. Темнохвойные и темнохвойно-березовые мелкотравно-зеленомошные леса в составе долинного комплекса р. Казым;
2. Темнохвойные заболоченные леса и лесные болота (согры) в долинах малых рек;
3. Грядово-озерково-топяные комплексы с олиготрофными и мезоолиготрофными грядами и разнотипными топиями;
4. Мезотрофные осоково-вахтово-моховые открытые болота и ерники.

В долине р. Казым отмечены три вида, включенные в Приложение Красной книги ХМАО [3]. В темнохвойных лесах встречается таежная орхидея *Goodiera repens*. По песчаным берегам отмечены находки *Tanacetum bipinnatum* и *Nuphar tetragona* в зарастающей старице р. Казым [1]. В долинных лесах и заторфованных старицах отмечены редкие виды с естественной малой численностью и спорадическим распространением *Stellaria longifolia*, а из мохообразных – *Bryum cyclophyllum*, *Pohlia wahlenbergii* – преимущественно горный вид, редкий на равнине, *Cephalozia ascendens*, *C. leucantha*.

В приречных заболоченных лесах и сограх отмечено два вида северных орхидей: *Listera cordata* и *Corallorhiza trifida*, включенных в Приложение Красной книги ХМАО-Югры, как виды, требующие особого внимания и мониторинга состояния природных популяций [3]. Согры являются местами концентрации крайне редких на равнинной территории Западной Сибири зеленых мхов *Brachythecium erythrorrhizon*, *Cynodontium tenellum*, *Dicranella heteromala*, *Isopterydiopsis pulchella*, *Pohlia cruda*, *P. elongata*, *Polytrichastrum alpinum* и печеночников *Scapania degenii*, *Lophozia silvicoloides*, *Tritomaria quinquedentata*. Редким является арктоальпийский вид *Bryum cyclophyllum*, а также *Pohlia prolifera* – вид с естественной малой численностью [2].

В мезотрофных и мезоолиготрофных топиях грядово-озерково-топяных комплексов отмечено 3 вида высших сосудистых растений, включенных в Красную книгу ХМАО – Югры [3]: *Hammarbya paludosa*, *Lycopodiella inundata*, *Juncus stygius*. Еще два вида включены в Приложение Красной книги ХМАО – Югры [3] как виды, требующие особого внимания. *Pinguicula villosa* встречается изредка на сфагновых кочках и грядах. Наибольший научный интерес представляют находки европейского вида осоки *Carex livida*. Среди мхов особый интерес представляет нахождение на территории природного парка редкого сфагнового мха – *Sphagnum inexpectatum*. Вид собран на двух болотных массивах в южной части природного парка. Это третья находка на территории Западной Сибири.

В мезотрофных осоково-вахтово-моховых открытых болотах и ерниках отмечено 2 вида, включенных в Красную книгу ХМАО – Югры [3]: редкая болотная орхидея – *Hammarbia paludosa* и печеночник – *Heterogemma laxa*. Встречены редкие виды сосудистых растений: *Stellaria crassifolia* и *Dactylorhiza hebridensis*. Среди мохообразных в парке отмечен редкий на равнине, преимущественно горный вид печеночника – *Lophozia wezelii* и 2 редких вида сфагновых мхов – *Sphagnum rubellum* и *Sphagnum mirum*.

В пределах последнего типа в 2022 г. впервые выявлены и описаны уникальные болотные растительные сообщества умеренно богатого грунтового питания, связанные в своем распространении с местами разгрузки грунтовых вод, питающих истоки малых рек и ручьев.

Болото Грунтовое (63.615 с.ш., 70.607 в.д.). Болото расположено в центральной части природного парка в истоках небольшого ручья, обеспечивающего сброс вод с обширного мезотрофного болотного комплекса.

Участок болота, связанный с выходами грунтовых вод, занят наиболее требовательными к богатству минерального питания ерниково-осоково-моховыми сообществами в сочетании с кустарничково-сфагновыми подушками сформированными сплошной дерниной *Sphagnum warnstorffii* ассоциации *Sphagno warnstorffii*–*Carex dioicae* с *Carex chordorrhiza* в травяном ярусе. Ерниково-осоково-моховые сообщества с участием *Sphagnum warnstorffii* являются редкими на территории природного парка. Только на этом

участке болота впервые в парке были выявлены 3 новых вида зеленых мхов – *Tomentypnum nitens*, *Meesia triquetra*, *Paludella squarrosa*, из которых два последних включены в основной список Красной книги ХМАО – Югры [3]. Все эти виды являются индикаторами повышенного минерального питания, которое обеспечивает разгрузка грунтовых вод и встречаются небольшими дерновинками или единичными экземплярами в виде примеси среди других мхов и печеночников.

Болото Мировое (63.645 с.ш., 70.795 в.д.). Болото расположено в истоках небольшой речки, вытекающей из этого болотного массива. Основная площадь болота занята крупноосоковыми и пушицево-крупноосоковыми сообществами сплавиного типа с доминированием *Carex rostrata* и *Eriophorum angustifolium* и моховым покровом из мезотрофных сфагновых мхов или без них по наиболее обводненным участкам. В широкой периферийной полосе открытой части болота встречены и описаны уникальные осоково-болотнотравно-сфагновые сообщества с доминированием редкого в России и Западной Сибири вида сфагнового мха – *Sphagnum mirum*.

Уникальность встреченных в природном парке «Нумто» сообществ с участием *Sphagnum mirum*, описанных в ранге типа сообществ *Comarum palustre* – *Sphagnum mirum*, заключается в доминировании этого вида мха (проективное покрытие 25–100 %), что встречается крайне редко. На этом же болотном массиве на контакте с залесенной частью болота встречены заросли хвоща топяного – *Equisetum fluviatile*, в сообществах которого отмечен мох *Calliergon giganteum* – первая и на данный момент пока единственная находка на территории природного парка.

Для природного парка «Нумто» эти сообщества представляют большую ценность, как местообитания редких и краснокнижных видов, и имеют большое природоохранное значение. Растительные сообщества, описанные на болоте «Грунтовое» и болоте «Мировое» представляют большой научный интерес и могут быть рекомендованы для включения в «Зеленую книгу» природного парка «Нумто».

Литература:

1. Парк «Нумто»: Природа и историко-культурное наследие / Э. И. Валеева, В. А. Глазунов, Е. А. Шишконокова [и др.] // под ред. Д. В. Московченко. – Сургут, 2017. – 312 с.
2. Веревкина Е. Л. Видовое богатство растительных сообществ болот южной части природного парка «Нумто» / Е. Л. Веревкина, Е. Д. Лапшина, И. В. Филиппов // Западно-Сибирские торфяники и цикл углерода: прошлое и настоящее: м-лы VI Междунар. полевого симп., Ханты-Мансийск, 2021 г. – Томск: Изд-во Томского университета, 2021. – С. 62-64.
3. Красная книга Ханты-Мансийского автономного округа – Югры: животные, растения, грибы / отв. ред.: А. М. Васин, А. Л. Васина. – 2-е изд. – Екатеринбург: Баско, 2013. – 460 с.

УДК 57.083.12

ИССЛЕДОВАНИЕ АРКТИЧЕСКИХ МИКРОМИЦЕТОВ В ТОРФЯНЫХ БУГРАХ ПУЧЕНИЯ

Джалолов И.И.^{1,2}, Литовка Ю.А.^{1,2}, Тимофеев А.А.¹, Павлов И.Н.^{1,2}

¹*Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН,*

обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН (ИЛ СО РАН), Красноярск;

²*Сибирский государственный университет науки и технологий им. акад. М.Ф. Решетнева,
Красноярск, e-mail: Night_oxen.77@mail.ru*

Аннотация. Сформирована коллекция культур арктических штаммов психрофильных грибов, выделенных из торфяных бугров пучения. Биоразнообразие микромицетов на разных глубинах существенно отличается, но таксономическая принадлежность ограничивается филумами Ascomycota и Mucoromycota. Для всех штаммов характерно снижение скорости роста при увеличении температуры более 18°C. Из сезонно-талого слоя выделен быстрорастущий штамм *Neurospora tetraspora* со скоростью роста до 23 мм/сут.

Ключевые слова: микобиота торфа, Арктика, бугры пучения, мерзлота, биоразнообразие, психрофилы.

STUDY OF ARCTIC MICROMYCETES IN PEAT HEAVE MOUNDS

Jalalov I.I.^{1,2}, Litovka Yu.A.^{1,2}, Timofeev A.A.¹, Pavlov I.N.^{1,2}

¹*V.N. Sukachev Institute of Forest SB RAS,*

a separate division of the FRC KCS SB RAS (IF SB RAS), Krasnoyarsk;

²*Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk,
e-mail: Night_oxen.77@mail.ru*

Abstract. A collection of cultures of Arctic strains of psychrophilic fungi isolated from peat heave mounds has been formed. The biodiversity of micromycetes differs significantly at different depths, but the taxonomic affiliation is limited to the phylum Ascomycota and Mucoromycota. All strains are characterized by a decrease in the growth rate with an increase in temperature of more than 18°C. A fast-growing strain of *Neurospora tetrasperma* with a growth rate of up to 23 mm/day was isolated from the seasonally thawed layer.

Keywords: peat mycobiota, Arctic, heaving mounds, permafrost, biodiversity, psychrophiles.

Исследование арктической микобиоты имеет большое значение для понимания функционирования экосистем этого региона, особенно, в связи с глобальными климатическими изменениями. Грибы играют важную роль в деструкции органических соединений в условиях Арктики, оказывая влияние на стабильность почвенного микробоценоза, химический состав почвы и почвообразовательный процесс. Культивируемые микромицеты из экстремальных зон обитания, в том числе психрофильные штаммы, представляют немалый интерес для биотехнологии как продуценты биологически активных соединений и ферментов, активность которых сохраняется при низких температурах. Изучение

их биоразнообразия, биоэкологических и биотехнологических особенностей открывает пути применения перспективных психрофильных продуцентов для получения новых биотехнологических продуктов.

Материалы и методы. Образцы торфа были отобраны из разрезов, заложенных в различных позициях микрорельефа торфяного бугра на северо-западе полуострова Таймыр. Материал был отобран в стерильные контейнеры асептически и хранился до момента исследования при температуре -18°C . Для данного исследования использовали два типа образцов – отобранные с глубины сезонно-талого слоя и с глубины 4,5 метра. Выделение грибов осуществляли классическими микологическими методами (истощающий посев торфяной суспензии и раскладка фрагментов торфа на поверхность 2 % мальт-экстракт агара, среды Сабуро и Чапека) при 12°C [2]. Идентификацию моноспоровых культур грибов проводили по совокупности морфолого-культуральных признаков (морфология колоний, цвет реверса, скорость роста, строение мицелия и репродуктивных структур) [3] и молекулярно-генетических особенностей (секвенирование участков генетических маркеров ITS и TEF-1alpha). Названия и положения таксонов были унифицированы с помощью базы данных NCBI [4]. Ростовые параметры (радиальная скорость роста и ростовой коэффициент) определяли на трех агаризованных средах при 12, 16 и 24°C в течение 18 сут.

Результаты и обсуждение. В рамках проведенного исследования было изолировано в чистую культуру 36 штаммов микроскопических мицелиальных грибов, из них 20 изолятов были получены из глубинного слоя и 16 изолятов – из сезонно-талого слоя. Только 4 изолята с идентичными морфолого-культуральными признаками было выделено из образцов с обеих глубин.

Все выделенные на текущий момент изоляты являются представители двух таксонов – *Ascomycota* (*Neurospora tetraspora* Dania García, Stchigel & Guarro, *Pseudogymnoascus pannorum* (Link) Minnis & D.L. Lindner, *Coniochaeta* sp., *Patinella* sp, не идентифицированные виды *Helotiales*, *Orbiliaceae*) и *Mucoromycota* (*Mortierella bainieri* Costantin, *Mortierella* sp.).

Было проведено сравнительное исследование ростовых параметров штаммов *Neurospora tetraspora* и *Pseudogymnoascus pannorum*, выделенных с разной глубины, при различных температурах.

Показано, что средняя скорость роста штамма *N. tetraspora* из верхнего слоя выше по сравнению со штаммом из глубинного слоя на всех питательных средах (рис. 1). Для обоих штаммов максимальные скорости роста зафиксированы на суловом агаре (СА) и картофельно-сахарозном агаре (КСА) при 12°C и КСА – при 16°C .

В целом, для психрофильных штаммов *N. tetraspora* показаны очень высокие скорости роста *in vitro*. Максимальная скорость роста штамма Тф1.1-22 составила 22,8; 24,5 и 11,8 мм/сут при 12°C ; 17,9; 23,5 и 16,6 мм/сут при 16°C на СА, КСА и среде Чапека соответственно.

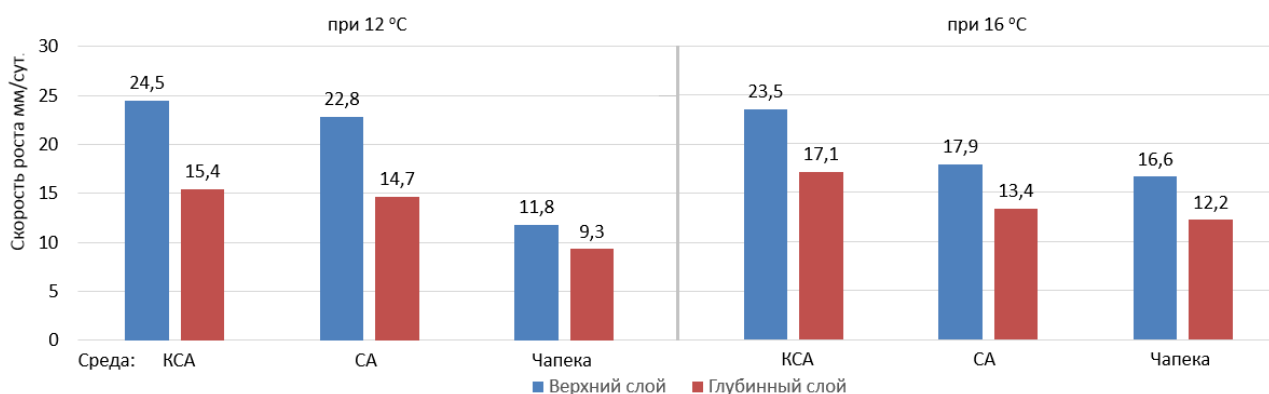


Рис. 1. Скорость роста арктических штаммов *Neurospora tetraspora*, выделенных с разной глубины торфяного бугра пучения в диапазоне $12-16^{\circ}\text{C}$

Штаммы *P. pannorum*, выделенные из верхнего и глубинного слоев торфяного бугра пучения, являются медленно растущими и существенно не отличаются по скорости роста на различных средах при температурах 12–16°C (рис. 2). Средняя скорость роста находилась в пределах 0,5-0,7 мм / сут. Увеличение температуры с 12 до 16°C увеличило скорость роста в среднем на 0,1 мм / сут.

При дальнейшем увеличении температуры до 20°C и более отмечено существенное замедление роста для всех исследуемых штаммов.

Проведенное исследование позволило сформировать первичную коллекцию чистых культур арктических штаммов психрофильных мицелиальных грибов, выделенных из торфяных бугров пучения, которая в дальнейшем будет пополняться. Биоразнообразие грибов на разных глубинах (сезонно-талый и 4,5 м) существенно отличается, но, в целом, их таксономическая принадлежность ограничивается филумами *Ascomycota* и *Mucoromycota*. Видовой состав установлен частично и в настоящий момент находится на стадии уточнения с использованием молекулярно-генетических методов.

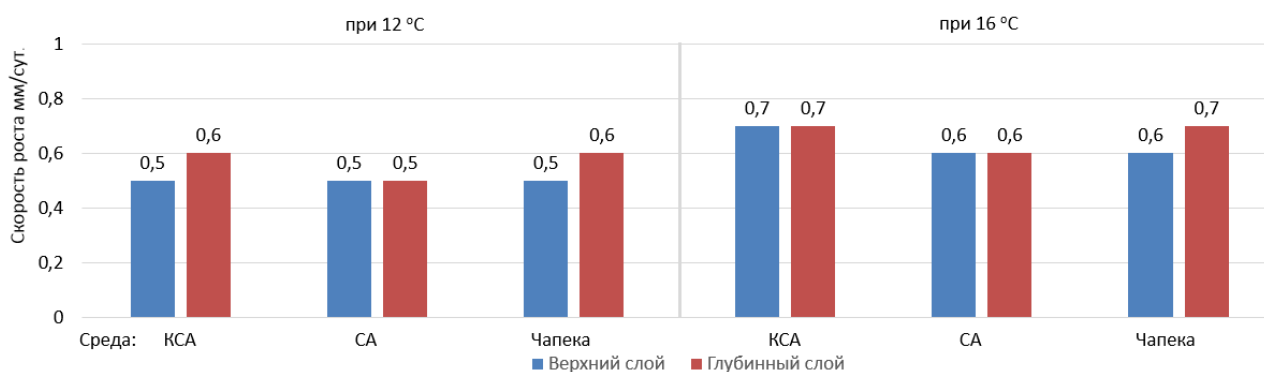


Рис. 2. Скорость роста арктических штаммов *Pseudogymnoascus pannorum*, выделенных с разной глубины торфяного бугра пучения в диапазоне 12–16°C

Исследованные штаммы характеризуются различными скоростями роста, но для всех отмечена общая тенденция существенного снижения ростовых параметров при увеличении температуры более 18°C, что свидетельствует об их психрофильности. Из сезонно-талого слоя бугра пучения выделен быстрорастущий психрофильный штамм *N. tetraspora*, максимальная скорость роста которого составила 23,5 мм/сут. Дальнейшее изучение биоразнообразия и метаболических возможностей арктической микобиоты, открывает пути их практического применения в качестве продуцентов ферментов, эффективных в условиях низких температур.

Литература:

1. Исследование культивируемых микромицетов в торфяных буграх пучения в Арктике / И. И. Джалолов, Ю. А. Литовка, А. А. Тимофеев [и др.] // Лесной и химический комплексы – проблемы и решения: сб. м-ков по итогам Всерос. науч.-практ. конф. (21 октября 2022 г., Красноярск), СибГУ им. М. Ф. Решетнева. – Красноярск, 2022.
2. Методы почвенной микробиологии и биохимии / под ред. Д. Г. Звягинцева. – М.: МГУ, 1991. – 304 с.
3. Кураков А. В. Методы выделения и характеристика комплексов микроскопических грибов наземных экосистем: Учеб. пособие. – М.: Макс Пресс, 2001. – 92 с.
4. NCBI Taxonomy: a comprehensive update on curation, resources and tools. Database (Oxford). – Текст : электронный. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi>.

УДК 598.914(571.122)

О ГНЕЗДОВАНИИ И ВОЗМОЖНЫХ СПОСОБАХ ОХРАНЫ КОБЧИКА В ХАНТЫ-МАНСИЙСКОМ АВТОНОМНОМ ОКРУГЕ – ЮГРЕ

Емцев А.А.

*Сургутский государственный университет, Сургут,
e-mail: alemts@mail.ru*

Аннотация. В статье представлены данные наблюдений кобчиков в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре с 2004 по 2022 гг. Показано распределение гнездовых участков, охарактеризованы местообитания вида, его плотность гнездования в отдельных районах, гнездование вблизи техногенных объектов и около скопиных гнезд. Даны рекомендации по сохранению птиц в регионе.

Ключевые слова: *Falco vespertinus*, гнездовые местообитания, пространственное распределение, охранные мероприятия, центральная часть Западной Сибири.

ON THE NESTING AND POSSIBLE CONSERVATION OF RED-FOOTED FALCON IN KHANTY-MANSIYSK AUTONOMOUS OKRUG – UGRA

Emtsev A.A.

*Surgut State University, Surgut,
e-mail: alemts@mail.ru*

Abstract. The article presents data from observations of Red-footed Falcons in the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Ugra from 2004 to 2022. It shows the distribution of nesting sites, characterizes habitats of the species, its nesting density in some areas, nesting near man-made objects and near Osprey nests. Recommendations on bird conservation in the region are given.

Keywords: *Falco vespertinus*, nesting habitats, spatial distribution, conservation measures, central Western Siberia.

Из всех представителей отряда соколообразных Falconiformes Sharpe, 1874 [5], гнездящихся на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (ХМАО – Югры), только кобчик *Falco vespertinus* Linnaeus, 1766 имеет наиболее высокую глобальную категорию риска исчезновения по критериям ранжирования МСОП. В соответствии с последней оценкой от 22 апреля 2021 г., представленной в Красном списке МСОП, кобчику присвоена категория VU (Vulnerable) — уязвимый, его общая численность составляет 287500–400000 половозрелых особей и отражает тенденцию к сокращению [22]. С такой же категорией в национальном масштабе вид впервые внесен во второе издание Красной книги Российской Федерации [6], а также, согласно традиционной системе ведения Красной книги в России, получил в ней категорию статуса редкости 3 (редкий вид) и категорию III в первый раз принятого природоохранного статуса [14; 13]. Как редкий вид (3 категория) кобчик включен и во второе издание Красной книги ХМАО – Югры [7]. Отмечается, что численность вида в округе существенно колеблется и приблизительно равна 3000 особям.

Ввиду недостаточности сведений, об особенностях пространственного распределения птиц в пределах ХМАО – Югры известно сравнительно мало. Часть опубликованных работ, в которых есть информация о рассматриваемом виде, уже устарела. В литературных источниках, посвященных особо охраняемым природным территориям, такая информация довольно скудна [4; 17; 18]. По-видимому, кобчики населяют значительную площадь округа, но их распространение носит спорадичный характер, а плотность гнездования весьма неравномерна [16].

В преддверии подготовки очередного (третьего) издания региональной Красной книги возникает необходимость в новых актуальных данных, составляющих ее таксономические очерки. В настоящем сообщении представлены результаты наблюдений за кобчиками, проведенных на территории ХМАО – Югры с 2004 по 2022 гг.

Методы. Сбор материала осуществлялся в ходе авифаунистических и отдельных эколого-орнитологических исследований. Основная его часть получена попутно — при выявлении гнезд скопы *Pandion haliaetus* (Linnaeus, 1758). Как правило, это были автомобильные учеты (в некоторых случаях на велосипеде), посредством которых производилось перемещение на невысокой скорости по дорогам различного исполнения [3]. Существование сети промысловых дорог позволило обследовать большие пространства заболоченных междуречий. В условиях центральной части Западной Сибири, имеющей огромную заболоченность, кобчики часто поселяются на грядово-мочажинно-озерковых комплексах верховых болот или около них. Хорошая обзорность в таких местообитаниях, обусловленная разреженностью угнетенного древостоя и наличием безлесных участков, способствовала лучшему выявлению птиц. Тем не менее большинство регистраций происходило в пределах 200-метровой учетной полосы (по 100 м справа и слева от дороги), что, очевидно, определялось способом учета, особенностями биологии соколов (обыкновенно летали или сидели вблизи дорог с соседствующими низковольтными ЛЭП) и их относительно небольшим размером. Общая протяженность автомобильных маршрутов, при возможности фиксирования кобчиков, составила порядка 1100 км. Учеты осуществлялись в дневные часы, главным образом в конце июля и в августе.

Результаты и обсуждение. За все время исследований общее число участков, где наблюдалось или предполагалось гнездование птиц, составило 32 (рис. 1). Наибольшей гнездовой плотностью характеризовался район озер Имлор, Савуйпеутойлор и Кытьлор на севере Фёдоровского нефтегазоконденсатного месторождения ПАО «Сургутнефтегаз». В 2019 г. здесь было выявлено не менее 5 гнездовых участков. На одном из них поселилась группа из 3 пар. Высокая заозеренность обозначенной территории и полнота выполненного обследования позволили достаточно точно рассчитать плотность гнездования вида. Она равна примерно 0,045 пар/км² (на площадке в 155 км²). Несколько южнее, в районе оз. Пачетлор, предполагается гнездование кобчиков с плотностью 0,024–0,035 пар/км² (на 85 км²). Скорее всего, не менее 4 пар гнездились в верхней части бассейна р. Ягмуньягун на Восточно-Еловом нефтяном месторождении ПАО «Сургутнефтегаз» в 2019 г.

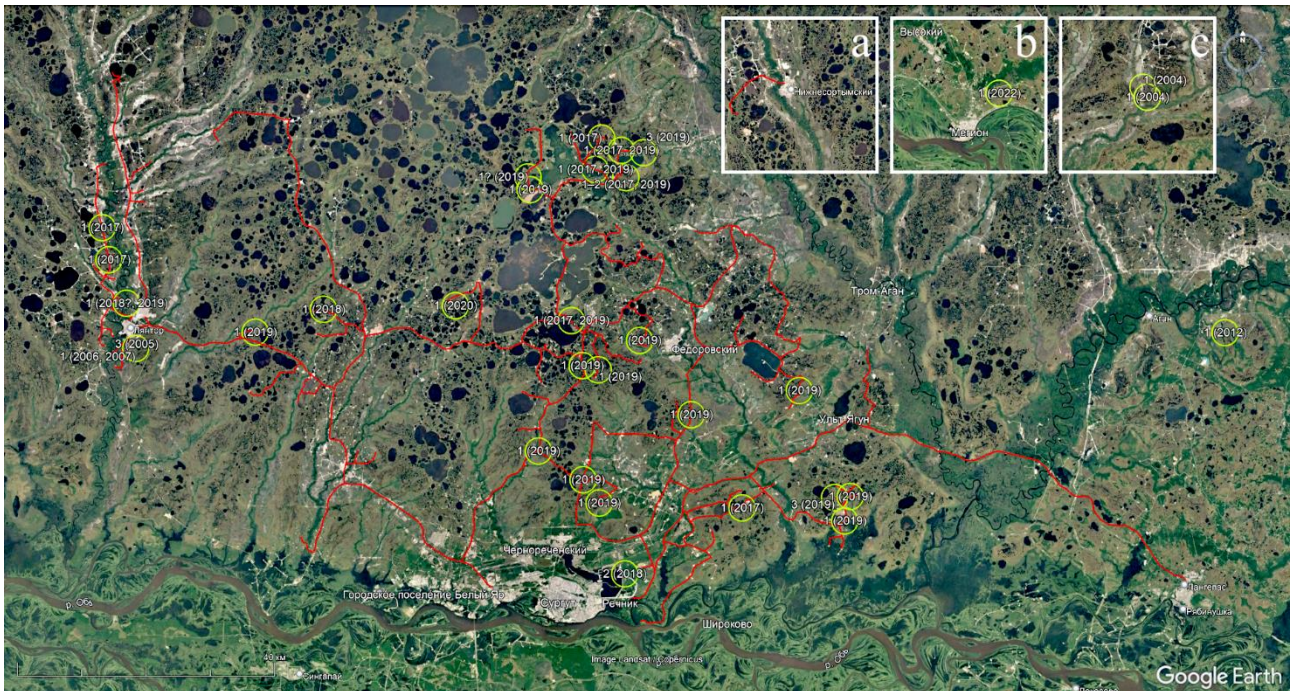


Рис. 1. Распределение гнездовых участков кобчиков на обследованной территории ХМАО – Югры. Обозначения: красные линии – учетные маршруты; значения перед круглыми скобками – число пар на гнездовом участке; значения в круглых скобках – год регистрации; а) учетный маршрут в окрестностях пос. Нижнесортымский; б) гнездовой участок в районе г. Мегион; в) гнездовые участки в нижней части бассейна р. Мохтикьяун

Отмеченные нами кобчики в основном занимали заболоченные полуоткрытые местообитания. Преимущественно это были грядово-мочажинно-озерковые верховые болота с островками заболоченных лесов, границы разреженных сосняков и комплексных верховых болот, а также окраины приречных лесов у полуоткрытых заболоченных пойм. Минимальные расстояния (м) от условных границ мест гнездования ($n = 11$) до техногенных объектов соответствовали: грунтовые, шоссейные промысловые и иного назначения дороги — 50, 60–120, 80–100, 170, 225, 650, 1050; железная дорога — 820; дачное и садоводческое товарищества — 500, 570; кусты нефтяных скважин, водозаборные сооружения — 50–90, 450, 550, 570, 600; гидромеханизированные карьеры грунта — 240, 1200; дожимная насосная станция (ДНС) с цехом добычи нефти и газа (ЦДНГ) — 700; промышленная зона г. Лянтор — 1800.

Кобчики держались одиночными парами или образовывали поселения, в том числе разреженные. Всего отмечено 4 поселения: из 3 пар — в окрестностях г. Лянтор (2005 г.) [2], на севере Фёдоровского и Восточно-Елового месторождений (2019 г.); из 2 пар — в окрестностях г. Сургут (2018 г.). В нижней части бассейна р. Мохтикьяун в 2004 г. между двумя обнаруженными гнездами кобчиков было примерно 1600 м [15]. Еще одна пара демонстрировала ухаживание ориентировочно в 1 км от этих гнезд.

По многолетним наблюдениям за отдельными гнездовыми участками можно заключить, что птицы использовали их на протяжении ряда лет. Так, в окрестностях г. Лянтор кобчики занимали одно и то же место в течение трех лет — с 2005 по 2007 гг. [2]. Возможно, они гнездились здесь и ранее, но исследования в те годы не проводились. Стоит добавить, что в 2006 и 2007 гг. вблизи Лянтора фиксировалась только одна пара. Постоянные гнездовые участки (минимум для 3 пар) определены на Фёдоровском месторождении. Любопытно, но ранее в ХМАО — Югре привязанность кобчиков к гнездовой территории не отмечалась [7].

Население кобчиками местностей с техногенно трансформированными элементами и промышленными объектами, систематически посещаемыми человеком, может свидетельствовать об их некоторой антропоотолерантности. По имеющимся

немногочисленным целенаправленным наблюдениям ($n = 19$), на гнездовом участке вне гнезда птицы не проявляли выраженного беспокойства при появлении людей или автотранспорта в пределах 60–130 м. Вспугивание особей происходило при приближении наблюдателя на 40–50 м ($n = 4$). Дважды удавалось подойти к сидящим на деревьях самцам на 15–20 м.

По-видимому, кобчики довольно терпимы к гнездящимся по соседству скопам *Pandion haliaetus* (Linnaeus, 1758) (рис. 2). Нами неоднократно регистрировались пребывающие недалеко от жилых гнезд последних территориальные особи, семейные группы и даже поселение. Минимальная установленная дистанция от гнезда скоп, на котором находились кобчики у своего гнездовья, составляла 50 м (рис. 3). Около 600 м было между гнездовьем кобчиков и гнездом чёрных коршунов *Milvus migrans* (Boddaert, 1783) в окрестностях г. Лянтор. Гнездование кобчиков и скоп на одних и тех же участках ландшафта объясняется в первую очередь физиономической схожестью предпочитаемых этими видами местообитаний и отдельных их структурных элементов. Поселяясь в лесных биотопах среди открытых или полуоткрытых пространств комплексных верховых болот и пойменных лугов [10], кобчики часто выбирали места с наличием сухостойных деревьев. Именно на них они могли находить подходящие для устройства гнезд дупла и иные полости [8; 9; наши данные и др.]. В отсутствие старых дуплистых деревьев или сухостоя кобчики занимали гнезда других птиц, обычно серых ворон *Corvus cornix* Linnaeus, 1758 [8; наши данные].

Полученные данные о гнездовании кобчиков в регионе и существующий мировой опыт привлечения их на гнездование позволили выделить дополнительные охранные мероприятия, призванные стабилизировать и увеличить численность вида.

1. Принимая во внимание возможность гнездования птиц на участках в течение нескольких лет, необходимо сохранять известные гнездовья и гнездовые станции, даже если птицы не регистрировались на них в какие-то годы (при условии сохранения охотничьих угодий и отсутствия существенных факторов беспокойства на гнездовом участке).



Рис. 2. Самка кобчика (а) и скопа (б) на гнездовых участках Быстринского нефтегазоконденсатного месторождения ПАО «Сургутнефтегаз», 6 июля 2018 г. (фото А.В. Поргунёва)

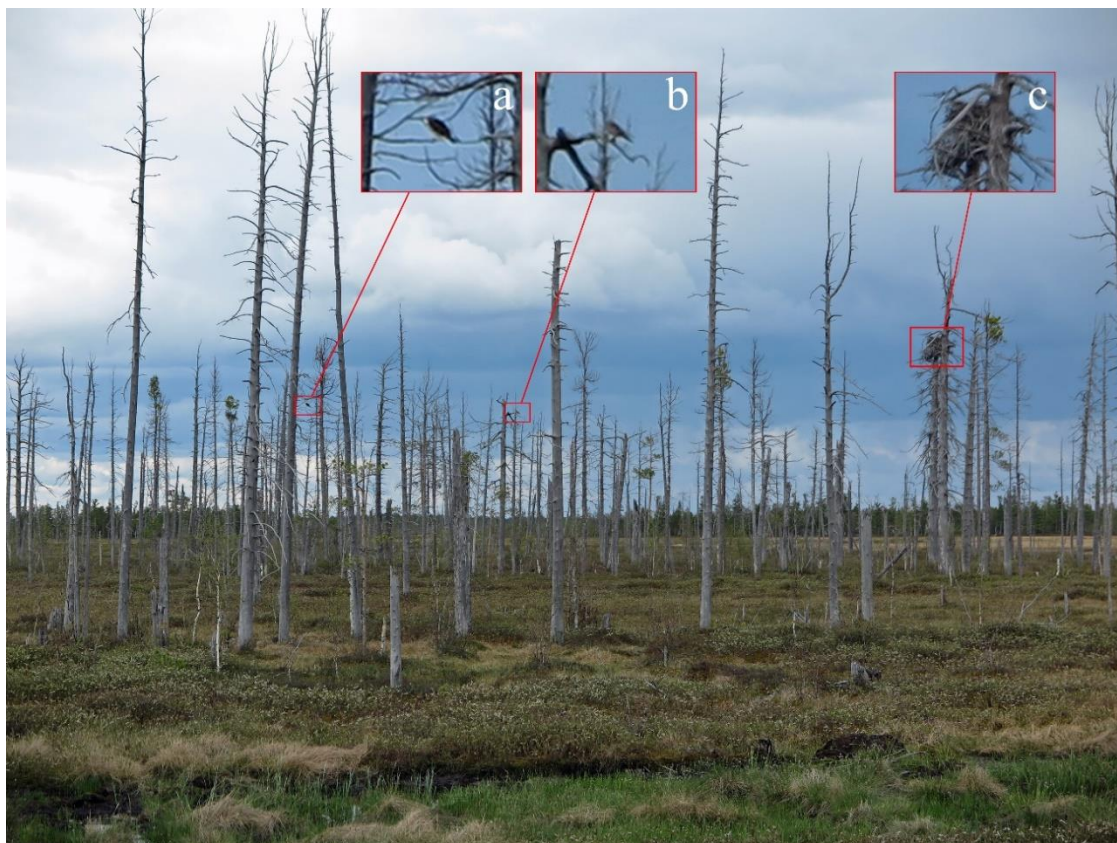


Рис. 3. Скопа (а) у гнезда (с) и самка кобчика (b) на гнездовом участке Фёдоровского нефтегазоконденсатного месторождения ПАО «Сургутнефтегаз», 7 июня 2017 г. (фото А.А. Емцева)

2. Сохранение участков, потенциально пригодных для гнездования вида, особенно с наличествующими на них высокоствольными дуплистыми деревьями и их группами, группами сухостойных деревьев. Эта рекомендация согласуется с пунктами 11 и 12 Приложения к письму Рослесхоза Минприроды России «О биоразнообразии и лесах национального наследия» [12]. Для сохранения физиономической привлекательности местообитания считаем важным оставлять максимально возможное число крупных сухостойных деревьев и высоких пней.

3. Запрет на хозяйственную деятельность и длительное присутствие человека в радиусе менее 100 м от гнезд с созданием соответствующих буферных зон (особо защитных участков). Указанное расстояние можно условно определить как удвоенную максимальную дистанцию вспугивания птиц у гнезда [23], которая бы исключала излишнее их беспокойство в период гнездования. Из-за недостатка количественных данных точная величина буферной зоны требует дальнейшего уточнения. Настоящая рекомендация подкрепляется пунктом 19 Приложения к письму Рослесхоза Минприроды России «О биоразнообразии и лесах национального наследия» [12]. При планировании любых биотехнических работ следует учитывать поведенческие особенности вида [21].

4. Развеска искусственных гнездовий в местах гнездования кобчиков или в подходящих для него местообитаниях [11; 1]. Применение гнездовых ящичков, особенно специальной конструкции закрытого типа, позволяет увеличить численность птиц на участках с недостатком гнездопригодных субстратов и повысить успешность размножения [19; 20]. В условиях преобладания сухостойных деревьев в гнездовых стациях посреди заболоченного ландшафта мы рекомендуем размещать гнездовые ящички на столбах или иных опорных

конструкциях из стеклопластика. Такая мера существенно продлит срок эксплуатации гнездовья.

Благодарности. Автор выражает искреннюю признательность главному специалисту КУ ХМАО – Югры «Сургутский лесхоз» А.В. Поргунёву, поделившемуся некоторыми своими наблюдениями, а также руководству ПАО «Сургутнефтегаз» в лице Л.А. Малышкиной, Л.Р. Трашаховой, С.И. Бабюка и Е.Ю. Кулика за организацию исследований на территориях Фёдоровского нефтегазоконденсатного, Восточно-Сургутского и Восточно-Елового нефтяных месторождений в 2019 г.

Литература:

1. Грищенко В. Н. Биотехнические мероприятия по охране редких видов птиц. – Черновцы, 1997. – 144 с.
2. Емцев А. А. К фауне птиц севера Ханты-Мансийского автономного округа / А. А. Емцев, С. В. Попов, А. В. Сесин // М-лы к распространению птиц на Урале, в Приуралье и Западной Сибири : Сб. ст. / Рос. акад. наук [и др.]; [отв. ред. В. К. Рябицев]. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2006. – С. 75-101.
3. Емцев А. А. Особенности выявления гнездовой скопы в центральной части Западной Сибири и использование современных технологий / А. А. Емцев, А. В. Поргунёв // Байкальский зоологический ж-л. – 2019. № 1 (24). – С. 9-14.
4. Клемина И. Е. О роли ЗПП «Сибирские Увалы» в поддержании биоразнообразия орнитофауны Ханты-Мансийского автономного округа – Югры / И. Е. Клемина, Т. С. Незговорова // Эколого-биологические проблемы Сибири и сопредельных территорий : М-лы I Междунар. науч.-практ. конф. : Нижневартовск, 25–26 марта 2009 г.; [редкол. А. В. Нехорошева и др.]. – Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. гос. гуманитар. ун-та, 2009. – С. 148-155.
5. Коблик Е. А. Фауна птиц стран Северной Евразии в границах бывшего СССР: Списки видов / Е. А. Коблик, В. Ю. Архипов // Зоологический музей МГУ. – 2022. – URL: <https://zmmu.msu.ru/assets/publications/BirdlistNorthEurasia16.xls> (дата обращения: 05.03.2023). – Текст : электронный.
6. Красная книга Российской Федерации : Животные / М-во природ. ресурсов Рос. Федерации, Рос. акад. наук; [гл. редкол. Д. С. Павлов и др.]. – 2-е изд. – М.: ФГБУ «ВНИИ Экология», 2021. – 1128 с.
7. Красная книга Ханты-Мансийского автономного округа – Югры : животные, растения, грибы / [Э. К. Акоюн и др.; редкол. П. В. Ващенко и др.]. – 2-е изд. – Екатеринбург: Баско, 2013. – 460 с.
8. Ларин Е. Г. Редкие виды птиц природного парка «Кондинские озера» // М-лы к распространению птиц на Урале, в Приуралье и Западной Сибири : Сб. ст. / Рос. акад. наук [и др.]; [отв. ред. В. К. Рябицев]. – Екатеринбург: Изд-во «Академкнига», 2002. – С. 152-155.
9. Лупинос М. Ю. Новые, редкие и малочисленные птицы природного парка «Кондинские озера» // М-лы к распространению птиц на Урале, в Приуралье и Западной Сибири / Рос. акад. наук [и др.]; [отв. ред. В. К. Рябицев, В. В. Тарасов]. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2009. – Вып. 14. – С. 121-123.
10. Макенов М. Т. Встречи степного луны и кобчика в окрестностях Нефтеюганска (Ханты-Мансийский автономный округ) / М. Т. Макенов, А. В. Жданов // Фауна Урала и Сибири: Регион. фаунист. ж-л. – 2016. – № 2. – С. 132-136.
11. Методы изучения и охраны хищных птиц: (Метод. рекомендации) : [Сб.] / [А. В. Абуладзе [и др.]; науч. ред. С. Г. Приклонский, В. М. Галушин, В. Г. Кревер]; Гос. ком. СССР по охране природы [и др.]. – М., 1990. – 316 с.
12. О биоразнообразии и лесах национального наследия : Письмо Федерального агентства лесного хозяйства (Рослесхоза) Министерства природных ресурсов и экологии

Российской Федерации от 12 февраля 2018 г. № НК-06-54/2013 // Всемирный фонд дикой природы (WWF). 2018. – URL: <https://wwf.ru/upload/iblock/349/pismo-rosleskhoz-rekomendatsii-ro-sokhraneniyu-bioraznoobraziya.pdf> (дата обращения: 05.03.2023). – Текст : электронный.

13. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 24 марта 2020 г. № 162 «Об утверждении Перечня объектов животного мира, занесенных в Красную книгу Российской Федерации» (Зарегистрировано в М-ве юстиции Рос. Федерации 2 апр. 2020 г. № 57940) // Официальный интернет-портал правовой информации (pravo.gov.ru). – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/File/GetFile/0001202004020020?type=pdf> (дата обращения: 05.03.2023). – Текст : электронный.

14. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения животные России : М-лы к Красной книге Российской Федерации / [В. Ю. Ильяшенко и др.]; Ин-т проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова, Рос. акад. наук. – М.: Товарищество науч. изд. КМК, 2018. – 112 с.

15. Рябицев В. К. К фауне птиц Сибирских Увалов / В. К. Рябицев, А. В. Сесин, А. А. Емцев // М-лы к распространению птиц на Урале, в Приуралье и Западной Сибири : Сб. ст. / Рос. акад. наук [и др.]; [отв. ред. В. К. Рябицев]. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2004. – С. 124–145.

16. Рябицев В. К. Птицы Сибири : Справ.-определитель. – В 2 т. / Ин-т экологии растений и животных, Рос. акад. наук, Урал. отд-ние. – М. : Екатеринбург: Кабинет. ученый, 2014. – Т. 2. – 452 с.

17. Стрельников Е. Г. Орнитофауна озера Нумто и его окрестностей // Рус. орнитол. журн. : экспресс-вып. – 2009. – Т. 18. – № 464. С. 235-250.

18. Шелудченко А. А. Инвентаризация редких хищных птиц природного парка «Нумто» // Современное состояние и перспектива развития сети особо охраняемых природных территорий в промышленно развитых регионах : М-лы межрегион. конф., посв. 20-летию природ. парка «Нумто» : 23 марта 2017 г. : Белоярский / Правительство Ханты-Манс. авт. окр. – Югры [и др.]; [редкол. Б. П. Ткачев и др.]. – Екатеринбург: Ассорти, 2017. – С. 117-123.

19. Demography, breeding success and effects of nest type in artificial colonies of Red-footed Falcons and allies / L. Kotymán [et al.] // *Ornis Hungarica*. – 2015. – Vol. 23. – Pt. 1. – P. 1-21. – DOI: 10.1515/orhu-2015-0001.

20. Effects of nest boxes on the most important population of Red-footed Falcon *Falco vespertinus* in Italy / L. Calabrese [et al.] // *Conservation Evidence*. – 2020. – Vol. 17. – P. 35-39.

21. Gustin M. Spatio-temporal patterns of the Red-footed Falcon's hunting behavior during the nestling period suggest ad hoc conservation policies / M. Gustin, A. Ferrarini // *Avian Research*. – 2021. – Vol. 12. – № 6. – P. 166. – DOI: 10.1186/s40657-021-00243-y.

22. Red-footed Falcon – *Falco vespertinus* / [J. Ashpole et al.; rev. R. Murray-Watson] // The IUCN Red List of Threatened Species. – 2021. – DOI: 10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T22696432A200136196.en. – URL: <https://www.iucnredlist.org/species/pdf/200136196> (accessed date: 10.03.2023). – Текст : электронный.

23. Whitfield D. Ph. Expert opinion as a tool for quantifying bird tolerance to human disturbance / D. Ph. Whitfield, M. Ruddock, Rh. Bullman // *Biological Conservation*. – 2008. – Vol. 141/ – Iss. 11. – P. 2708-2717. – DOI: 10.1016/j.biocon.2008.08.007. – Текст : электронный.

УДК 599.3/.4:502.5(571.121)

НАСЕЛЕНИЕ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ ПОБЕРЕЖЬЯ ОЗЕРА ХАДАТАЁГАНЛОР (ПОЛЯРНЫЙ УРАЛ)

Левых А.Ю.

*Научный центр изучения Арктики, Салехард,
e-mail: aljurlev@mail.ru*

Аннотация. Исследовано население мелких млекопитающих типичного участка горной тундры на побережье озера Хадатаёганлор (Полярный Урал). Отловлено 8 видов полёвок и землероек-бурозубок, характерных для восточного макросклона Полярного Урала. Установлено не свойственное для данной территории абсолютное доминирование *S. araneus* над *S. tundrensis*, что может служить признаком перестройки в структуре сообществ мелких млекопитающих, вызванной изменениями климата, и требует дополнительного изучения.

Ключевые слова: мелкие млекопитающие, Хадатаёганлор, сообщество, обилие, разнообразие, устойчивость.

THE POPULATION OF SMALL MAMMALS ON THE SHORE OF LAKE HADATAYOGANLOR (POLAR URALS)

Levykh A. Yu.

*Arctic Research Center, Salekhard,
e-mail: aljurlev@mail.ru*

Abstract. The population of small mammals of a typical mountain tundra area on the shore of Lake Hadatayoganlor (Polar Urals) was investigated. Eight species of voles and shrews typical of the eastern macro-slope of the Polar Urals were captured. The absolute dominance of *S. araneus* over *S. tundrensis*, which is not peculiar to the area, may be a sign of climate change-induced rearrangement in small mammal communities and requires further study.

Keywords: small mammals, Hadatayoganlor, communities, abundance, diversity, sustainability.

В условиях современных глобальных изменений природной среды, обусловленных как хозяйственной деятельностью человека, так и природными факторами, в т.ч. изменениями климата, имеющими региональную специфику, имеется острая необходимость в оценке состояния биоценозов в типичных региональных ландшафтах и поиске биологических индикаторов происходящих изменений. Цель данной работы заключалась в исследовании видового состава и структуры сообществ мелких млекопитающих как одного из компонентов и индикаторов состояния типичного горнотундрового ландшафта Полярного Урала.

Полевые исследования проводили с 19 по 29 июля 2022 г. на побережье озера Хадатаёганлор (Приуральский район ЯНАО; 67°36'25" с.ш., 66°04'48" в.д.). Животных отлавливали и исследовали общепринятыми методами [1–8]. Отработали 650 лов.-сут. и 162 цил.-сут., отловили 103 зверька. В сравнительном анализе использовали результаты исследований, проведённых нами в 2019, 2021–2022 гг. в других субарктических районах

Западной Сибири. Общее выборочное усилие составило 5875 лов.-сут., 860 цил.-сут., общее количество отловленных животных – 441 особь, 12 видов.

В прибрежных биотопах озера Хадатаёганлор – ольховнике ивовом разнотравном и ернике разнотравно-хвощовом выявили 8 видов мелких млекопитающих из отрядов Eulipotyphla (*Sorex caecutiens*, *Sorex araneus*, *Sorex tundrensis*, *Sorex minutus*) и Rodentia (*Clethrionomys* (= *Myodes*) *rutilus*; *Craseomys rufocanus*; *Alexandromys oeconomus*; *Agricola agrestis*) [9–11]. Все виды широко распространены в Субарктике, характерны для восточного макросклона Полярного [12] и Приполярного Урала [13].

Среди выявленных видов одинаковы доли (по 37,5 %) западных (*A. agrestis*, *S. araneus*, *S. minutus*) и восточных (*Cl. rutilus*, *C. rufocanus*, *S. tundrensis*) палеарктов, и немного меньше доля транспалеарктов (*A. oeconomus* и *S. caecutiens*) (25,0 %) [14–17].

По степени антропофобии виды *Cl. rutilus*, *C. rufocanus*, *A. oeconomus*, *S. caecutiens*, *S. minutus* относятся к экологической группе нейтралов; *A. agrestis* и *S. tundrensis* – антропофилов; *S. araneus* – синантропов [5].

В ольховнике ловушками Геро отловлены все указанные выше виды, кроме *S. minutus*, который мог не попасть в этот тип ловушек из-за их некоторой избирательности [1]. В ернике 50-метровым ловчим заборчиком отловлено 4 вида (*S. araneus*, *S. caecutiens*, *S. tundrensis*, *S. minutus*). Попадание в цилиндры только насекомоядных также объясняется известной избирательностью данного метода [1].

Обилие мелких млекопитающих на побережье озера Хадатаёганлор представлено в таблице 1. Доли грызунов и насекомоядных в общей выборке сопоставимы – 53 % и 50 %, соответственно.

По результатам отлова давилками абсолютным численным доминантом (доля в сообществе 10 % и более) в ольховнике явился горный вид лесных полёвок *C. rufocanus*, содоминанты – *S. araneus*, *A. agrestis* – виды, предпочитающие лесные и кустарниковые разнотравные ассоциации; субдоминанты (доля в сообществе 5–10 %) – лесной вид *Cl. rutilus* и вид открытых (полуоткрытых) околоводных местообитаний *A. oeconomus*; второстепенные виды – *S. tundrensis*, *S. caecutiens*, эвритопные виды бурозубок. Согласно балльной оценке обилия в ольховнике не выявлены многочисленные виды (с обилием 10 экз. на единицу учёта и более), обычны (с обилием 1,0–9,0 экз.) – *C. rufocanus*, *A. agrestis*, *Cl. rutilus*, *A. oeconomus*, редки (с обилием 0,1–0,9 экз.) – *S. caecutiens*, *S. tundrensis*.

По результатам отлова заборчиком в ернике разнотравно-хвощовом доминируют *S. araneus*, *S. tundrensis*, *S. minutus*, субдоминирует *S. caecutiens*. В пересчёте обилия на 100 лов.-сут. обычен вид *S. araneus*, остальные виды редки; в пересчёте обилия на 100 цил.-сут. *S. araneus* – многочисленный вид, остальные виды – обычные.

В целом полученные показатели обилия и плотности видов сопоставимы с литературными данными (табл. 1). Несоответствие проявляется лишь в различных оценках удельного вклада *S. araneus* и *S. tundrensis*. В литературе [12] отмечается значимое повсеместное доминирование на данной территории *S. tundrensis* (60–62 % от общего количества насекомоядных) над *S. araneus* (18–22 %). По данным наших учётов ловушками Геро обилие *S. araneus* выше, чем *S. tundrensis* в 6,9 раза, по данным учёта ловчим заборчиком – в 5,0 раз (табл. 1). При этом наши оценки обилия и плотности обоих видов полностью укладываются в описанный в литературе диапазон изменчивости этих показателей [12; 16; 22]. Полученные результаты могут свидетельствовать об изменениях в структуре сообществ мелких млекопитающих, и, соответственно, в ландшафте, обусловленных изменениями климата, что требует дополнительного изучения.

Таблица 1.

Обилие и плотность мелких млекопитающих
в прибрежных биотопах озера Хадатаёганлор в июле 2022 г.

Виды	Биотопы		Плотность, экз./км ² экз./га	Литературные данные
	Ольховник ивовый разнотравный экз./100 лов.- сут. экз./100 цил.-сут.*	Ерник разнотравно- хвощовый экз./100 лов.- сут.* экз./100 цил.-сут.		
Грызуны (Rodentia)				
<i>C. rufocanus</i>	<u>4,5</u> 7,3*	-	<u>1800</u> 18	Полярный Урал: среднее обилие – 2,7 экз./100 лов.-сут. [18]; до 20,0 экз./га [12].
ИД	33,8%	-	-	
<i>Cl. rutilus</i>	<u>1,0</u> 1,6*	-	<u>400</u> 4	Приполярный Урал: среднее обилие – 4,1 экз./100 лов.-сут. [19]; среднее обилие – 3,1 экз./100 лов.-сут.; lim: 0,3–9,9 [20]. Полярный Урал: 1,0–8,0 экз./га [12]
ИД	7,5%	-	-	
<i>A. agrestis</i>	<u>2,3</u> 3,8*	-	<u>932</u> 9	Предгорья Северного Урала: среднее обилие – 14,0 экз./100 цил.-сут.; lim: 0–103,0 [16]. Полярный Урал: lim: 4,6–46,0 экз./100 цил.-сут. [21]; 0–20,0 экз./га [12].
ИД	17,5%	-	-	
<i>A. oeconomus</i>	<u>1,0</u> 1,6*	-	<u>400</u> 4	Приполярный Урал: среднее обилие – 0,6 экз./100 лов.-сут.; lim: 0,01–2,6 [20]; среднее обилие – 0,05 экз./100 лов.-сут. [19]. Полярный Урал: в среднем 3,0–10,0 экз./га [12].
ИД	7,5%	-	-	
Обилие грызунов	<u>8,8</u> 14,3*	-	-	-
Насекомоядные (Eulipotyphla)				
<i>S. araneus</i>	<u>3,5</u> 7,2*	<u>4,5*</u> 9,3	<u>1400</u> 14	Предгорья Северного Урала: среднее обилие – 65,4 экз./100 цил.-сут.; lim: 6,2–229,0 [16]. Северный Урал: на западном макросклоне среднее обилие – 72,7 экз./100 цил.-сут.; lim: 5,2–164,9; на восточном макросклоне – в среднем 37,8 экз./100 цил.-сут. (Косьвинский камень), 40,4 экз./100 цил.-сут. (Денежкин Камень) [16]. Полярный Урал: 18–22% от общего количества насекомоядных [12].
ИД	26,3%	65,2%	-	
<i>S. tundrensis</i>	<u>0,5</u> 1,0*	<u>0,9*</u> 1,9	<u>200</u> 2	Предгорья Северного Урала: среднее обилие – 0,6 экз./100 кон.-сут.; lim: 0–1,2 [22]. Полярный Урал: 60–62% от общего количества насекомоядных [12].
ИД	3,8%	13,0%	-	
<i>S. caecutiens</i>	<u>0,5</u> 1,0*	<u>0,6*</u> 1,2	<u>200</u> 2	Северный Урал (Яньпупунер): среднее обилие – 19,6 экз./100 цил.-сут.; lim: 1,4–63,2 [16]. Полярный Урал: в сообществах насекомоядных по обилию занимает третье место после тундряной и обыкновенной бурозубок [12].
ИД	3,8%	8,7%	-	

Виды	Биотопы		Плотность, <u>экз./км²</u> экз./га	Литературные данные
	Ольховник ивовый разнотравный <u>экз./100 лов.-</u> <u>сут. экз./100</u> цил.-сут.*	Ерник разнотравно- хвощовый <u>экз./100 лов.-</u> <u>сут.* экз./100</u> цил.-сут.		
<i>S. minutus</i>	-	<u>0,9*</u> 1,9	-	Предгорья Северного Урала (Печора): среднее обилие – 5,8 экз./100 цил.-сут.; lim: 0–21,2 [16]; (Илыч): среднее обилие – 3,4 экз./100 цил.-сут.; lim: 0,7–9,0 [22]. Северный Урал (Яныпунер): среднее обилие – 7,4 экз./100 цил.- сут.; lim: 0,8–21,4 [16]. Полярный Урал: доля в сообществах насекомоядных 1–3 % [12].
ИД	-	13,0%	-	
Обилие насекомоядных	<u>4,5</u> 9,2*	<u>6,9*</u> 14,3	-	-
Общее обилие грызунов и насекомоядных	<u>13,3</u> 23,5*	-	-	-

Примечание: знаком «*» обозначены показатели обилия, полученные расчётным путём; ИД – индекс доминирования.

Сообщества мелких млекопитающих отдельных местообитаний и всего района исследования характеризуются относительно низкими показателями разнообразия, выравненности и устойчивости (табл. 2). Это свойственно для высоких широт и высокогорий и объясняется суровыми природно-климатическими особенностями территории.

Таблица 2.

Индексы разнообразия и показатели устойчивости сообществ
мелких млекопитающих побережья озера Хадатаёганлор в июле 2022 г.

Показатели	Биотопы		Для всего района исследования
	Ольховник ивовый разнотравный	Ерник разнотравно- хвощовый	
Индекс видового богатства Маргалефа	3,15	2,20	3,48
Индекс видового разнообразия Шеннона	0,72	0,44	0,75
Индекс выравненности Шеннона	0,37	0,32	0,36
Индекс видового разнообразия Симпсона	0,77	0,53	0,78
Индекс выравненности Симпсона	0,11	0,13	0,10
Индекс доминирования Симпсона	0,23	0,47	0,22
Показатель упругой устойчивости	4,28	1,30	4,39
Показатель резистентной устойчивости	1,47	1,24	1,40
Показатель общей устойчивости	5,75	2,54	5,79
Индекс антропогенной адаптированности	1,11	1,11	1,11

Превышение показателей упругой устойчивости над резистентной, характерное для сообществ ненарушенных местообитаний и местообитаний на поздних стадиях сукцессии [5], наряду с преобладанием в изучаемых сообществах нейтральных по отношению к человеку видов и низким индексом антропогенной адаптированности свидетельствуют об отсутствии на изучаемый ландшафт значимого антропогенного воздействия (табл. 2).

Пиктограмм объединённой выборки мелких млекопитающих побережья озера Хадатаёганлор, сбалансирован и симметричен по обеим осям (осям разнообразия и выравненности), что служит признаком стабильности сообщества, его форма сходна с таковой

ряда субарктических ландшафтов севера Средней Сибири [7] и исследованных нами ландшафтов особо охраняемых природных территорий из западной части северной тайги Западной Сибири (рис. 1).



Рис. 1. Информационные пиктограммы сообществ мелких млекопитающих Полярного Урала и западной части северной тайги Западной Сибири: D – индекс видового разнообразия Симпсона; H – индекс видового разнообразия Шеннона; E – индекс выравненности Симпсона; J – индекс выравненности Шеннона

Таким образом, сообщество мелких млекопитающих района исследования имеет не нарушенную структуру доминирования и характерную для естественных субарктических сообществ структуру разнообразия-выравненности.

Литература:

1. Шефтель Б. И. Методы учета численности мелких млекопитающих // Russian Journal of Ecosystem Ecology. – 2018. – V. 3 (3). – P. 1–21.
2. Равкин Ю. С. Факторная зоогеография: принципы, методы и теоретические представления / Ю. С. Равкин, С.Г. Ливанов. – Новосибирск: Наука, 2008. – 205 с.
3. Равкин Ю. С. География позвоночных южной тайги Западной Сибири / Ю. С. Равкин, И. В. Лукьянова. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1976. – 360 с.
4. Шварц С. С. Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных позвоночных / С. С. Шварц, В. С. Смирнов, Л. Н. Добринский. – Свердловск, 1968. – 387 с.
5. Гашев С. Н. Млекопитающие в системе экологического мониторинга (на примере Тюменской области). – Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2000. – 220 с.
6. Гашев С. Н. База данных «Рабочее место териолога» / С. Н. Гашев, Н. В. Сорокина, О. А. Хританько / Патент на изобретение RU 2013620056. Заявка № 2012621042 от 05.10.2012.
7. Литвинов Ю. Н. Влияние факторов различной природы на показатели разнообразия сообществ мелких млекопитающих // Успехи современной биологии. – 2004. – Т. 124. – № 6. – С. 612-621.
8. Литвинов Ю. Н. Микропроцессы эволюции сообществ (на прим. сообществ мелких млекопитающих) // Вестник Иркутской гос. сельскохозяйств. акад. – 2008. – Вып. 30. – С. 29-46.
9. Back to the future: the proper name for red-backed voles is *Clethrionomys Tilesius* and not *Myodes Pallas* / В. Kryštufek, A. S. Tesakov, V. S. Lebedev [et al.] // Mammalia. – 2019. – V. 84 (2). – P. 214-217.
10. Павлинов И. Я. Млекопитающие России: систематико-географический справочник / И. Я. Павлинов, А. А. Лисовский. – М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2012. – 604 с.
11. Млекопитающие России: список видов и прикладные аспекты / А. А. Лисовский, Б. И. Шефтель, А. П. Савельев [и др.] // Сб. тр. Зоологического музея МГУ. – Т. 56. – М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2019. – 191 с.
12. Млекопитающие Полярного Урала / под науч. ред. К. И. Бердюгина. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2007. – 384 с.

13. Население мелких млекопитающих Приполярного Урала / В. П. Стариков, Н. В. Наконечный, К. А. Берников, А. В. Бородин // Безопасный Север – чистая Арктика: м-лы III Всерос. науч.-практ. конф. – Сургут, 2020. – С. 300-304.
14. Юдин Б. С. Насекомоядные млекопитающие Сибири. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1989. – 360 с.
15. Шварц Е. А. Формирование фауны мелких грызунов и насекомоядных таёжной Евразии // Фауна и экология грызунов. – М.: Изд-во МГУ, 1989. – Вып. 17. – С. 115-143.
16. Бобрецов А. В. Популяционная экология мелких млекопитающих равнинных и горных ландшафтов Северо-Востока европейской части России. – М.: Тов-во научн. изд. КМК, 2016. – 381 с.
17. Вольперт Я. Л. Мелкие млекопитающие северо-востока Сибири / Я. Л. Вольперт, Е. Г. Шадрина. – Новосибирск: Наука, 2002. – 246 с.
18. Балахонов В. С. Мелкие млекопитающие в высотных поясах Полярного Урала и аналогичных ландшафтных зонах Северного Приобья и Южного Ямала // Численность и распределение наземных позвоночных Ямала и прилегающих территорий. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1981. – С. 3-18.
19. Бердюгин К. И. К проблеме влияния антропогенных факторов на млекопитающих Приполярного Урала // Экология. – 2000. – № 5. – С. 393-395.
20. Турьева В. В. Эколого-фаунистический обзор мелких млекопитающих западного склона Приполярного Урала // Животный мир западного склона Приполярного Урала. – Сыктывкар, 1977. – С. 30-43 (Тр. Коми фил. АН СССР. №34).
21. Балахонов В. С. Тёмная полёвка на Полярном Урале / В. С. Балахонов, Н. А. Лобанова // Млекопитающие в экосистемах. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1990. – С. 4.
22. Куприянова И. Ф. Особенности сообществ мелких млекопитающих северной европейской тайги // Проблемы изучения и охраны животного мира на Севере: м-лы докл. всерос. науч. конф. с межд. участием. – Сыктывкар, 2009. – С. 65-68.

УДК 631.466.1

ПОЧВЕННАЯ МИКОБИОТА СОСНЯКА ПАРКА «ЗА САЙМОЙ» г. СУРГУТА

Мантрова М.В.

Сургутский государственный университет, Сургут,
mantrova_mv@surgu.ru

Аннотация. В составе почвенной микобиоты соснового леса парка «За Саймой» г. Сургута выявлено 19 видов сапротрофных микроскопических грибов, относящихся к 13-ти родам. Высоким обилием в верхнем слое подстилки обладают виды *Penicillium echinulatum*, *Umbelopsis isabellina* и *Tolypocladium inflatum*; в нижнем слое подстилки обильны *U. isabellina*, а в нижележащем слое грунта (песке) обильны виды рода *Tolypocladium* – *T. inflatum* и *T. cylindrosporum*. Полученные результаты соответствуют литературным данным о структуре микоценозов фоновых подзолистых почв, не затронутых техногенными нагрузками.

Ключевые слова: микроскопические грибы, подзолистая почва, подстилка, сосновый лес, обилие видов микроскопических грибов.

SOIL MYCOBIOTA OF PINE PARK "BEYOND THE SAIMAA" OF SURGUT

Mantrova M. V.

Surgut State University, Surgut,
mantrova_mv@surgu.ru

Abstract. The soil mycobiota of the pine forest of the park "Beyond the Saimaa" of Surgut contains 19 species of saprotrophic microscopic fungi belonging to 13 genera. The species *Penicillium echinulatum*, *Umbelopsis isabellina* and *Tolypocladium inflatum* have a high abundance in the upper layer of the litter; *U. isabellina* is abundant in the lower layer of the litter, and the species of the genus *Tolypocladium* – *T. inflatum* and *T. cylindrosporum* – are abundant in the underlying soil layer (sand). The results obtained correspond to the literature data on the structure of mycocenoses of background podzolic soils not affected by anthropogenic loads.

Keywords: microscopic fungi, podzolic soil, litter, pine forest, abundance of microscopic fungi species.

Микроскопические грибы в основном почвенные обитатели, сапротрофы, являются одним из основных звеньев детритных цепей [2, с. 3], участвуют в разложении органического вещества почвы, ее структурировании и гумусообразовании [4, с. 3; 6, с. 185].

Город Сургут находится в подзоне средней тайги, почвы по типу подзолистые [10, с. 43, рис. 36]. В составе микобиоты подзолистых почв, согласно литературным данным, преобладает род *Penicillium* [6, с. 167]. В микоценозах подзолистых и болотно-подзолистых почв в подзоне средней тайги на примере Республики Коми Ф. М. Хабибулиной с авторами также установлено преобладание *Penicillium* по видовому разнообразию, а также многочисленность форм стерильного мицелия, постоянное присутствие видов из рода *Miscor*

и *Trichoderma*, единичная встречаемость представителей *Aspergillus* [9]. Согласно исследованиям микобиоты подзолистых почв хвойных лесов Центральной Сибири среднетаежной зоны на примере Красноярского края и республики Бурятия А. В. Александровой выделены типичные для почв и подстилок хвойных лесов умеренной зоны виды микромицетов: *Absidia glauca*, *Penicillium brevicompactum*, *P. raistricki*, *P. simplicissimum*, *P. thomii*, *Trichoderma polysporum*, *Umbelopsis isabellina* [2, с. 12, 16, 17]. В числе космополитных видов отмечены *P. simplicissimum*, *P. thomii*, *Trichoderma harzianum* [2, с. 32]. Преобладание *U. isabellina* (был ранее *Mortierella isabellina*) в верхнем горизонте ненарушенных подзолов отмечено также О. Е. Марфениной [4, с. 50].

На почвы лесопарковых территорий в той или иной степени оказывает влияние антропогенный фактор, в связи с чем изменяется и структура сообществ почвенных грибов. Микоценозы урбанизированных почв менее разнообразны, в их составе доминируют резистентные к антропогенным воздействиям грибы родов *Penicillium* (*P. funiculosum*, *P. purpurogenum*) и *Aspergillus* (*A. niger*, *A. fumigatus*, *A. ustus*), а также темноокрашенные грибы *Alternaria alternata*, *Cladosporium cladosporioides* и др. [4, с. 57, 64]. В городских почвах с автотранспортным загрязнением часто встречаются грибы рода *Fusarium*, – высоким обилием отличается фитопатогенный вид *F. verticillioides* [4, с. 63]. Незатронутые техногенными нагрузками почвы (с высоким содержанием гумуса) отличаются обилием и разнообразием сапротрофов, доминантами среди которых выступают различные представители *Mucorales* [7].

Таким образом, *цель работы* – выявление видового разнообразия и обилия почвенных микроскопических грибов соснового леса малиново-рябинового зеленомошного чернично-злакового в парке «За Саймой» г. Сургута. На основании полученных данных дать оценку антропогенного влияния на структуру данного микоценоза.

Материалы и методы исследования. Отбор почвенных проб проводили весной (в мае) 2021 года по общепринятым методикам [3; 5]. В сосновом лесу малиново-рябиновом зеленомошном чернично-злаковом парка «За Саймой» с однородной площадки 20×20 м в 10 точках отбирали образцы верхнего и нижнего слоя подстилки и песка на глубинах 0–2 см, 2–4 см и 5–7 см соответственно. Почвенные пробы помещали в стерильные пакеты из крафт-бумаги, высушивали в тени до воздушно-сухого состояния, каждую пробу анализировали отдельно [3; 5]. Выделение изолятов микроскопических грибов проводили методом посева разведений почвенных суспензий на питательную среду сусло-агар в трехкратной повторности [3; 5; 8]. Для песка готовили 10-ти кратное разведение 1:10, для подстилки 100-кратное разведение 1:100. Идентификацию микромицетов проводили, анализируя макро- и микроморфологические признаки, согласно определителям [1; 11–16]. Обилие видов почвенных грибов рассчитывали по формуле [3]:

$P = q/Q \times 100 (\%)$, где P – обилие вида; q – общее число выделенных изолятов данного вида; Q – общее число выделенных изолятов всех видов.

Результаты и обсуждение. Из подстилки и песка соснового леса парка «За Саймой» выделены изоляты микроскопических грибов 19-ти видов, относящиеся к 13-ти родам: *Absidia* (*A. corymbifera*), *Daldinia* (*D. nemorosum*, *D. loculata*), *Eupenicillium* (*E. lapidosum*), *Exophiala* (*Exophiala* sp.), *Fusarium* (*F. tricinctum*), *Humicolopsis* (*H. cephalosporioides*), *Neurospora* (*Neurospora* sp.), *Penicillium* (*P. brevicompactum*, *P. decumbens*, *P. echinulatum*), *Talaromyces* (*Talaromyces* sp.), *Tolypocladium* (*T. cylindrosporum*, *T. inflatum*), *Trichoderma* (*T. asperellum*, *T. atroviride*, *T. koningiopsis*), *Mucor* (*M. hiemalis* f. *silvaticus*), *Umbelopsis* (*U. isabellina*) (рис. 1).

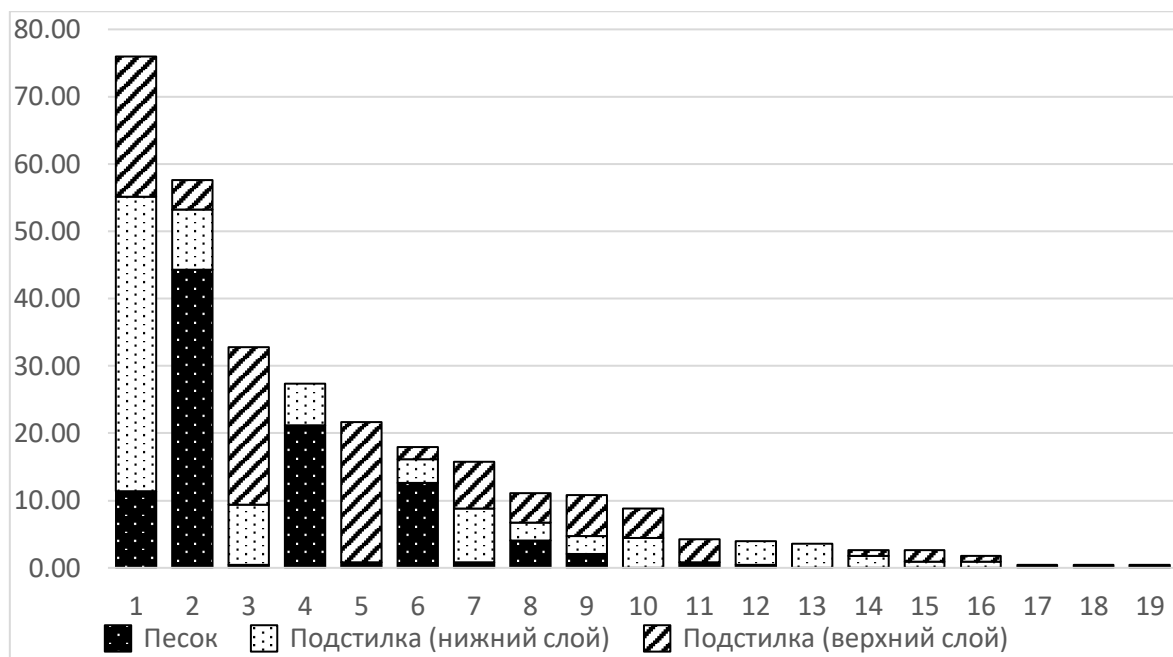


Рис. 1. Обилие видов почвенных микроскопических грибов соснового леса парка «За Саймой» г. Сургута. Условные обозначения: 1) *U. isabellina*, 2) *T. inflatum*, 3) *P. echinulatum*, 4) *T. cylindrosporium*, 5) *A. corymbifera*, 6) *H. cephalosporioides*, 7) *Neurospora* sp., 8) *D. nemorosum*, 9) *T. asperellum*, 10) *Exophiala* sp., 11) *T. koningiopsis*, 12) *E. lapidosum*, 13) *P. decumbens*, 14) *Talaromyces* sp., 15) *D. loculata*, 16) *F. tricinctum*, 17) *T. atroviride*, 18) *M. hiemalis* f. *silvaticus*, 19) *P. brevicompactum*.

Идентификация 6-ти видов – *D. loculata*, *F. tricinctum*, *T. inflatum*, *T. asperellum*, *T. atroviride*, *T. koningiopsis* – подтверждена молекулярным анализом, проведенным в лаборатории кафедры микологии и альгологии МГУ.

Самыми разнообразными являются роды *Penicillium* и *Trichoderma*, – выделено по три вида данных родов. Роды *Tolypocladium* и *Daldinia* содержат по два вида. Выделенные виды микроскопических грибов относятся к сапротрофам [1; 11–16]. Резистентных к антропогенным воздействиям, в том числе условно-патогенных (*A. niger*, *A. fumigatus*, *P. funiculosum*, *P. purpurogenum*, темноокрашенных грибов *A. alternata*, *C. cladosporioides* и др.) и фитопатогенных грибов (*F. verticillioides* и др.) – не обнаружено. В составе исследуемого микоценоза зигомицеты представлены тремя родами порядка *Mucorales*: *Absidia*, *Mucor* и *Umbelopsis* [13, с. 9–10]. Обилие представителей *Mucorales* в верхнем слое подстилки составляет 42 %, в нижнем слое – 44 %, в нижележащем грунте (песке) – 12,6 %. Самым высоким обилием в группе зигомицетов отличается *U. isabellina* (рис. 1). Согласно литературным данным, обилие и разнообразие сапротрофов с преобладанием представителей порядка *Mucorales* свойственно незатронутым техногенными нагрузками почвам [7].

Относительно видовой структуры исследуемого микоценоза в верхнем слое подстилки обильны *P. echinulatum* (23,5 %), *U. isabellina* (20,9 %) и *T. inflatum* (20,9 %), частота встречаемости данных видов невелика – 40 % у *U. isabellina* и *P. echinulatum*. В нижнем слое подстилки обильны *U. isabellina* (43,8 %) с пространственной частотой встречаемости 50 %. В нижележащем слое грунта (песке) высоким обилием и пространственной частотой встречаемости отличаются виды рода *Tolypocladium* – в 80 % проб выделен *T. inflatum* с обилием 44,3 %, в 60 % проб – *T. cylindrosporium* с обилием 21,1 % (рис. 1).

Таким образом, основу микобиоты исследуемого соснового леса парка «За Саймой» составляют сапротрофы. Резистентных к антропогенным воздействиям, в том числе, условно-патогенных и фитопатогенных грибов, не обнаружено. Выявлено разнообразие и обилие сапротрофов родов *Penicillium* и *Tolypocladium*, а также зигомицетов *U. isabellina*. Полученные

результаты видового состава микобиоты соснового леса парка «За Саймой» соответствуют литературным данным о структуре микоценозов фоновых подзолистых почв, не затронутых техногенными нагрузками [2; 4; 6; 7; 9].

Финансирование. Работа выполнена в рамках государственного задания по проекту «Экосистемы севера Западной Сибири: оценка состояния биоты в условиях техногенной трансформации среды».

Благодарности. Автор выражает благодарность доктору биологических наук, ведущему научному сотруднику кафедры микологии и альгологии МГУ Александровой Алине Витальевне за всестороннюю помощь при проведении микологических исследований, а также аспиранту кафедры Антонову Евгению Андреевичу за помощь в проведении молекулярного анализа.

Литература:

1. Александрова А. В. Ключ для определения видов рода *Trichoderma* / А. В. Александрова, Л. Л. Великанов, И. И. Сидорова // Микология и фитопатология. – 2006. – Т. 40. – Вып. 6. – С. 457-468.
2. Александрова А. В. Почвообитающие микроскопические грибы: география и экология: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – М., 2013. – 51 с.
3. Великанов Л. Л. Полевая практика по экологии грибов и лишайников / Л. Л. Великанов, И. И. Сидорова, Г. Д. Успенская. – М.: Изд-во Московского ун-та, 1980. – 112 с.
4. Марфенина О. Е. Антропогенная экология почвенных грибов. – М.: Медицина для всех, 2005. – 196 с.
5. Методы почвенной микробиологии и биохимии: Учеб. пособие / под ред. Д. Г. Звягинцева. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 304 с.
6. Мирчинк Т. Г. Почвенная микология: Учеб. – М.: Изд-во МГУ, 1988. – 220 с.
7. Рудаков В. О. Грибы – индикаторы экологического состояния почвы // Микология и альгология России. XX–XXI вв.: смена парадигм: м-лы Всерос. конф. – Москва, 17–19 ноября 2018. – С. 210.
8. Руководство к практическим занятиям по микробиологии: Учеб. пособие / под ред. Н. С. Егорова. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – 224 с.
9. Хабибулина Ф. М. Микромитеты подзолистых почв в подзоне средней тайги на северо-востоке европейской части России / Ф. М. Хабибулина, Е. Г. Кузнецова, И. З. Васенева // Почвоведение. – 2014. – № 10. – С. 1228-1234.
10. Почвы и растительность центральной части таежной зоны Западной Сибири (в пределах Ханты-Мансийского автономного округа) / Л. Ф. Шепелева, А. И. Шепелев, З. А. Самойленко [и др.]: Учеб. пособие. – Сургут: ИЦ СурГУ, 2010. – 104 с.
11. Bissett J. Notes on *Tolyposcladium* and related genera // Canadian Journal of Botany. – 1983. – Vol. 61 (5). – P. 1311-1329. – DOI: 10.1139/b83-139.
12. Davey M. L. *Annellosporium nemorosum* gen. et sp. nov., an annellidic anamorph with phylogenetic affinities to the genus *Daldinia* (Xylariales) // Karstenia. – 2010. – Vol. 50 (1). P. 1-10. – DOI: 10.29203/ka.2010.436.
13. Domsch K. H. Compendium of soil Fungi / K. H. Domsch, W. Gams, T.-H. Anderson. – München: Academic Press, 2007. – 672 p.
14. Food and Indoor fungi / R. A. Samson, J. Houbraken, U. Thrane [et al.]. – Utrecht: CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre, 2010. – 390 p.
15. Gerlach W. The Genus *Fusarium*: a pictorial atlas / W. Gerlach, H. Nirenberg. – Berlin; Hamburg: Parey, 1982. – P. 125-128.
16. Atlas of Soil Ascomycetes: CBS Biodiversity / J. Guarro, J. Gene, A. M. Stchigel, M. J. Figueras. – Series 10. – Utrecht: 2012. – P. 485.

УДК 599.735.31

**ОТЛОВ И МЕЧЕНИЕ ДИКИХ СЕВЕРНЫХ ОЛЕНЕЙ
ТАЙМЫРО-ЭВЕНКИЙСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ
СПУТНИКОВЫМИ ПЕРЕДАТЧИКАМИ СИСТЕМЫ ARGOS
В УСЛОВИЯХ АРКТИКИ**

Муравьев А.Н., Савченко П.А., Савченко А.П., Шилов П.П.

Сибирский федеральный университет, Красноярск,

e-mail: Sasha-mu@yandex.ru; 09petro@mail.ru; zom2006@list.ru; p.shilov.2018@mail.ru

Аннотация. В основу данной работы легли материалы, собранные сотрудниками Сибирского федерального университета в результате экспедиционных исследований в период с 2015 по 2021 гг. на территориях Эвенкийского и Таймырского Долгано-Ненецкого муниципальных районов. За указанный период ошейниками с радиомаяками спутниковой системы Argos было помечено 47 особей дикого северного оленя Таймыро-эвенкийской популяции.

Ключевые слова: спутниковые передатчики системы Argos, миграции диких северных оленей Таймыро-эвенкийской популяции.

**CAPTURING AND TAGING OF TAIMYR-EVENKI REINDEER POPULATION
BY THE SATELLITE TRANSMITTERS OF ARGOS SYSTEM IN THE ARCTIC**

Muravev A.N., Savchenko P.A., Savchenko A.P., Shilov P.P.

Siberian Federal University, Krasnoyarsk,

e-mail: Sasha-mu@yandex.ru; 09petro@mail.ru; zom2006@list.ru; p.shilov.2018@mail.ru

Abstract. This work is based on materials collected by the scientific staff of the Siberian Federal University as a result of expeditionary research in the period from 2015 to 2021 in the territories of the Evenk and Taimyr Dolgano-Nenets municipal districts. During the indicated period, 47 individuals of the Taimyr-Evenki reindeer population were marked with collars with radio beacons of the Argos satellite system.

Keywords: satellite transmitters of the Argos system, migration of the Taimyr-Evenki reindeer population.

Использование современных методов спутниковой телеметрии в изучении экологии диких северных оленей позволяет ответить на ряд вопросов, связанных с миграционными процессами, местами летних и зимних концентраций животных, а также помогают скоординировать проведение полевых исследований и авиаучётных работ. Основной принцип метода спутниковой телеметрии заключается в оснащении животных спутниковыми радиомаяками и дальнейшем мониторинге за их перемещениями. Широкое применение данный метод получил на Аляске и в Канаде во второй половине прошлого столетия, что позволило изучить пространственную структуру популяции карибу.

В России методы спутниковой телеметрии для изучения северных оленей используются недавно. В марте 2010 г. были помечены домашние олени в Республике Саха

(Якутия). После технических доработок в августе этого же года в верхнем течении р. Оленёк на водной переправе были отловлены и помечены 15 диких северных оленей Лено-оленёкской популяции [1]. В Красноярском крае первых оленей поместили сотрудники ФГБУ «Заповедники Таймыра» в 2013 г. в центральной и восточной части полуострова Таймыр. При финансовой поддержке Восточно-Сибирской нефтегазовой компании научными сотрудниками Сибирского федерального университета (СФУ) начаты комплексные исследования популяции диких северных оленей Эвенкийского муниципального района. В апреле 2015 г. впервые на территории Эвенкии на зимовке были отловлены дикие северные олени и помечены ошейниками со встроенными радиомаяками «Пульсар» спутниковых систем Argos/GPS [3]. Всего за период с 2015 по 2021 гг. научными сотрудниками СФУ на территориях Таймырского Долгано-Ненецкого и Эвенкийского муниципальных районов было помечено 47 особей северных оленей Таймыро-эвенкийской популяции.

Были апробированы разные методы отлова животных, включая использование помповых ружей. В условиях Арктики выбор метода отлова и мечения диких северных оленей зависит от ряда факторов. В осенне-зимний период изначально использовали маут (аркан) при преследовании оленей на снегоходе. Подобный отлов оленей возможен на открытых участках тундры и лесотундры, требует специальных навыков. Стоит отметить, что данный способ отлова оленей достаточно трудоёмкий и небезопасный, так как отлов животных происходит во время движения снегохода.

В последующем перешли на отлов оленей петлями, устанавливаемых в местах переходов, как более результативный и менее травмоопасный.

Петельный метод добычи диких северных оленей широко используется охотниками Таймыра и Эвенкии. Петли представляют собой простую удавку с фиксатором, которая может поймать животное за шею или рога (рис. 1). В условиях низких температур важное условие при отлове диких северных оленей петельным методом является частая проверка петель во избежание их травмирования.

В весенне-летний период мечение диких северных оленей проводили на водных переправах во время их миграции. Для отлова использовали специальное приспособление – деревянный шест с фиксируемой на конце нейлоновой верёвкой (рис. 2). Верёвка фиксируется на подвижный быстросъёмный узел, чтобы при отлове она легко соскальзывала с шеста. На пойманного оленя одевается ошейник и фиксируется болтовым креплением.



Рис. 1. Установка петли для отлова дикого северного оленя в окрестностях оз. Букачачи (Эвенкия, 2020 г.)



Рис. 2. Отлов дикого северного оленя на р. Хета (Таймыр, 2021 г.)

Первые десять диких северных оленей, помеченных ошейниками с радиомаяками «Пульсар», были отловлены в окрестностях озёр Талах и Лабыкта (Эвенкия) с использованием двух снегоходов и маута. Отлов проводили в апреле 2015 г. [2].

Весной 2017 г. шесть оленей отловили в окрестностях озёр Хэччекит, Дюпкун и Ессей (Эвенкия) и одного – на территории Таймырского Долгано-Ненецкого муниципального района. В Эвенкии отлов проводили как с использованием маута, так и петельным способом. На Таймыре молодую самку поймали и поместили в июне на р. Хета в окрестностях н.п. Новая с использованием водного транспорта.

В октябре 2020 г. в рамках проекта Роснефти по изучению устойчивости арктических экосистем на основании исследования динамики состояния ключевых видов нами было помечено девять диких северных оленей на местах зимовки в Эвенкии. Мечение проводили в районе озёр Букачачи, Аян, Еромо. Для отлова применяли петельный метод, без использования иммобилизирующих препаратов. У отловленных животных определяли пол, возраст, делали краткое описание их состояния, снимали основные морфометрические показатели.

В 2021 г. мечение северных оленей осуществляли в два этапа, в результате которых поместили 21 особь. Первый этап – с 03.06 по 17.06.2021 г. на реках Хета-Хатанга, вверх по течению от н.п. Хатанга. Второй этап – в период с 01.08. по 10.08.2021 г. также прошёл на р. Хатанга, но вниз по течению от н.п. Хатанга. Мечение на разных участках реки позволило получить более полную информацию о миграционных путях и местах концентрации оленей Таймыро-эвенкийской популяции.

Важно отметить, что до начала экспедиционных работ были собраны опросные данные о ледовой обстановке на реках Хатанга, Хета, Котуй, местах концентрации оленей и суточной активности животных на участках их переправы. Данная информация позволила скорректировать маршруты и уточнить места с наиболее интенсивной миграцией оленей. Все маршруты разрабатывались согласно полученным данным о перемещении и концентрации оленей, в том числе и ранее помеченных ошейниками.

При мечении оленей в весенне-летний период использовали маломерное речное судно «Прогресс – 4», оснащенное подвесным двухтактным мотором Yamaha 40. При обнаружении оленей на водной переправе проводилось сближение с группой, визуальная оценка и выбор

наиболее пригодной для отлова особи. Весь процесс мечения, от отлова до полного освобождения животного, занимал от 5–8 минут, в редком случае – 20 минут. Также стоит отметить, что удержание пойманного животного проводилось руками за его шею без использования давящей петли, во избежание удушения или нанесения травмы животному.

Опыт использования современных методов спутниковой телеметрии в условиях Арктики показал свою высокую эффективность. Безусловно, использование ошейников с встроенными радиопередатчиками для мечения оленей, в настоящее время – важнейший инструмент для получения новых сведений о биологии диких северных оленей.

Литература:

1. Охлопков И. М. Использование спутниковых радиоошейников в изучении миграций лено-оленинской популяции диких северных оленей Якутии / И. М. Охлопков, Ш. Тасудзава, Е. В. Кириллин // Териофауна России и сопредельных территорий. – Междунар. совещ. (IX съезд Териологического об-ва при РАН). – М.: Т-во научных изданий КМК, 2011. – С. 356.
2. Савченко И. А. Современное состояние и территориальное размещение северного оленя в Эвенкии / И. А. Савченко, А. П. Савченко // Экология Южной Сибири и сопредельных территорий : XIX Междунар. науч. шк.-конф. студ. и мол. учёных. – Абакан, 2015. – С. 57-61.
3. Information and space technologies in the development of hunting and domestic reindeer husbandry / A. L. Salman, A. P. Savchenko, G. Grebel [et al.] // IOP Conference Series : Materials Science and Engineering. – Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. – 2020. – С. 12011.

УДК 599:574.9

ОСОБЕННОСТИ НЕОДНОРОДНОСТИ ВИДОВОЙ СТРУКТУРЫ И ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ СУРГУТСКОГО ЗАКАЗНИКА

*Стариков В.П., Наконечный Н.В., Берников К.А., Сарapultseva Е.С., Петухов В.А.,
Морозкина А.В., Ваганова Е.А., Володина О.Ю., Кравченко В.Н., Урванцев А.А.
Сургутский государственный университет, Сургут,
e-mail: vp_starikov@mail.ru*

Аннотация. Установлен видовой состав насекомоядных и грызунов Сургутского заказника в пределах поймы и надпойменной террасы реки Оби. Всего зафиксировано 18 видов мелких млекопитающих, из них 10 видов – грызуны. По относительному обилию преобладали насекомоядные. Основу сообщества составили представители европейско-сибирского типа фауны. Отмечено низкое обилие или полное отсутствие амфибионтных форм (полёвки-экономки и водяной полёвки).

Ключевые слова: мелкие млекопитающие, обилие, видовой состав, Среднее Приобье, долины рек, ООПТ.

PECULIARITIES OF HETEROGENEITY IN SPECIES STRUCTURE AND SPATIAL DISTRIBUTION OF SMALL MAMMALS IN SURGUT SANCTUARY

*Starikov V.P., Nakonechny N.V., Bernikov K.A., Sarapultseva E.S., Petukhov V.A.,
Morozkina A.V., Vaganova E.A., Volodina O.Yu., Kravchenko V.N., Urvantsev A.A.
Surgut State University, Surgut,
e-mail: vp_starikov@mail.ru*

Abstract. The species composition of insectivores and rodents of Surgut sanctuary within the floodplain and floodplain terrace of the Ob river was established. A total of 18 species of small mammals were recorded, of which 10 species were rodents. Insectivores prevailed in terms of abundance. The community was based on representatives of the European-Siberian type of fauna. The abundance of amphibious forms (root vole and water vole) was low or absent.

Keywords: small mammals, abundance, species composition, the middle Ob region, river valleys, protected areas.

Государственный комплексный заказник регионального значения «Сургутский» расположен в Сургутском районе Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (средняя тайга лесной зоны Западной Сибири). Заказник образован в 1984 г. с целью сохранения и воспроизводства диких зверей, птиц и среды их обитания. Главная его задача – ресурсоохранная, служит для поддержания общего экологического баланса. Заказник находится в левобережной части Средней Оби и включает пойменную часть и надпойменную террасу. Учётные работы мелких наземных позвоночных животных в заказнике ведутся с

2018 г. За этот период изучены особенности биотопического распределения животных, их обилие, состав паразитофауны мелких млекопитающих [7; 8 и др.].

Материалы и методы. Мелких млекопитающих отлавливали с помощью конусов с направляющими системами [5; 7]. Период учётов охватывал июнь–сентябрь 2018–2022 гг. Всего учтена 5131 особь насекомоядных и грызунов 18 видов: алтайский крот *Talpa altaica* Nikolsky, 1883, обыкновенная бурозубка *Sorex araneus* Linnaeus, 1758, крупнозубая бурозубка *S. daphaenodon* Thomas, 1907, средняя бурозубка *S. caecutiens* Laxmann, 1788, равнозубая бурозубка *S. isodon* Turov, 1924, малая бурозубка *S. minutus* L., 1766, крошечная бурозубка *S. minutissimus* Zimmermann, 1780, обыкновенная кутора *Neomys fodiens* Pennant, 1771, азиатский бурундук *Eutamias sibiricus* Laxmann, 1769, лесная мышовка *Sicista betulina* Pallas, 1779, лесной лемминг *Myopus schisticolor* Lilljeborg, 1844, рыжая полевка *Myodes glareolus* Schreber, 1780, красная полевка *M. rutilus* Pallas, 1779, красносерая полевка *Craseomys rufocanus* Sundevall, 1846, водяная полевка *Arvicola amphibius* L., 1758, темная (пашенная) полевка *Agricola agrestis* L., 1761, полевка-экономка *Alexandromys oeconomus* Pallas, 1776 и мыш-малютка *Micromys minutus* Pallas, 1771.

Добытых мелких млекопитающих обрабатывали с помощью общепринятых зоологических методик. Обилие насекомоядных и грызунов оценивали с помощью балльной шкалы Ю.С. Равкина и С.Г. Ливанова [5]. При отнесении мелких млекопитающих к тому или иному типу фауны использовали рекомендации Ю.С. Равкина и И.В. Лукьяновой [6] и Б.С. Юдина [10]. Русские и латинские названия животных приведены по А.А. Лисовскому с соавторами [2].

Результаты и обсуждение. На территории Сургутского заказника установлено наличие 18 видов мелких млекопитающих (8 видов насекомоядных и 10 видов грызунов). В пойме заказника зарегистрировано 16 видов, на надпойменной террасе – 18. В пойме и на террасе в сообществах мелких млекопитающих преобладали насекомоядные, особенно ярко выражено их доминирование (доля от суммарного обилия всех мелких млекопитающих) в пойме (насекомоядных в 3,5 раза больше, чем грызунов).

Наиболее полно и широко на территории заказника представлены обыкновенная, средняя и малая бурозубки, а также лесная мышовка и красная полевка, отмеченные во все годы учётов. Они отлавливались как в пойме, так и на надпойменной террасе (табл. 1). Особенно велика доля обыкновенной бурозубки в сообществах мелких млекопитающих. Во все годы и в обоих крупных выделах (пойме и надпойменной террасе) это единственный вид, который всегда доминировал не только среди насекомоядных, но и всех мелких млекопитающих заказника. Высокая доля этого вида свойственна и для других участков Средней Оби [1; 4]. По мнению А. А. Максимова с соавторами [3] для обыкновенной бурозубки характерна способность размножаться в далеко не оптимальных условиях среды (например, в пойме), что и служит одной из причин, позволяющих обыкновенной бурозубке постоянно доминировать как в пойме, так и на надпойменной террасе в пределах средней тайги. Равнозубая бурозубка – типичный таёжный зверек. В пойме для нее не хватает пригодных местообитаний. Всё это вместе взятое, а именно разливы, конкуренция со стороны обыкновенной бурозубки, отсутствие местообитаний, не позволяет этому виду сформировать здесь заметную численность. В то же время, малая бурозубка в силу своей гигрофильности и меньшего давления, по крайней мере на трофической основе, со стороны обыкновенной бурозубки, в пойме находит оптимальные условия для своего обитания (в Сургутском заказнике второй по степени доминирования вид). В пойме заказника её в 3 раза больше, чем в биотопах надпойменной террасы. Сравнительно редкими для сургутской поймы оказались крупнозубая бурозубка и обыкновенная кутора, которые к тому же, регистрировались здесь не ежегодно. Однако в более южной части Средней Оби в пределах Томской области эти землеройки могут входить в состав фоновых видов [3]. На всём протяжении поймы Оби обитание алтайского крота в силу особых экологических требований к среде обитания, в

пойме полностью исключено, что подтвердилось и на нашем материале. Зверек регистрировался только в биотопах надпойменной террасы. Некоторое удивление вызывает отсутствие в пойме на протяжении 2018–2022 гг. амфибионтной формы – водяной полевки. Мы не исключаем того, что начавшаяся депрессия численности этого вида в 2014 г., отмеченная в районе слияния рек Иртыша и Оби [9], распространилась и на сургутскую пойму.

Основу сообщества мелких млекопитающих Сургутского заказника составили представители европейско-сибирского типа фауны (рис. 1). Доля транспалеарктов невелика, главным образом за счёт сравнительно низкой численности полевки-экономки, особенно в пойменных биотопах. Ранее было показано, что в лесной зоне Западной Сибири в сообществах мелких млекопитающих южной, средней тайги и поймах крупных рек северной тайги доминируют представители европейского типа фауны, на Обь-Енисейском междуречье более выражено преобладание сибирских видов [6; 11].

Таблица 1.

Соотношение видов мелких млекопитающих (доля от суммарного обилия, %) в основных выделах Сургутского заказника

Вид	Годы учётов										Всего	
	2018		2019		2020		2021		2022			
	П*	НТ**	П*	НТ**	П*	НТ**	П*	НТ**	П*	НТ**	П*	НТ**
<i>T. altaica</i>	-	1,01	-	2,20	-	1,52	-	1,13	-	1,15	-	1,60
<i>S. araneus</i>	35,56	36,87	55,74	55,01	42,69	40,10	31,30	28,71	43,10	41,63	43,71	40,29
<i>S. daphaenodon</i>	-	0,51	0,55	0,40	-	-	-	0,32	1,32	0,54	0,84	0,24
<i>S. caecutiens</i>	2,22	15,15	14,75	7,31	14,63	7,74	3,48	6,53	2,08	7,29	5,77***	8,19***
<i>S. isodon</i>	-	-	0,55	0,80	2,44	0,63	-	0,89	0,76	0,88	0,73	0,78
<i>S. minutus</i>	33,33	13,63	10,38	6,71	4,88	10,66	26,09	9,76	33,84	15,52	25,89	8,38***
<i>S. minutissimus</i>	-	-	-	0,10	1,22	0,13	0,87	0,89	-	0,07	0,21	0,34
<i>N. fodiens</i>	-	0,51	1,09	2,10	-	2,79	-	0,32	0,95	0,40	0,73	1,17
<i>E. sibiricus</i>	-	1,01	0,55	0,60	2,44	0,13	-	0,08	-	0,07	0,31	0,26
<i>S. betulina</i>	8,89	12,62	1,09	3,61	1,22	2,03	1,74	1,13	1,32	1,48	1,68	2,54
<i>M. schisticolor</i>	-	-	-	-	-	-	0,87	0,73	-	0,47	0,10	0,38
<i>M. glareolus</i>	-	-	1,09	2,81	15,85	3,17	13,04	1,45	3,97	1,75	5,35***	1,82
<i>M. rutilus</i>	2,22	13,12	7,65	10,13	13,41	16,89	6,96	17,18	5,86	15,18	6,81***	15,97
<i>C. rufocanus</i>	2,22	2,02	0,55	1,50	-	5,46	4,35	12,98	3,21	9,72	2,52	8,38***
<i>A. amphibius</i>	-	0,51	-	0,50	-	0,51	-	1,21	-	1,15	-	1,01
<i>A. agrestis</i>	-	0,51	-	0,10	-	0,63	-	1,13	0,57	0,47	0,31	0,60
<i>A. oeconomus</i>	-	1,01	2,19	2,40	1,22	7,23	6,08	11,29	1,51	1,35	2,10	5,63***
<i>M. minutus</i>	15,56	1,52	3,82	3,72	-	0,38	5,22	4,27	1,51	0,88	2,94	2,42

Примечание: * – пойма, ** – надпойменная терраса, *** виды-субдоминанты; жирным выделены виды-доминанты.

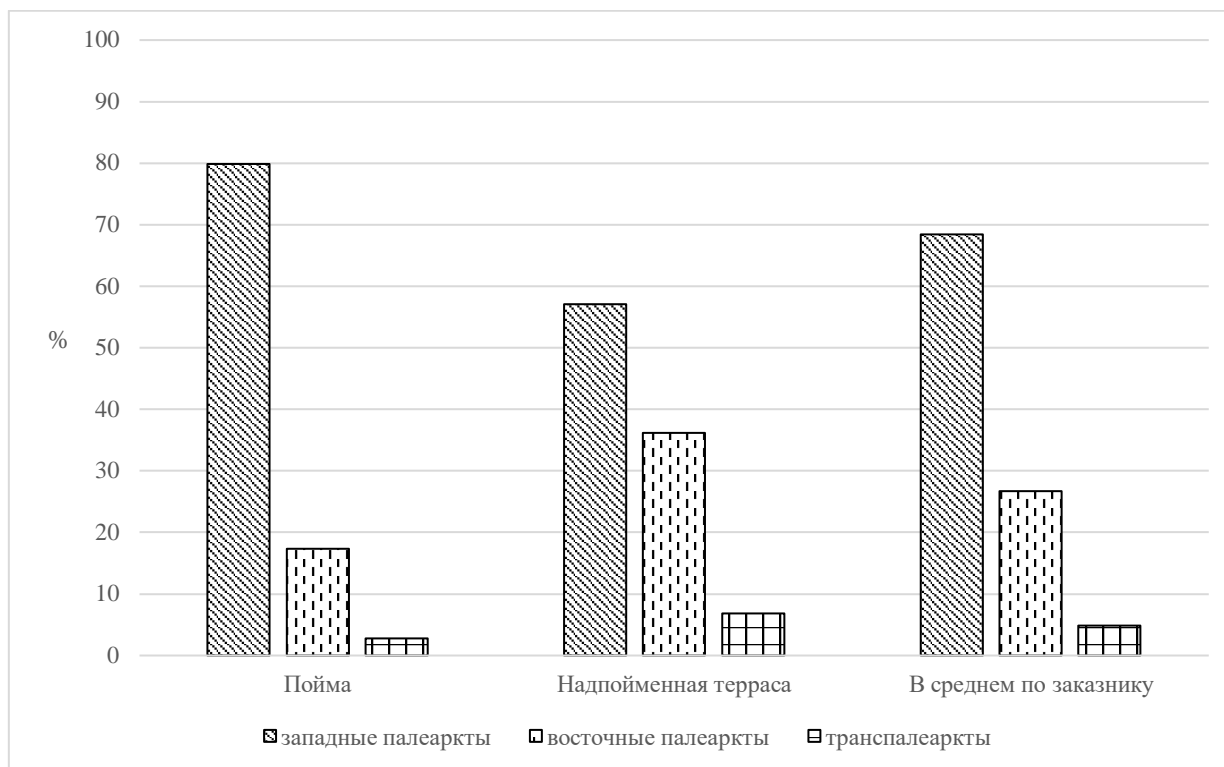


Рис. 1. Вклад представителей различных типов фауны (в %) в сообщества мелких млекопитающих Сургутского заказника, 2018–2022 гг.

Заключение. Видовой состав мелких млекопитающих Сургутского заказника выявлен сравнительно полно. Пополнение списка видов насекомоядных и грызунов возможно за счёт находок на его территории тундряной бурозубки *Sorex tundrensis* Merriam, 1900 и восточноевропейской полевки *Microtus rossiaemeridionalis* Ognev, 1924. Эти виды неоднократно регистрировались нами на правом берегу Средней Оби. В пойменной части заказника в качестве доминантов установлены обыкновенная и малая бурозубки, доля которых составляла около 70 % от суммарного обилия всех учтенных в этом выделе мелких млекопитающих. В биотопах надпойменной террасы также в состав доминантов входила обыкновенная бурозубка, участие красной полевки в 2,5 раза ниже. На протяжении 5 лет особо обращает на себя внимание низкое обилие или полное отсутствие в пойме амфибионтных форм – полевки-экономки и водяной полевки. На протяжении столь длительного периода причины этого в полной мере не ясны, требуется дальнейший мониторинг этой территории.

Литература:

1. Структура и динамика сообществ мелких млекопитающих в долинных биотопах на участке слияния рек Оби и Иртыша / А. В. Бородин, В. П. Стариков, К. А. Берников, В. А. Петухов // Природные ресурсы Арктики и Субарктики. – 2022. – Т. 27. – № 1. – С. 130-140.
2. Млекопитающие России: список видов и прикладные аспекты / А. А. Лисовский, Б. И. Шефтель, А. П. Савельев [и др.] : Сб. тр. Зоол. музея МГУ. – Т. 56. – М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2019. – 191 с.
3. Статистическая характеристика видовой структуры населения землероек и грызунов в пойме Оби / А. А. Максимов, Л. Н. Ермаков, В. Е. Сергеев, В. В. Салтыков // Сукцессии животного населения в биоценозах поймы реки Оби. – Новосибирск: Наука, 1981. – С. 5-63.

4. Николаев А. С. Мелкие млекопитающие поймы Оби в ландшафтно-географических зонах Западной Сибири // Биологические ресурсы поймы Оби. – Новосибирск: Наука, 1972. – С. 60-121.
5. Равкин Ю. С. Факторная зоогеография: принципы, методы и теоретические представления / Ю. С. Равкин, С. Г. Ливанов. – Новосибирск: Наука, 2008. – 205 с.
6. Равкин Ю. С. География позвоночных южной тайги Западной Сибири (птицы, мелкие млекопитающие и земноводные) / Ю. С. Равкин, И. В. Лукьянова. – Новосибирск: Наука, 1976. – 360 с.
7. Мелкие наземные позвоночные Сургутского заказника / В. П. Стариков, К. А. Берников, Е. С. Сарапульцева [и др.] // Вестник СурГУ. – 2018. – Вып. 4. – С. 59-62.
8. Блохи мелких млекопитающих Сургутского заказника / В. П. Стариков, Е. А. Вершинин, С. В. Егоров, К. А. Берников // Природное и историко-культурное наследие Сибири: прошлое, настоящее, будущее: сб. тез. I (XVI) Всерос. науч.-практ. конф. (г. Тобольск, 16–19 ноября 2022 г.). – Тобольск: ИП Жмуров С. В., 2022. – С. 40.
9. Комплексная оценка природного очага туляремии в слиянии рек Оби и Иртыша // Проблемы особо опасных инфекций / В. П. Стариков, Н. П. Винарская, А. В. Бородин, К. А. Берников. – 2017. – Вып. 2. – С. 28-31.
10. Юдин Б. С. Закономерности распространения насекомоядных млекопитающих Западной Сибири // Общая и региональная териогеография. Вопросы териологии : Сб. науч. тр. – М.: Наука, 1988. – С. 133-164.
11. Starikov V. P. Geographic Ecological Analysis of Small Mammals of the Northern Taiga of Western Siberia / V. P. Starikov, L. Vartapetov // Contemporary Problems of Ecology. – 2021. – Vol. 14. – № 1. – P. 49–61.

УДК 598.252.1

ОСОБЕННОСТИ СКОПЛЕНИЙ УТОК В БАССЕЙНЕ ОЗЕРА ПЯСИНО

Темерова В.Л., Емельянов В.И., Савченко А.П., Карпова Н.В., Виллюк Р.В.
Сибирский федеральный университет, Красноярск,
e-mail: toritem@mail.ru

Аннотация. В работе приведены материалы о скоплениях уток в бассейне оз. Пясино. Исследования проведены с целью оценки последствий разлива дизельного топлива на р. Амбарной и проводимых восстановительных работ в 2020–2022 гг. Используются наземные учёты (лодочные, пешие), аэрофотосъемка местности и мест скопления птиц. По результатам учётных работ установлено пребывание 16 видов птиц с общей численностью 10,1 тыс. особей. Выявлено 15 мест образования крупных скоплений утиных, изучен половозрастной состав и его динамика.

Ключевые слова: утки, водоплавающие, оз. Пясино, р. Амбарная, ключевое ВБУ, оз. Лебяжье.

FEATURES OF DUCK CLUSTERS IN THE PYASINO LAKE BASIN

Temerova V.L., Emelyanov V.I., Savchenko A.P., Karpova N.V., Vilyuk R.V.
Siberian Federal University, Krasnoyarsk,
e-mail: toritem@mail.ru

Abstract. Materials on the duck accumulations in the basin of Lake Pyasino are given in this article. The studies were carried out in order to assess the consequences of a diesel fuel spill on the Ambarnaya River and ongoing restoration work in 2020–2022. Ground surveys (boat, foot) and aerial photography of the area and bird gathering places were used. The stay of 16 bird species with a total number of 10.1 thousand individuals was established based on the results of accounting work. 15 places of formation of large duck concentrations were identified, the sex and age composition and its dynamics were studied.

Keywords: ducks, waterfowl, lake Pyasino, river Ambarnaya, main wetland, lake Lebyazhye.

Озеро Пясино расположено севернее и северо-западнее г. Норильска между 69,2–71,8° с.ш. Исследования проведены с целью оценки последствий разлива дизельного топлива на р. Амбарной и проводимых восстановительных работ в 2020–2022 гг. Попадание дизтоплива в озеро произошло по рекам Далдыкан и Амбарная в результате аварии на ТЭЦ-3 в г. Норильске. Одной из модельных групп животных для осуществления текущего мониторинга определены утки. Их состояние и размещение является одним из важных показателей как загрязнения водно-болотных угодий, так и их восстановления. Кроме того, утки относятся к важному и популярному охотничьему ресурсу.

Учеты проводились по общепринятым методикам [2] в августе 2020 г. и с июня по сентябрь 2021–2022 г. с использованием вертолёта (Eurocopter AS-350), водного транспорта (СВП Нептун-11, моторных лодок). Кроме того, выполнены наземные учёты (пешие и стационарные наблюдения). Работами были охвачены ключевые местообитания

водоплавающих и околоводных птиц. Общая протяженность маршрутов составила более 12,4 тыс. км и 158 ч наблюдений в местах концентраций птиц.

В ходе работ установлен состав уток, который насчитывает 16 видов, из них речные утки: кряква *Anas platyrhynchos* L., чирок-свистунок *Anas crecca* L., клоктун *Anas formosa* Georgi, свиязь *Anas penelope* L., шилохвость *Anas acuta* L. и широконоска *Anas clypeata* L.; нырковые утки – хохлатая чернеть *Aythya fuligula* (L.), морская чернеть *Aythya marila* (L.), морянка *Clangula hyemalis* (L.), гоголь *Bucephala clangula* (L.), гага-гребенушка *Somateria spectabilis* (L.), синьга *Melanitta nigra* (L.), обыкновенный турпан *Melanitta fusca* (L.); из крохалей – луток *Mergus albellus* L., длинноносый крохаль *Mergus serrator* L., большой крохаль *Mergus merganser* L. Важно отметить, что озеро располагается в переходной зоне лесотундры, поэтому помимо так называемых «северных» уток (шилохвость, свиязь, чирок-свистунок) в районе исследований отмечены и типично «южные» виды (кряква, широконоска).

Большинство видов утиных образуют скопления как в период миграций, так и во время линьки. Среди речных уток в массе встречаются шилохвость, свиязь, чирок-свистунок; среди нырковых – морская и хохлатая чернети, обыкновенный турпан, синьга, местами – длинноносый крохаль. Единично в скоплениях присутствует клоктун, занесённый в Красные книги РФ и Красноярского края [1], в минимальном числе отмечены, находящиеся на краю ареала, большой крохаль и гага-гребенушка.

В импактной зоне на р. Амбарной в августе 2020 г. наблюдались довольно крупные пролетные стаи речных уток до 200–230 особей, в зонах контроля на Большой протоке держалось до 400–450 особей, а в истоке р. Пясино – до 120 особей.

В бассейне оз. Пясино в августе-сентябре 2021 г. на участке р. Амбарная утки практически не встречались. Наибольшие концентрации, видовое разнообразие и богатство уток отмечены на оз. Лебяжье (в среднем до 400 особей в сутки) и на протоке Большая, где в основном концентрировались речные утки (в среднем до 500 особей в сутки).

В 2022 г. из-за засушливой погоды в июле в южной части оз. Пясино крупных скоплений уток не наблюдалось, тогда как в конце августа на пролете отмечали крупные стаи на протоке Большой. Там только за одни сутки было учтено 1050 уток, в основном, речных.

Другие места скоплений формировались в северной части оз. Пясино: в истоке и по руслу р. Пясино, по р. Агапа; в окрестностях островов Полундры и Харата и в южной части – на о. Грязный, по юго-западному и юго-восточному побережьям оз. Пясино, по руслу и в устье р. Норильская, а также на оз. Алыкель. В стаях насчитывалось в среднем до 100 особей в сутки. Ключевые места скопления уток за 2020–2022 г. представлены на рисунке 1.

Помимо размещения и обилия уток в скоплениях, выполнена оценка возрастной структуры и её изменчивости. В период полной линьки или несколько ранее, например, возможно надежное дистанционное определение пола и возраста у свиязи. Благодаря наличию широкой белой полосы на верхней части крыла, безошибочно отличаются самцы от самок и молодых птиц. По строению тела и окраске зеркала хорошо диагностируются самцы и самки шилохвости, по наличию серо-голубого цвета на кроющем оперении верхней плоскости крыла – взрослые и молодые широконоски.

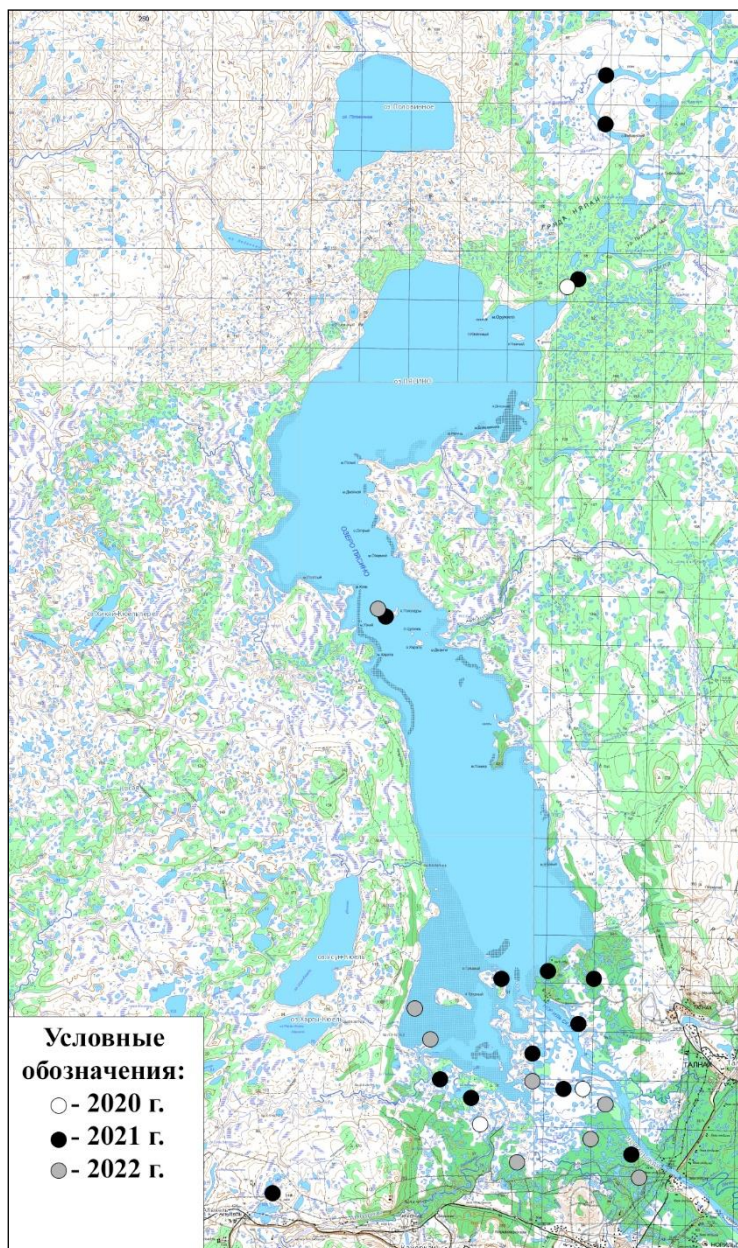


Рис. 1. Карта-схема мест скопления уток в бассейне оз. Пясино

Определение половозрастной структуры существенно улучшается при использовании цифровых фотоаппаратов типа Canon, Pentax, Nikon 1000.

Анализ материалов показал, что в июле в зоне воздействия разлива нефтепродуктов преобладали речные утки, представленные самцами связи и, отчасти, шилохвосты. Значительно меньше было там чирков-свистунков и широконоски. В районе оз. Лебяжье и на мелководьях протоки Большая встречали стаи до 300–500 особей, состоящие преимущественно из самцов связи, готовящихся к отлёту в места линьки. В середине июля по затопленным водой ивнякам чаще встречались отдельные стаи шилохвосты и чирка-свистунка, в небольшом числе группы, состоящие из самцов кряквы и широконоски. Нырковые утки в зонах скопления были в ограниченном числе. Больше их держалось по озёрным системам лесотундры в 1,5–3 км от побережья оз. Пясино. Соотношение половозрастных групп некоторых видов утиных птиц представлено в таблице 1.

Таблица 1.

Половозрастная структура некоторых видов уток в местах скоплений
в бассейне оз. Пясино по данным наземных учётов в июле, августе и сентябре 2021 г.

Вид	Половозрастная структура					
	июль			август–сентябрь		
	учтённое число птиц, особей	долевое участие взрослых птиц		учтенное число птиц, особей	взрослые самцы	взрослые самки и молодые птицы
♂		♀				
Чирок-свистунок	59	89,8	10,2	69	20,4	79,6
Связь	550	93,3	6,7	3735	19,3	80,7
Шилохвость	411	89,3	10,7	3863	29,3	70,7
Широконоска	35	85,7	14,3	13	3,0	97
Хохлатая чернеть	156	35,9	64,1	611	14,6	85,4
Морская чернеть	142	42,9	57,0	145	15,6	84,4
Турпан	154	27,9	72,1	142	18,2	81,8

Материалы учетных работ в июле 2021 г. свидетельствовали о преобладании в зоне воздействия нефтепродуктов самцов речных уток, в то же время у нырков преобладали самки. Их значительная доля, вероятно, связана с поднятием уровня воды в дельтовом комплексе и затоплением гнезд с кладками, что привело к увеличению скоплений за счёт взрослых самок, потерявших кладки. В это же время, часть самцов покидали район работ, отлетая к местам линьки.

Таким образом, учитывая особенности жизненного цикла, можно говорить о влиянии на размещение уток не только воздействия разлива дизельного топлива, но и уровня обводненности района исследований. В целом, перераспределение уток и их концентраций отмечено в 2021 г. Из поймы р. Амбарная птицы переместились на сопредельные территории, на оз. Лебяжье и на протоку Большую. В 2022 г. утки также держались преимущественно на сопредельных участках. Восстановление прежних мест обитания утиных в южной части оз. Пясино идет медленно. К тому же на данном этапе сказывается и фактор беспокойства, который связан с проведением рекультивационных работ на р. Амбарной.

В целом же, в бассейне оз. Пясино в летний период обитает 10,1 тыс. уток, что является достаточно хорошим показателем, учитывая близость Норильского промышленного комплекса.

Финансирование. Работа выполнена при финансовой поддержке договора № НТЭК-32-523-1/21 от 07.04.2021 г. проекта восстановительных работ для возмещения вреда объектам животного мира, а также иным компонентам окружающей среды, пострадавшим в результате аварийного разлива нефтепродуктов.

Список литературы

1. Красная книга Красноярского края: В 2 т. – Т. 1. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных / гл. ред. А. П. Савченко. – 4-е изд., перераб. и доп. – Красноярск: СФУ, 2022. – 251 с.
2. Савченко А. П. Методический комплекс по изучению миграций птиц: метод. рекомендации. – Красноярск, 1991. – 48 с.

УДК 599.735.31

К ВОПРОСУ О СОВРЕМЕННОЙ ЧИСЛЕННОСТИ ДИКОГО СЕВЕРНОГО ОЛЕНЯ НА ТЕРРИТОРИИ ЭВЕНКИИ

Шилов П.П., Муравьев А.Н., Савченко П.А., Савченко А.П.

Сибирский федеральный университет, Красноярск,

e-mail: p.shilov.2018@mail.ru; Sasha-mu@yandex.ru; 09petro@mail.ru; zom2006@list.ru

Аннотация. В работе обсуждается современная численность диких северных лесных оленей на территории Эвенкии. В основу публикации легли данные зимних маршрутных учётов, собранные в 2022 г., опросы местных жителей, а также данные районной службы охотнадзора и авиаучёты лесного оленя в 2001 г.

Ключевые слова: дикий северный лесной олень, численность дикого северного оленя, зимний маршрутный учёт, авиаучёт северных оленей, лесной олень Эвенкии.

TO THE QUESTION OF THE REINDEER POPULATION IN THE TERRITORY OF EVENKIA

Shilov P.P., Muravev A.N., Savchenko P.A., Savchenko A.P.

Siberian Federal University, Krasnoyarsk,

e-mail: p.shilov.2018@mail.ru; Sasha-mu@yandex.ru; 09petro@mail.ru; zom2006@list.ru

Abstract. The current population of reindeer in Evenkia is discussed in this article. The publication is based on data from winter route counts collected in 2022, surveys of local residents, as well as data from the regional hunting supervision service and aerial counts of reindeer forest in 2001.

Keywords: reindeer, number of reindeer, winter route count, aerial survey of reindeer, forest reindeer of Evenkia.

Современные данные о численности северных оленей лесной популяции Эвенкии, а также информация об их пространственно-временном размещении базируется на результатах зимних маршрутных учётов (ЗМУ). В настоящее время данная методика является единственной официальной методикой учета численности охотничьих ресурсов. Однако применяемый метод в отношении копытных дает результаты с довольно высокой ошибкой. В отношении лесного оленя это связано, в первую очередь, с неравномерностью его распределения по территории и стадностью животных. Кроме того, площадь обитания составляет более 74 млн га при низкой плотности населения, что не позволяет проводить учеты в полном объёме при существующем финансировании.

В Красноярском крае в 2014 г. численность лесного северного оленя составляла 43 тыс. особей, в 2015 г. – 105 тыс. [1]. По результатам ЗМУ, предоставленного Министерством экологии и рационального природопользования Красноярского края, в январе–феврале 2018 г. она составила 131,6 тыс. особей, в 2021 г. – 71,0, в 2022 г. – 76,7 тыс. особей.

Средневзвешенный показатель численности дикого северного оленя на территории Эвенкийского муниципального района 2009–2015 гг. равен 74,5 тыс. особей при плотности населения 1,31 особи/1000 га. На севере Эвенкии в зимний период тундровые олени

мигрируют далеко на юг и попадают в полосу учетов лесного оленя, что подтверждено как мечением оленей ошейниками с радиопередатчиками [2], так и нашими авиаучетами. Вероятно, что именно этим и объясняются столь значительные колебания численности вида на территории муниципального района (рис. 1).

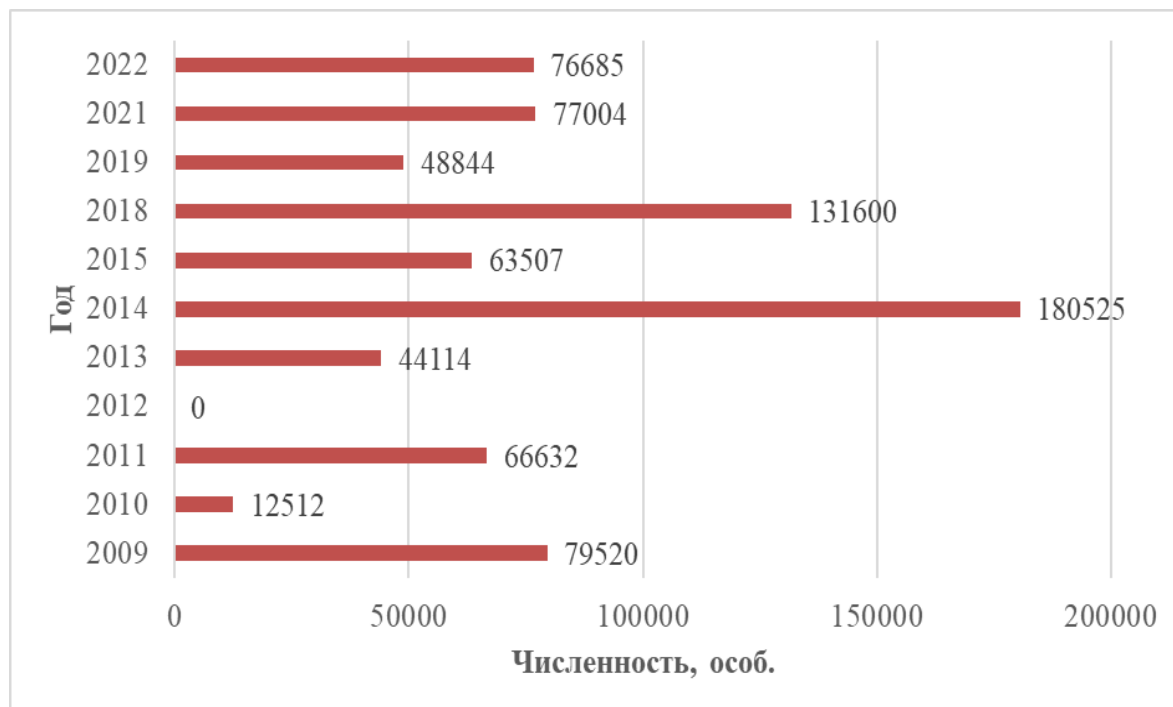


Рис. 1. Динамика численности диких северных лесных оленей на территории Эвенкийского муниципального района по данным ЗМУ

Последний авиаучёт лесного оленя на территории Эвенкии проводился сотрудниками ГУ «Центрохотконтроль» в 2001 г. Общая протяженность маршрутов составила 9410 км. В результате учётных работ было выявлено 4 очага скоплений лесного оленя. На западе Илимпейского района, по данным учёта, обитало до 15 тыс. особей, на востоке – 2100 особей. Численность Нидымской группировки составляла 19,7 тыс. особей. На юго-востоке численность Тунгусско-чунской группировки равна 10,5 тыс. особей, а, в целом, численность лесного оленя в Эвенкии – 48, 5 тыс. особей.

В результате наших исследований, на территории Эвенкийского муниципального района в 2022 г., а также, согласно анализу материалов ЗМУ, было установлено, что значительная часть современной группировки лесного оленя сосредоточена в междуречье Подкаменной и Нижней Тунгусок, около 3 тыс. лесных северных оленей в междуречьях Бахты, Учами и Кондромо. Относительно стабильная численность лесного оленя, за последние двадцать лет, остаётся в северо-западной части Эвенкии, в предгорьях плато Путорана, в связи с её удаленностью от населенных пунктов и сложным горным ландшафтом. По данным авиаучёта 2001 г., стада оленей концентрировались в междуречье Виви и Тутончаны, по долине р. Нижняя Тунгуска (вниз от притока р. Чикты), бассейн р. Учами. Общая численность в данном районе составляла более 6 тыс. особей. По нашим данным и опросным сведениям охотников близлежащих населенных пунктов, численность лесного оленя там за последние годы существенно не изменилась.

Значительную хозяйственную нагрузку испытывают группировки оленей, находящиеся близ районного центра пос. Тура, по долинам рек Эмбечимэ, Чурбункан и Кочечум. Прежде всего, это обусловлено сокращением лимита добычи диких северных оленей

Таймыро-эвенкийской популяции, что привело к увеличению спроса на северных лесных оленей. Немаловажным фактором в условиях ограниченного числа лицензий, для дальнейшей реализации мясной продукции является убойная масса оленя. В среднем масса лесного оленя больше на 15–20 кг, что делает его более привлекательным объектом охоты.

Подобная избирательность приводит к заметному сокращению численности лесного оленя на доступных охотничьих угодьях. Так, например, за последние несколько лет, было полностью уничтожено сравнительно крупное стадо (600–800 особей), обитавшее в верховьях рек Хуолки, Елокан, Кирамкиткан (междуречье Нижней Тунгуски и Нидым, в 40 км от пос. Тура).

Достоверной информации о размещении лесного оленя, в трудно доступных южных и юго-западных отрогах плато Путорана, в междуречье Курейки и Северная, в долине оз. Агата, к настоящему времени нет. Опросные данные указывают на то, что эти стада оленей, в связи с их удаленностью, не промышляются. Если опираться на данные авиаучёта 2001 г., то можно предположить, что численность там может составлять несколько тысяч особей.

Данные, полученные в ходе анкетно-опросного метода, указывают на смещение или увеличение отдельных группировок. Так, охотники из пос. Тутончаны, отмечают расширение границ стада оленей, обитающих в междуречье Виви и Тутончаны, в юго-западном направлении вплоть до бассейна Кочумдека. Отмечается смещение Нидымского стада на северо-запад. Стоит отметить изменения как в пространственно-временном распределении лесных оленей, так и в изменении их численности. Материалы авиаучета 2001 г., используемые некоторыми охотпользователями в качестве основы для сдачи отчетности по проведению ЗМУ, являются значительно устаревшими и не могут быть использованы для расчета, включая экстраполяцию плотностных показателей на площадь угодий.

Проанализировав собранные данные, становится очевидно, что ЗМУ, проводимые для оценки численности лесного оленя, лишь частично характеризуют его современное состояние на территории Эвенкийского муниципального района. Оценочно, по совокупности имеющихся в нашем распоряжении материалов, численность лесного оленя в Эвенкии составляет не менее 70 тыс. особей. Совершенно очевидно, что для охраны и рационального использования лесных оленей необходимо проведение авиаучета с использованием легкомоторных самолётов и их мечение ошейниками с радиопередатчиками. Как показывает практика на примере изучения тундрового оленя, сочетание перечисленных методов даёт наиболее полную картину о состоянии ресурсов северных оленей Приенисейской Сибири.

Литература:

1. Кочкарев П. В. Динамика популяций диких северных оленей (*Rangifer tarandus*) тундряной и лесной формы на севере Красноярского края, факторы и риски / П. В. Кочкарев, Л. А. Колпащиков, А. П. Кочкарев // Вестник охотоведения. – 2018. – Т. 15. – № 4. – С. 266-270.
2. The current state of Taimyr reindeer (Taimyr-Evenk population) and the probable reasons for its reduction / A. P. Savchenko, V. G. Sukhovolskiy, P. A. Savchenko [et al.] // IOP Conf. – Earth Environ. – 2019. – 421 p.

Секция Va.

*ПРИРОДНЫЕ, ТЕХНОГЕННЫЕ И УРБАНИЗИРОВАННЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ СЕВЕРА.
ГЕОЭКОЛОГИЯ, ГИС, ГЕОБОТАНИКА, ЗАГРЯЗНЕНИЕ,
МОНИТОРИНГ, РЕКУЛЬТИВАЦИЯ*

УДК 58.02

**ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА
НА ТЕРРИТОРИИ г. СУРГУТА
ПО СОСТОЯНИЮ ХВОИ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ**

*Абдурахманова А.К., Бикмухаметова Л.М.
Сургутский государственный университет, Сургут,
e-mail: abdurakhmanova2001@mail.ru*

Аннотация. В работе представлены результаты исследования загрязненности атмосферного воздуха на территории г. Сургута по состоянию хвои сосны обыкновенной. Отмечена отрицательная корреляционная зависимость уровня фотосинтетических пигментов от содержания никеля в хвое. Результаты биоиндикационного анализа демонстрируют удовлетворительное качество воздушной среды.

Ключевые слова: атмосферный воздух, биоиндикация, хвоя, тяжелые металлы.

**ASSESSMENT OF THE DEGREE ATMOSPHERIC AIR POLLUTION
IN THE SURGUT TERRITORY
ACCORDING TO THE STATE OF SCOTT PINE NEEDLES**

*Abdurakhmanova A.K., Bikmuhametova L.M.
Surgut State University, Surgut,
e-mail: abdurakhmanova2001@mail.ru*

Abstract. The article presents the results of a study of atmospheric air pollution on the territory of Surgut according to the state of pine needles. A negative correlation between the level of photosynthetic pigments and the nickel content in the needles was noted. The results of bioindication analysis demonstrate satisfactory air environment quality.

Keywords: atmospheric air, bioindication, pin needles, heavy metals.

Сургут – нефтегазодобывающая столица и большинство экологических проблем вызвано данной отраслью. Одна из проблем – это загрязнение атмосферного воздуха, качество которого отражается на всех живых организмах. К источникам загрязнения атмосферы относят: автомобили, котельные, Сургутская ГРЭС-1 и ГРЭС-2, нефтяные и газовые месторождения.

Атмосфера – это важный элемент окружающей среды, который постоянно реагирует на любые изменения в качестве среды. На эти изменения постоянно реагируют ее компоненты.

Наиболее чувствительными к загрязнению биоиндикаторами воздушной среды являются растения. Они ежедневно подвергаются неблагоприятному влиянию города в виде автомобильных выхлопов и выбросов промышленных предприятий. Эти факторы вызывают усыхание и ослабление растений, преждевременное пожелтение и опадание листьев (хвои).

Тяжелые металлы в оптимальных концентрациях необходимы растению. Они влияют на процессы жизнедеятельности, стимулируют синтез органических веществ, участвуют в процессах метаболизма, стимулируют рост, повышают болезне- и холодоустойчивость, способствуют повышению содержания зеленых пигментов [2, с 7]. Однако при увеличении концентрации тяжелых металлов в почве снижается её общая биологическая активность, которая резко отражается на ростовых процессах растений и их развитии. [3, с 53]. Никель в высокой концентрации негативно воздействует на растения, вызывая уменьшение содержания зеленых пигментов в листьях (хлорофиллов и каротиноидов), снижение потенциальной квантовой эффективности фотосистемы II [1, с 118].

Целью данной работы являлась оценка степени загрязнения атмосферного воздуха на территории г. Сургута по состоянию хвои сосны обыкновенной.

Для проведения исследования использовались методы спектрофотометрического, атомно-абсорбционного и статистического анализа. В работе представлены результаты по следующим показателям: твердые взвешенные вещества; повреждения хвои (хлорозы, некрозы); концентрация хлорофиллов *a* и *b*, сумма каротиноидов; содержание никеля (*Ni*).

Объектом исследования являлась Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*). Определяющим достоинством сосны обыкновенной служат широкая распространенность на территории города и высокая чувствительность к поллютантам. Изменения состояния хвои в условиях техногенного загрязнения проявляются визуально, в том числе, в виде изменений окраски (хлорозы и некрозы), замедления роста, преждевременного старения и опадения хвои. Для исследования выбрано 6 пробных участков в городе и пригородной зоне г. Сургута, за условно-фоновый участок принята территория вблизи поселка Барсово (рис. 1).

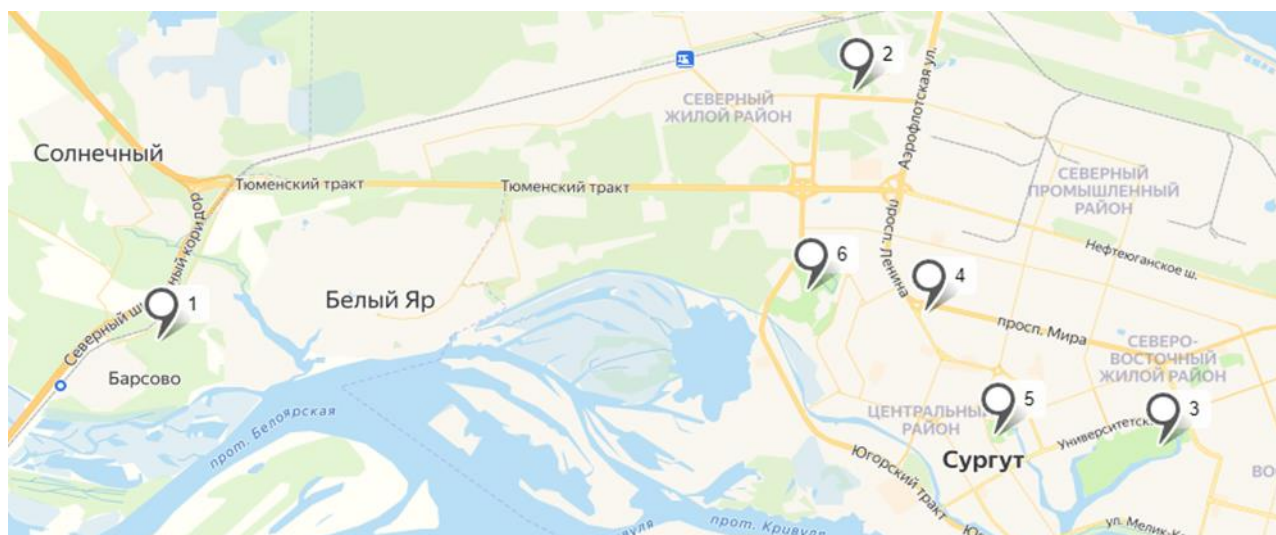


Рис. 1. Схема расположения пробных участков: 1) п. Барсово, 2) парк «Новые ключи», 3) парк «За Саймой», 4) сквер «Молодежный», 5) сквер «Старожилов Сургута», 6) парк «Кедровый лог»

На каждом пробном участке с 3-х деревьев на высоте 1–1,5 м отобраны пробы хвои второго и третьего года жизни. Отбор проб проведен в октябре 2022 г.

Для оценки биологического потенциала сосны обыкновенной нами исследовано содержание фотосинтетических пигментов в хвое на территории г. Сургута. Согласно

полученным данным (рис. 2), максимум накопления хлорофилла *a* наблюдался в точке отбора хвои в парке «За Саймой» – 1,2 мг/г, минимальное значение отмечено в парке «Кедровый лог» – 0,4 мг/г. Содержание хлорофилла *b* находится в диапазоне от 0,2 до 0,7.

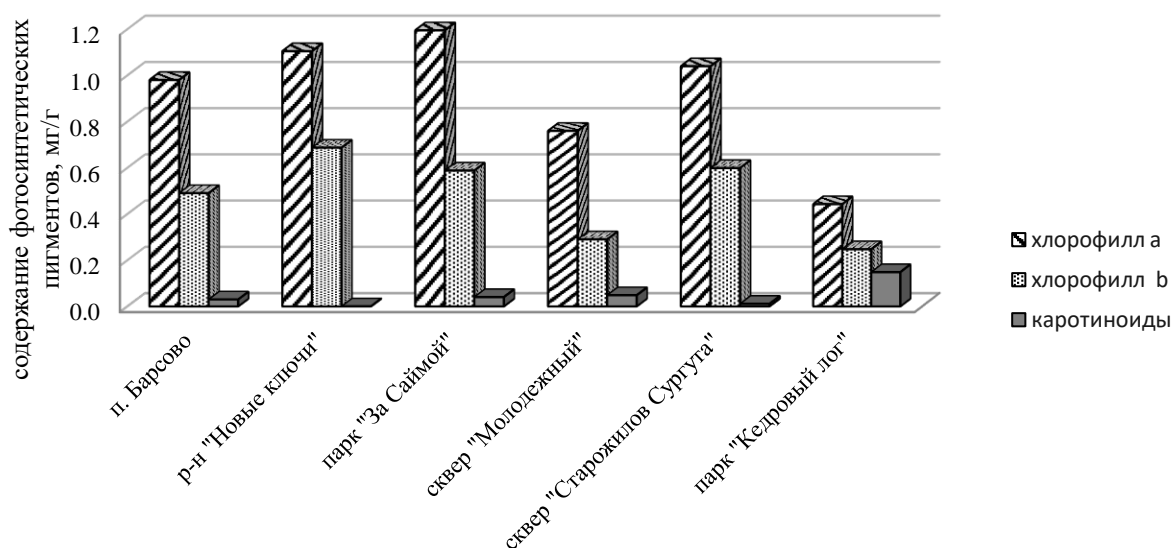


Рис. 2. Пространственная динамика содержания пигментов в хвое сосны обыкновенной (мг/г)

Соотношение разных форм хлорофилла связано с антропогенными и естественными факторами, поэтому данное соотношение можно считать важным экологическим показателем. Значение отношения хлорофилла *a* к хлорофиллу *b* характеризует показатель $K_{a/b}$, для исследуемых участков он изменяется в интервале значений от 1,8 до 2,6 раз, однако абсолютная величина данного показателя несколько выше для образцов территории сквера «Молодежный» $K_{a/b}=2,6$ что свидетельствует о незначительных различиях диспропорционального распада и синтеза двух форм хлорофилла, связанных с условиями антропогенного воздействия данного пробного участка. В различных исследованиях показано, что фотосинтетические пигменты хвои сосны обыкновенной, представленные хлорофиллом *a*, возрастают при нарастании уровня урбанизации, загрязнении атмосферного воздуха. Сквер «Молодежный» находится на пересечении двух крупных улиц: пр. Ленина и пр. Мира, в которых могут быть превышены значения содержания диоксида серы, оксида углерода, а также пылевых частиц.

В рамках биоиндикационного исследования проведена оценка процентного содержания хвои с различной степенью повреждения: неповрежденные, с пятнами, с усыханием. По данным, представленным в таблице 1, процентное соотношение хвоинок без пятен варьировало в диапазоне от 91 до 99 %, что в целом свидетельствует о благополучной экологической ситуации на территории исследования.

Таблица 1.

Точки отбора проб	Без пятен	С пятнами	С усыханием
п. Барсово	91	8	1
парк "Новые ключи"	98	2	0
парк "За Саймой"	98	2	1
сквер "Молодежный"	99	1	0
сквер "Старожилов Сургута"	91	4	1
парк "Кедровый лог"	99	2	0

Отношение количества разных форм хлорофилла к сумме каротиноидов в растительных образцах характеризует общее состояние ассимиляционного аппарата. Данный фактор можно использовать как показатель устойчивости к неблагоприятным условиям среды. Если данное значение находится на низком уровне, то это говорит о дисбалансе между основной и вспомогательной формами фотосинтетических пигментов. В пространственной динамике уровень пигментов варьировал в диапазоне от 4,6 до 53,6. С максимумом в точке №1 п. Барсово. Следовательно, образцы хвои сосны обыкновенной на данном участке по показателю $K_{a+b/car}$ выглядят более благополучно (рис. 3).

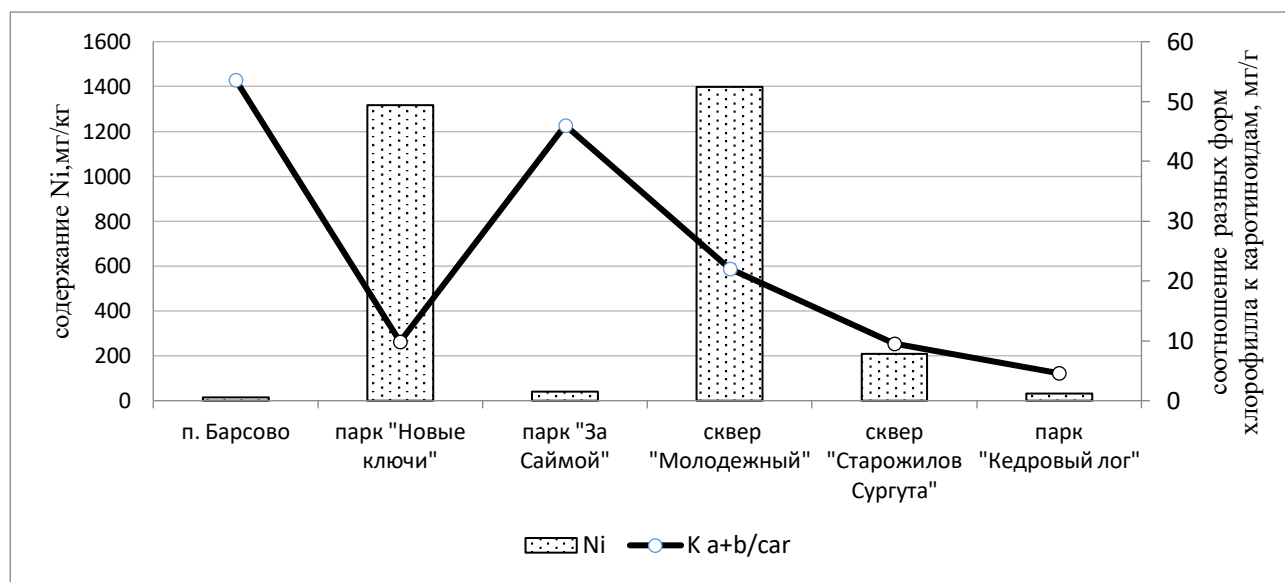


Рис. 3. Пространственная динамика зависимости уровня пигментов ($K_{a+b/car}$) от содержания никеля (Ni , мг/кг) в хвое сосны обыкновенной

На рисунке 3 представлена пространственная динамика зависимости уровня пигментов ($K_{a+b/car}$) от содержания никеля (Ni , мг/кг) в хвое сосны обыкновенной. Наблюдается снижение уровня пигментов при высоких концентрациях никеля. По результатам статистического анализа отмечена отрицательная корреляционная связь слабой силы ($r=-0,35$). Наиболее близкое к оптимальным показателям значение зависимости выявлено в п. Барсово.

Таким образом, была проведена работа по оценке степени загрязненности атмосферного воздуха на пробных участках города Сургута. Отмечено угнетение фотосинтетического аппарата в хвое сосны обыкновенной при высоком содержании никеля. Результаты биоиндикационного анализа демонстрируют удовлетворительное качество воздушной среды.

Литература:

1. Влияние цинка на рост и фотосинтетический аппарат растений пшеницы в условиях оптимума и гипотермии / Н. М. Казнина, Ю. В. Батова, Г. Ф. Лайдинен, А. Ф. Титов // Ин-т биологии КарНЦ РАН. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2017. – С. 118-124.
2. Титов А. Ф. Физиологические основы устойчивости растений к тяжелым металлам: учеб. пособие / А. Ф. Титов, В. В. Таланова, Н. М. Казнина. – Ин-т биологии КарНЦ РАН. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2011. – 77 с.
3. Узиков З. З. Тяжелые металлы и их влияние на растения // Символ науки: междунар. научный ж-л. – 2018. – № 1–2. – С. 52-54.

УДК 574.64+574.24

ВЛИЯНИЕ ЖЕСТКОСТИ КУЛЬТИВАЦИОННОЙ ВОДЫ НА ТЕСТ-РЕАКЦИИ *DAPHNIA MAGNA*

Алиниседова К.А., Проворова О.В.
Сургутский государственный университет, Сургут,
e-mail: alinisedovak@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены основные тест-реакции *D. magna* при содержании рачков в культивационных водах с различной жесткостью. В опыте на трех генерациях показаны наиболее оптимальные условия по жесткости воды для содержания рачков *D. magna* в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре.

Ключевые слова: дафнии, биотестирование, ветвистоусые рачки, культивационная вода, ХМАО – Югра.

INFLUENCE OF THE CULTIVATION WATER HARDNESS ON THE TEST REACTIONS OF *DAPHNIA MAGNA*

Alinisedova K.A., Provorova O.V.
Surgut State University, Surgut,
e-mail: alinisedovak@mail.ru

Abstract. The main test reactions of *D. magna* at the content of crustaceans in cultivation waters with different hardness are considered. In the experiment on three generations, the most optimal conditions for water hardness for the maintenance of *D. magna* crustaceans in the Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra are shown.

Keywords: daphnia, biotesting, branchous crustaceans, cultivation water, KhMAO – Yugra.

Введение. В настоящее время для оценки состояния окружающей среды кроме физико-химических методов применяют биологические методы, в частности методы биотестирования. Биотестирование определяют, как оценку качества компонентов окружающей среды, по ответным реакциям стандартизированных тест-организмов, содержащихся в лабораторных условиях [4].

Согласно методике, допущенной для целей государственного экологического контроля и мониторинга, определения токсичности воды и водных вытяжек по смертности дафний в качестве культивационной воды рекомендуется использовать отстоянную водопроводную воду, питьевую бутилированную воду или воду поверхностных водоемов [1].

Требования к культивационным водам в нормативных документах имеют широкий диапазон [5]. При этом известно, что физико-химические свойства водной среды влияют на состояние гидробионтов, например, их чувствительность к токсикантам. В работах А.С. Ольковой [4] показано влияние химического состава культивационной воды на общее состояние дафний, их чувствительность и устойчивость к различным соединениям.

Необходимо отметить, что культивационная вода используется не только для разведения культуры *D. magna*, но и для приготовления водных вытяжек и их разведении.

Поэтому для получения объективных результатов биотестирования качество культивационной воды имеет ключевое значение.

Материалы и методы. Основу данной работы составила методика, допущенная для целей государственного экологического контроля: «Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодovitости дафний ФР.1.39.2007.03222».

Объектом биотестирования являлась культивационная вода с разной жесткостью.

Требования к жесткости культивационной воды в нормативных документах имеют широкий интервал. Так согласно [5] жесткость культивационной воды должна находиться в пределах 3,5–5,5 °Ж, а в [3] требования к жесткости воды составляют 2,8–5 °Ж, в соответствии с [2] требования к жесткости культивационной воды имеют более широкий диапазон 1,6–5 °Ж. Основываясь на требованиях к жесткости культивационной воды, указанных в нормативных документах было сформировано четыре варианта опыта.

Для каждого варианта опыта использовали по 20 суточных рачков из синхронизированной культуры, т.е. одновозрастные рачки, полученные от одной самки путем ациклического партеногенеза в третьем поколении. Плотность посадки рачков составила 1 особь на 50 мл воды. Повторность 4-кратная.

Влияние жесткости культивационной воды на особей оценивалось по фильтрационной активности и смертности, также устанавливалась чувствительность рачков по эталонному токсиканту. В качестве эталонного токсиканта использовали бихромат калия в диапазоне концентраций 0,9–2,0 мг/л.

Варианты опыта, представленные в таблице 1.

Каждые 5 дней осуществлялась полная замена воды. В момент полной замены воды под бинокуляром оценивали степень наполнения кишечника дафний для оценки физиологического состояния пищеварительной системы.

Наблюдения проводились с 24.02.2022 по 20.05.2022.

В ходе эксперимента контролировали параметры культивационной воды:

– содержание кислорода 7–8 мг/л, поддерживалось за счет аэрации. В аквариумной воде аэрация проводилась в присутствии высшей водной растительности;

– рН – 7,0–8,2 ед.;

– температура (+20 ± 2) °С.

Таблица 1.

Варианты опыта

Номер варианта опыта	Испытуемая вода	Диапазон колебаний значений жесткости воды в течение всего опыта, °Ж
1	Аквариумная	1,6 – 1,7
2	Водопроводная	1,2 – 1,4
3	Водопроводная с добавлением Са	1,6 – 1,7
4	Водопроводная с добавлением Са и Mg	3,6 – 3,8

Результаты исследования. Одной из быстрых тест-функций, основанной на поведенческих и физиологических реакциях низших ракообразных является трофическая активность, то есть величина поглощения ими корма за определенный промежуток времени [6]. Трофическую активность оценивали по степени снижения концентрации корма в среде. Для измерения данной тест-функции использовали «Флюорат-02-5М», который позволяет измерять интенсивность флуоресценции хлорофилла малого числа клеток водоросли в культивационной воде.

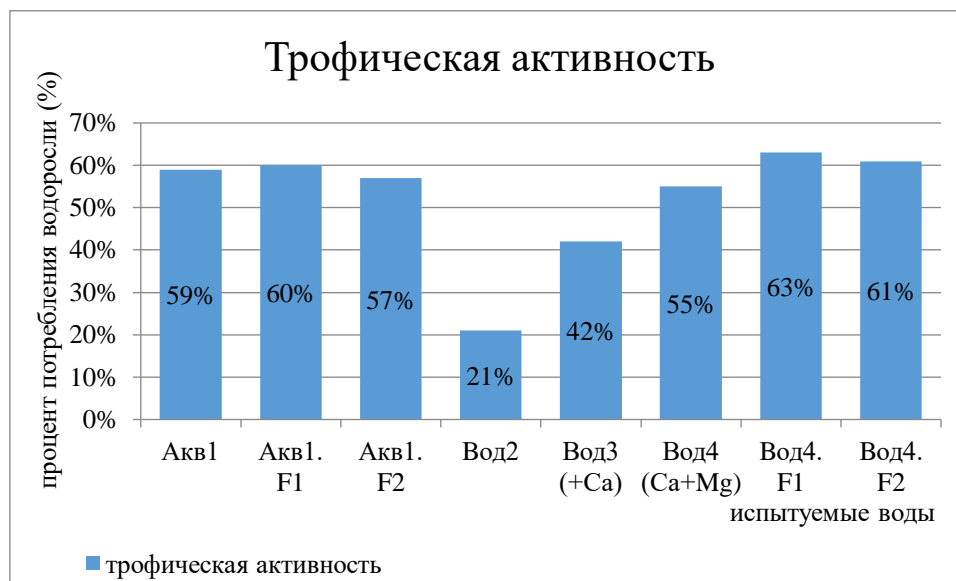


Рис. 1. Трофическая активность *Daphnia magna* в исследуемых водах

Проведенное исследование показало снижение скорости питания исходной культуры дафний в течение 10 дней до 21 % в варианте опыта № 2 (водопроводная вода с жесткостью 1,2-1,4 °Ж). В варианте опыта № 3 (в водопроводной воде с жесткостью воды 1,6-1,7 °Ж за счет добавления кальция) трофическая активность исходной культуры рачков составила 42 % (рис. 1).

Необходимо отметить, что в данных вариантах опыта рачки оказались не жизнеспособными. Так в варианте опыта № 2 гибель особей исходной культуры составила 100 % на 10 день эксперимента. В варианте опыта № 3 гибель особей исходной культуры составила 70 % (рис. 2), что значительно превышает допустимые значения. Согласно используемой методике, при проведении хронического токсикологического опыта допустимые значения гибели особей в контрольном варианте, которым является культивационная вода, не должны превышать 20 %.

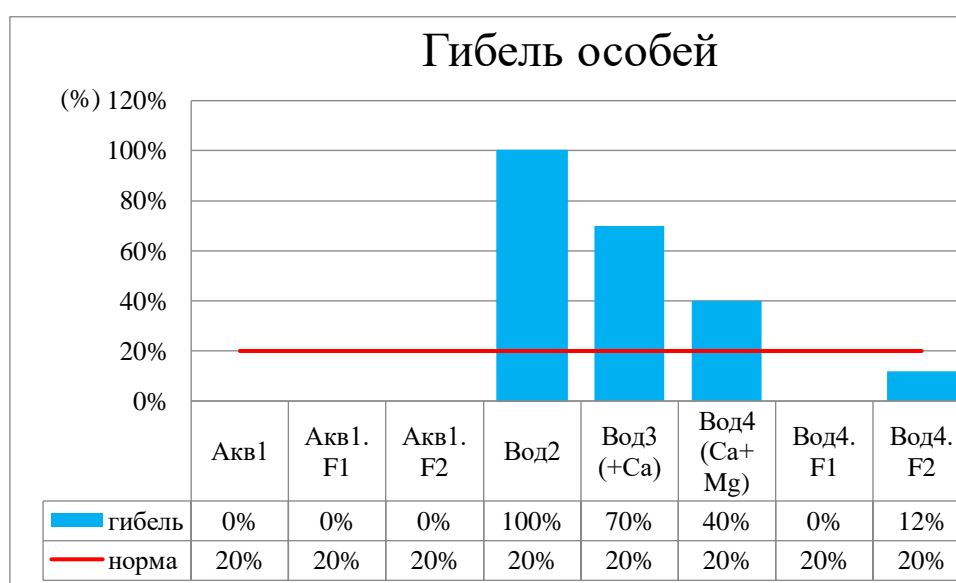


Рис. 2. Гибель особей *Daphnia magna* в исследуемых водах

В варианте опыта № 4 (водопроводная вода с искусственно повышенной жесткостью до 3,6–3,8 °Ж за счет добавления кальция и магния) скорость потребления корма рачками исходной культуры составила 55 %, в первом и втором поколениях фильтрационная активность была выше 60 % (рис. 1).

Выживаемость исходной культуры дафний составила 60 %. Первое поколение рачков, полученное в варианте № 4, оказалось более жизнеспособным гибели не наблюдалось. Это может быть связано с адаптацией особей к условиям культивационной воды. Во втором поколении гибель составила 12 %, что может быть связано с ухудшением водопроводной воды во время весенних паводков, с активным таянием льдов.

В аквариумной воде, вариант опыта № 1, так же наблюдается оптимальный уровень скорости питания дафний как исходной культуры, так и особями первого и второго поколений. Вместе с тем гибели особей зафиксировано не было.

При визуальной оценке состояния кишечника особей, культивируемых в аквариумной воде (вариант № 1) и в воде с повышением общей жёсткости (вариант № 4), отмечено: степень наполнения кишечника была полной, окраска содержимого соответствовала потребляемому корму.

В вариантах опыта № 2 и № 3 кишечник рачков был заполнен либо еле видимым, либо прозрачным содержимым или содержимое кишечника было окрашено, но сильно просвечивало, что говорит о нарушении пищеварения.

Одна из важнейших характеристик культуры *D. magna* – это **чувствительность**, которая оценивается по средне-летальной концентрации особей *D. magna* в растворах бихромата калия. Эффект от бихромата калия на рачков выражался в снижении выживаемости.

В варианте опыта № 1, где в качестве культивационной воды использовалась аквариумная вода, чувствительность особей всех поколений входит в рекомендованный диапазон от 0,9 до 2,0 мг/л (рис. 3).

Показатели чувствительности в вариантах опыта № 2, и №3, не были получены, так как не было получено нужного количества молоди за весь период экспонирования.

Чувствительность особей в воде с искусственно повышенной жесткостью, вариант опыта №4, неоднозначна. Чувствительность особей исходного поколения и первого поколения входит в нужный диапазон. А в опыте со вторым поколением, чувствительность дафний возросла.

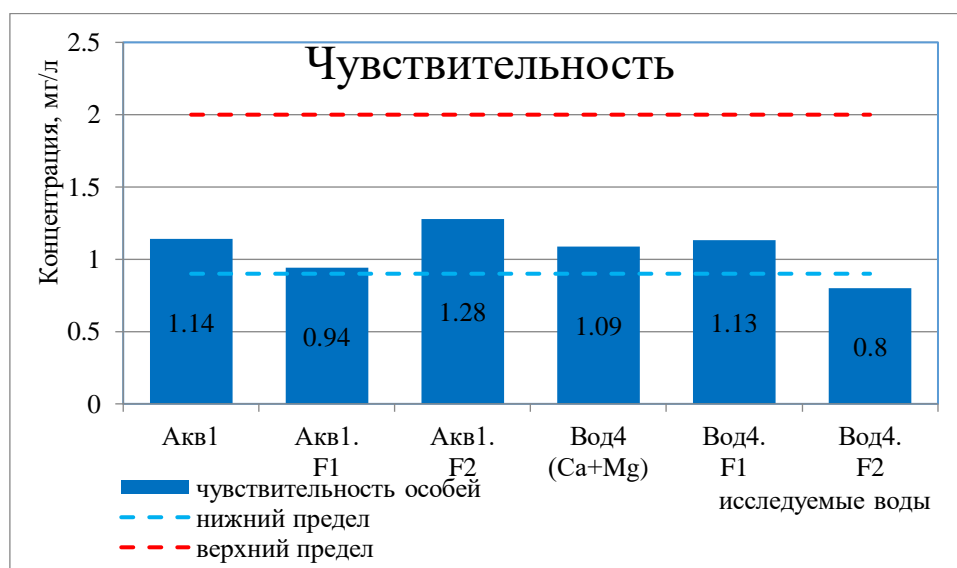


Рис. 3. Чувствительность рачков *Daphnia magna* в исследуемых водах

Таким образом, в хроническом эксперименте оценены тест-реакции *D. magna* при экспонировании рачков в культивационных водах различной жесткости. По тест-реакциям *D. magna* выявлено, что наиболее благоприятной культивационной водой является аквариумная вода с жесткостью 1,6–1,7 °Ж. Наличие в аквариумной воде метаболитов высшей водной растительности влияет на общее состояние рачков и в условиях низкой жесткости способствует поддержанию тест-реакций на оптимальном уровне.

Литература:

1. Методика измерений количества *Daphnia magna* Straus для определения токсичности питьевых, пресных природных и сточных вод, водных вытяжек из грунтов, почв, осадков сточных вод, отходов производства и потребления методом прямого счета : ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.12-06. – М., 2014.
2. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний : ФР.1.39.2007.03222. – Акварос, 2007. – 52 с.
3. Методы испытаний химической продукции, представляющей опасность для окружающей среды. Определение острой токсичности для дафний. Межгосударственный стандарт : ГОСТ 32536—2020, 2020. – 13 с.
4. Олькова А. С. Условия культивирования и многообразие тестфункций *Daphnia magna* Straus при биотестировании // Вода и экология: проблемы и решения. – 2017. – № 1. – С. 63-82.
5. Определение токсичности по выживаемости пресноводных ракообразных *Daphnia magna* Straus. – ГОСТ Р 56236 – 2014 (ИСО 6341:2012), 2016. – 38 с.
6. Шашкова Т. Л. Выживаемость и трофическая активность *Daphnia magna* в оперативной оценке токсичности водных сред / Т. Л. Шашкова, Ю. С. Григорьев // Биологический мониторинг природно-техногенных систем : сб. м-лов Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – В 2 ч. – Ч. 2. – Киров: Лобань, 2011. – 285 с.

УДК 631.431:502.63

РЕКРЕАЦИОННАЯ ДИГРЕССИЯ И ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЧВ В ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ СУРГУТСКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА

Андрос В.А., Калиновская А.Г.
Сургутский государственный университет, Сургут,
e-mail: vladikandros@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена исследованию степени трансформации почвенного покрова на объектах стихийной рекреации в лесных насаждениях Сургутского ботсада. Оценивались показатели: плотность почвы и мощность органических горизонтов. Выявлены обширная стихийная тропиноподобная сеть, а также наиболее поврежденные участки почвенного покрова, которые находятся вблизи водоемов, дорог и выходов из Ботсада.

Ключевые слова: рекреационная дигрессия, Сургутский ботанический сад, почвенный покров, трансформация почв.

RECREATIONAL DIGRESSION AND TRANSFORMATION OF SOILS IN THE FOREST PLANTATIONS OF THE SURGUT BOTANICAL GARDEN

Andros V.A., Kalinovskaya A.G.
Surgut State University, Surgut,
e-mail: vladikandros@mail.ru

Abstract. The article is devoted to the study of the degree of transformation of the soil cover on the objects of spontaneous recreation in the forest plantations of the Surgut botanical garden. The following indicators were evaluated: soil density and the thickness of organic horizons. An extensive spontaneous path network has been identified, as well as the most damaged areas of the soil cover, which are located near reservoirs, roads and exits from the park.

Keywords: recreational digression, Surgut Botanical Garden, soil cover, soil transformation.

Исследование посвящено оценке степени трансформации почвенного покрова на объектах стихийной рекреации в лесных насаждениях Сургутского ботанического сада.

Сургутский ботанический сад расположен практически в центральной части города и граничит с оживленными автомобильными магистралями. Его площадь составляет около 15,5 га [3]. Он занимает восточную часть экопарка «За Саймой». В основном, это участки с сильно разреженным и нарушенным растительным покровом, характеризующиеся контрастным рельефом в верховьях р. Сайма. Также на территории Ботанического сада был сформирован сложный искусственный рельеф [2].

Степень трансформации почвенно-растительного покрова оценивалась по двум показателям – плотность почвы и мощность органических горизонтов.

В качестве основного метода исследования, использованного для определения плотности почвы, был выбран метод режущего кольца по ГОСТ 5180-2015 [1].

Лесопокрытая территория открытых для свободного посещения зон Ботанического сада была разделена на 7 участков, ограниченных магистральными дорожками (рис. 1).

На каждом исследуемом участке было выполнено по 20 почвенных прикопок. Пробы отбирались на контрольных участках (вдали от троп), на малых, средних и больших тропах, в пятикратной повторности. Всего было отобрано 280 проб, в период со 2 по 21 октября 2021 г.

Установлено возрастание (до 2–3 раз) показателя плотности почвы в органических горизонтах на стихийных тропах. В минеральном горизонте увеличение плотности почвы вследствие вытаптывания практически не прослеживается. На стихийных тропах происходит снижение мощности органических горизонтов почвы более чем на 50 % по сравнению с местами, не подвергающимися рекреационной нагрузке (табл. 1).

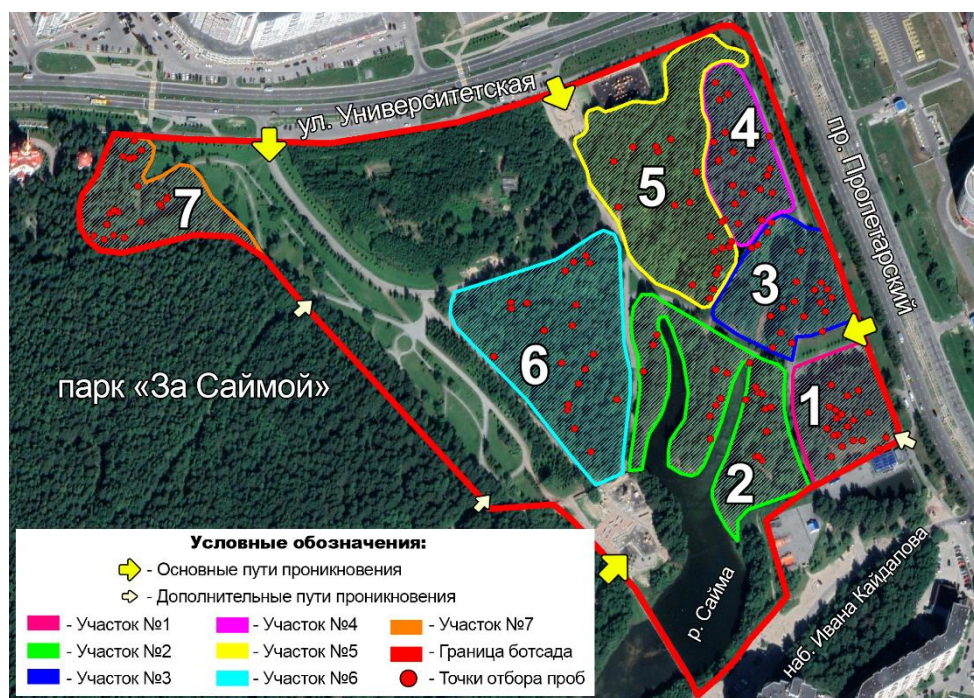


Рис. 1. Места отбора проб на территории Ботанического сада

Таблица 1.

Показатели плотности почвы и мощности органических горизонтов по участкам

Категория по степени вытоптанности	Плотность почвы, г/см ³		Мощность A ₀ +A ₁ , см
	Органический горизонт	Минеральный горизонт	
Участок №1			
Контроль	0,36 ±0,02	1,38 ±0,10	11,4 ±1,4
Малая тропа	0,52 ±0,05	1,42 ±0,04	8,0 ±0,8
Средняя тропа	0,68 ±0,10	1,42 ±0,12	7,0 ±0,8
Большая тропа	0,98 ±0,19	1,36 ±0,01	4,5 ±0,9
Участок №2			
Контроль	0,62 ±0,12	1,26 ±0,03	13,0 ±1,4
Малая тропа	0,68 ±0,16	1,52 ±0,04	10,2 ±2,2
Средняя тропа	0,73 ±0,08	1,48 ±0,07	9,4 ±2,0
Большая тропа	0,81 ±0,12	1,42 ±0,10	5,6 ±1,1
Участок №3			
Контроль	0,40 ±0,07	1,27 ±0,10	11,8 ±1,7
Малая тропа	0,45 ±0,04	1,32 ±0,07	8,2 ±0,8
Средняя тропа	0,46 ±0,07	1,42 ±0,04	7,8 ±1,7
Большая тропа	0,74 ±0,10	1,53 ±0,05	7,2 ±0,8

Участок №4			
Контроль	0,43 ±0,06	1,27 ±0,04	8,6 ±0,7
Малая тропа	0,41 ±0,12	1,30 ±0,08	9,2 ±2,1
Средняя тропа	0,46 ±0,12	1,31 ±0,13	3,8 ±0,2
Большая тропа	0,55 ±0,19	1,42 ±0,05	4,0 ±0,3
Участок №5			
Контроль	0,47 ±0,04	1,28 ±0,03	8,4 ±0,9
Малая тропа	0,47 ±0,07	1,36 ±0,05	6,7 ±1,2
Средняя тропа	0,41 ±0,06	1,44 ±0,04	4,8 ±0,8
Большая тропа	0,49 ±0,16	1,43 ±0,07	4,0 ±1,2
Участок №6			
Контроль	0,37 ±0,03	1,28 ±0,07	9,2 ±0,5
Малая тропа	0,62 ±0,07	1,34 ±0,04	10,0 ±1,8
Средняя тропа	0,57 ±0,06	1,30 ±0,06	5,6 ±0,9
Большая тропа	0,70 ±0,14	1,21 ±0,06	4,8 ±0,4
Участок №7			
Контроль	0,32 ±0,04	1,39 ±0,07	13,2 ±1,7
Малая тропа	0,29 ±0,05	1,24 ±0,06	10,4 ±0,7
Средняя тропа	0,37 ±0,05	1,04 ±0,09	7,9 ±1,6
Большая тропа	0,61 ±0,14	1,35 ±0,09	5,6 ±1,4

Степень трансформации почвенно-растительного покрова возрастает по направлению к участкам с неоднородным рельефом возле р. Саймы. Наиболее поврежденные фрагменты почвенного покрова находятся вблизи водоемов, дорог, ведущих к жилым массивам, и выходов из Ботсада. Мощность лесной подстилки и гумусового горизонта внутри исследуемых участков снижается в местах с менее сомкнутым древесным ярусом, а также на окраинах участков.

Таблица 2.

Матрица рангов рекреационной дигрессии по участкам

№ участка	Ранг по плотности органических горизонтов				Суммарный ранг плотности	Ранг по мощности A ₀ +A ₁				Суммарный ранг мощности
	К	М	Ср	Б		К	М	Ср	Б	
1	2	5	6	7	20	4	6	4	5	19
2	7	7	7	6	27	2	2	1	3	8
3	4	3	4	5	16	3	5	3	1	12
4	5	2	3	2	12	6	4	7	7	24
5	6	4	2	1	13	7	7	6	6	26
6	3	6	5	4	18	5	3	5	4	17
7	1	1	1	3	6	1	1	2	2	6

Примечание: К – контрольный вариант; М – малая тропа; Ср – средняя тропа; Б – большая тропа. Высокое значение ранга соответствует худшему результату, низкое – лучшему.

В соответствии с табл. 2, по плотности органических горизонтов исследуемые участки распределяются следующим образом:

$$7 < 4 < 5 < 3 < 6 < 1 < 2.$$

Снижение мощности лесной подстилки и гумусового горизонта происходит в ряду:

$$7 > 2 > 3 > 6 > 1 > 4 > 5.$$

GPS-треки, записанные по маршрутам, соответствующим стихийным тропам Ботсада, позволили визуализировать на картосхеме обширную стихийную тропиночную сеть исследуемой территории.

Из рис. 2 видно, что на территории лесных насаждений Сургутского ботанического сада сложилась обширная стихийная тропиная сеть, которая представлена множеством троп различной степени интенсивности использования. Выявлено, что стихийная тропиная сеть занимает до 5 % площади облесенных территорий Ботанического сада.

Появление троп свидетельствует о том, что существующая дорожная сеть не удовлетворяет потребностям рекреантов. Возникновение троп объясняется необходимостью в перемещении к объектам, которые недоступны через дороги с твердым покрытием, что свидетельствует об их недостаточном количестве или неудачном расположении.



Рис. 2. Картограмма дорожно-тропиночной сети Сургутского ботанического сада

Анализ состояния почвенного покрова позволяет рекомендовать включение больших стихийных троп с высокой степенью нарушенности в реконструируемую дорожную сеть, а для средних и малых троп рекомендуется проведение рекультивации. Такие изменения позволили бы обеспечить комфортный доступ к рекреационным и познавательным объектам и минимизировать ущерб природной среде Ботсада.

Литература:

1. ГОСТ 5180-2015 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик. – М. : Стандартинформ, 2016.
2. Кукуричкин Г. М. Многоликий ботсад: становление ботанического сада в Сургуте // Hortus Botanicus. – 2018. – Т. 13. – С. 671-681.
3. Турбина И. Н. Адаптация некоторых широколиственных пород древесных растений в условиях культуры ботанического сада / И. Н. Турбина, Г. М. Кукуричкин // Экобиотех. – 2020. – Т. 3. – № 3. – С. 531-535.

УДК 631.417

ИЗМЕРЕНИЕ ЗАПАСОВ УГЛЕРОДА В ФОНОВЫХ И НАРУШЕННЫХ ПОЧВАХ

Белькова Д.Д., Каверин А.А.

*Югорский государственный университет, Ханты-Мансийск,
e-mail: belkova2019@bk.ru, alexkaverinzevs@gmail.com*

Аннотация. Представлены результаты исследования, целью которого являлось проведение оценки запасов углерода в болотных экосистемах средней тайги Западной Сибири. Выбраны пробные площади, репрезентативные для болотных экосистем средней тайги Западной Сибири, на основе наземных полевых работ в типичных болотных экосистемах средней тайги Западной Сибири.

Ключевые слова: запасы углерода, болото, элементный анализ.

CARBON STOCKS CHANGES IN BACKGROUND AND DISTURBED SOILS

Belkova D.D., Kaverin A.A.

*Yugra State University, Khanty-Mansiysk,
e-mail: belkova2019@bk.ru, alexkaverinzevs@gmail.com*

Abstract. The results of the research, which aim was to evaluate the amount of carbon supplies in swampy ecosystems of middle taiga of western Siberia, are introduced. On the basis of surface fieldworks in typical swampy ecosystems of middle taiga of western Siberia, the area samples, representative for swampy ecosystems of middle taiga of western Siberia, have been chosen.

Keywords: Carbon reserves, wetland, elemental analysis.

Связующим звеном биологического и геологического круговорота веществ Земли является почва – своеобразная буферная система, обеспечивающая развитие всех компонентов экосистем и биосферы в целом. Болота умеренного и бореального (субарктического) климатических поясов содержат 500 ± 100 Гт углерода, то есть одну треть от всего почвенного углерода на нашей планете и четверть от всего углерода в наземных экосистемах [9]. Сведения о стабильности таких значительных пулов углерода, а также о их реакции на прямые и косвенные последствия глобальных климатических изменений необходимы для получения оценок баланса углерода и парниковых газов для территории России. В данной работе изучено изменение концентрации углерода, как следствие, изменение запасов почвенного углерода, в типичных болотных экосистемах региона, вследствие строительства насыпных дорог и прокладки линий сейсморазведки.

Пробные площади расположены на территории международного полевого стационара «Мухрино» и территории Приобского лицензионного участка. Исследуемые участки располагаются в пределах подзоны средней тайги. Среднегодовая температура воздуха составляет $1,3^{\circ}\text{C}$. Среднегодовые температуры января: $-19,8^{\circ}\text{C}$, июля – $+18,0^{\circ}\text{C}$ [3]. Среднегодовое количество осадков составляет 550 мм. Относительная влажность воздуха – 77 %. По почвенно-географическому районированию данные территории относятся к подзоне светлосезмов, подзолистых почв и подзолов средней тайги, Нижнеиртышской провинции

глеземов, светлоземов, подзолов, подзолистых и торфяных болотных почв, и входит в состав двух округов: Приобского аллювиальных дерново-глеевых и иловато-торфяно-глеевых почв с участием аллювиальных оподзоленных почв слоистых глинистых и суглинистых на аллювиальных отложениях и Кондинского округа торфяных верховых почв грядово-мочажинных, грядово-мочажинно-озерковых и сосново-сфагновых болот, подзолов иллювиально-гумусовых и подзолов глеевых песчаных на озерно-аллювиальных отложениях [6].

В качестве фоновых пробных площадей были выбраны два участка (ФМ и ФР) расположенные на территории Международного полевого стационара «Мухрино», стационар расположен на левобережной террасе Иртыша в 30 км к юго-западу от г. Ханты-Мансийска. Болотная система практически полностью покрывает локальный водораздел между реками Мухрина и Большая речка, впадающих соответственно в протоку Байбалакскую (пойма Иртыша) и протоку Ендырскую (пойма Оби). Стационар находится вдалеке от города и промышленных предприятий, антропогенное воздействие минимально.

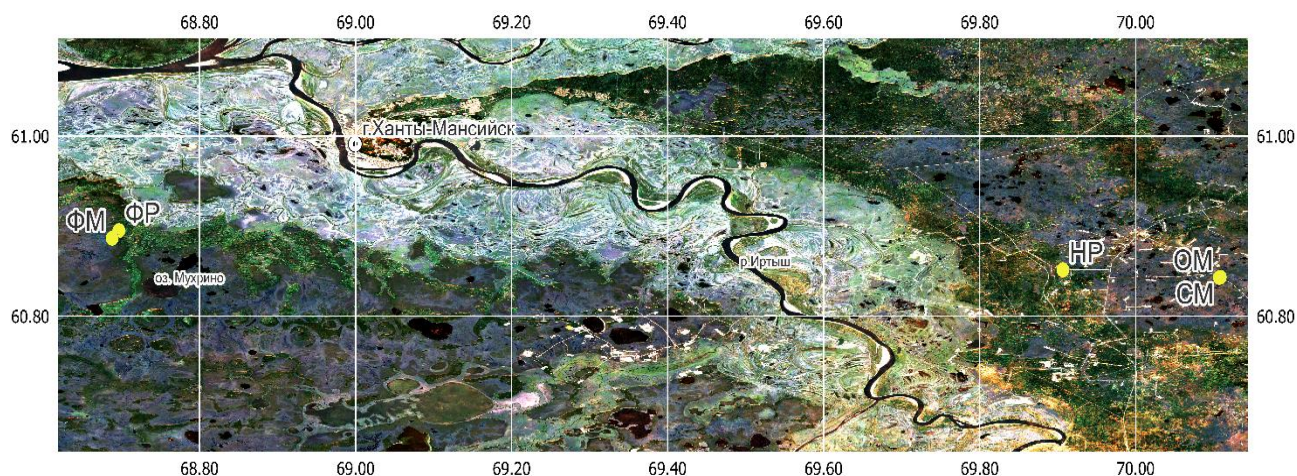


Рис. 1. Расположение пробных площадей на территории международной полевой станции «Мухрино» и лицензионного участка

Значительное изменение экосистем оказывает строительство дорог и прокладка линий сейсморазведки, ввиду большой протяженности по территории ХМАО данных видов линейных нарушений, пробные площади взяты вблизи данных нарушений. Влияние дорог (ОМ и СМ) и линий сейсморазведки (НР) исследовалось на территории Приобского лицензионного участка в 40 км к юго-востоку от г. Ханты-Мансийска, участок охватывает правобережную долину р. Иртыш, включающую комплекс речных террас и относительно регулярно заливаемую современную пойму р. Иртыш и междуречное пространство Оби и Иртыша. Территория представляет собой типичный комплекс экосистем, которые привязаны к основным элементам ландшафта – водораздельной части, террасам и пойменным участкам.

На основании данных о распространении наиболее типичных для изучаемой территории типов экосистем была сформирована двухуровневая классификация представленных типологических единиц: ландшафты (пойма, террасы, водораздел и отдельно крупные водные объекты) и биотопы – более мелкие ландшафтные единицы, которые индицируются на уровне комплексов растительных сообществ. На основе данного подхода при помощи космических снимков сверхвысокого разрешения было выбрано два участка для каждого из трех типов нарушений, схожих по строению и функционированию.

Работа выполнялась летом 2022 года в два этапа:

1 этап работ – полевые работы на фоновых и нарушенных участках. Этот этап работ включает в себя закладку основных участков отбора образцов на элементный состав почвы.

2 этап работ – камеральный этап, который включает в себя переработку почвы и определение элементного состава (N, C, H) с помощью анализатора Euro EA 3000 Elemental Analyzer (Италия). Усреднение данных повторностей, расчет запасов по горизонтам.

Для оценки запасов углерода торфа и изучения особенностей распределения углерода в фоновых и нарушенных участках, отбирались образцы почвы в типичных болотных экосистемах. Образцы исследуемых почв отбирались в торфяных болотных почвах как усредненная в слое 50 см проба до глубины 150 см, в трехкратной повторности. Непосредственно после отбора образец почвы взвешивали, далее в лабораторных условиях почву высушивали в сушильном шкафу при температуре 75–80°C в течение двух суток до постоянной массы. С помощью пестика и ступки торф измельчали и анализировали содержание C, H и N методом сухого сжигания с помощью элементного анализатора Euro EA 3000 Elemental Analyzer. Высокая производительность методик определения содержания общего и неорганического углерода на базе автоматического анализатора в широком диапазоне концентраций (3–5 мин на один образец, 100–150 образцов в день).

Оценка содержания углерода в исследуемых экосистемах необходима для дальнейшей оценки запасов углерода. Расчет запасов углерода производился по формуле:

$$C = H100Kc100D \times L \times 10$$

где C – запасы углерода подстилки, кгC/м²; H – содержание ОВ, %; КС – содержание углерода в ОВ, %; D – плотность торфяного горизонта, г/см³; L – мощность горизонта, см; 10 – коэффициент перевода гC/см² в кгC/м². Содержание органического вещества принято равным 95 % [7]. Мощность исследуемого горизонта равна 50 см. Плотность торфяного горизонта взята в зависимости от преобладающего вида: от 0,10 до 0,12 г/см³ для сообществ с доминированием *Sphagnum*, и 0,13–0,16 при доминировании *Carex* в зависимости от глубины [8].

В результате исследования были получены следующие результаты:

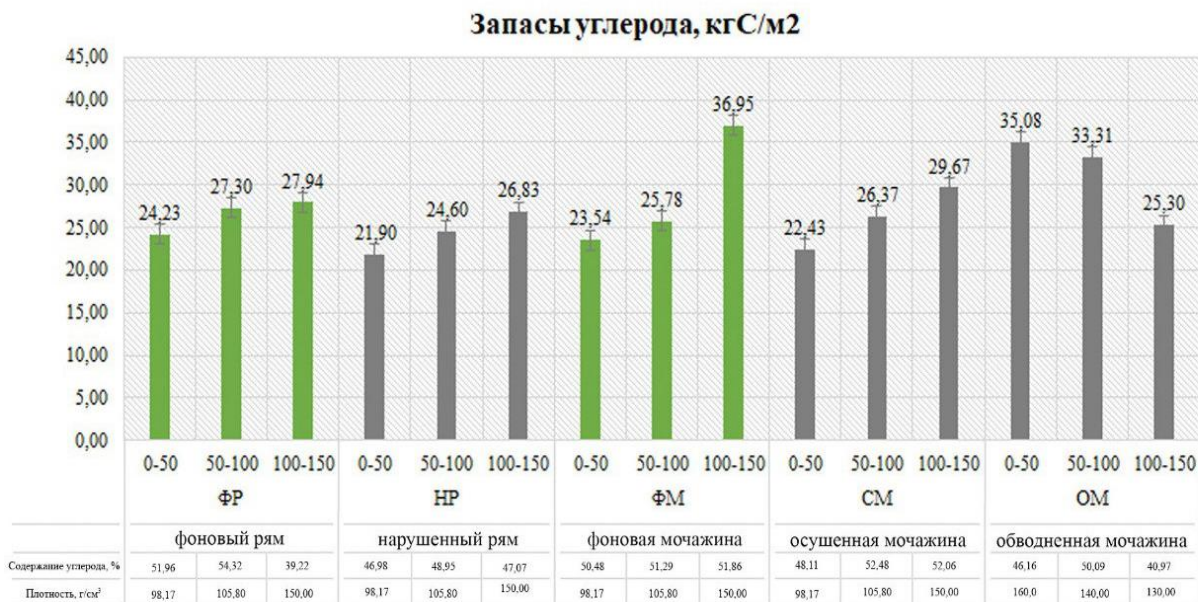


Рис. 2. Запасы углерода на участках исследуемых экосистем

Максимальные запасы углерода в торфе в слое 100–150 см характерны для экосистемы фоновая мочажина (ФМ), значение 36,95 кг C/м². Максимальные запасы углерода в торфе в

нарушенной экосистеме зафиксированы на глубине 0–50 см, и составляют 35,08 кг С/м², присущий тип экосистемы обводненная мочажина (ОМ). Наименьшие запасы углерода на площадках присущих типу экосистеме фоновой мочажине (ФМ) глубина отбора 0–50 см, значение 23,54 кг С/м². Наименьшие запасы углерода в торфе в нарушенной экосистеме зафиксированы на глубине 0–50 см, и составляют 21,9 кгС/м², присущий тип экосистемы нарушенный рям (НР).

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по организации молодежной лаборатории в Югорском государственном университете (FENG-2022-0001) в рамках реализации национального проекта «Наука и университеты» (дополнительное соглашение № 075-03-2022-169/5).

Статья может быть опубликована в открытой печати.

Литература:

1. Аристовская Т. В. Микробиология процессов почвообразования. – Л.: Наука, 1980. – 187 с.
2. Заварзин Г. А. Введение в природоведческую микробиологию / Г. А. Заварзин, Н. Н. Колотилова. – М. : Книжный дом «Университет», 2001. – 255 с.
3. Трясцын В. Г. Климат Ханты-Мансийска и окрестностей // География и экология города Ханты-Мансийска и его природного окружения. – Ханты-Мансийск: Изд-во ОАО Информационно-издательский центр, 2007. – С. 34-49.
4. Электронная версия Национального атласа почв Российской Федерации. – Текст : электронный. – 2011. – URL: <https://soil-db.ru/soilatlas/razdel-2-factory-rochvoobrazovaniya/karta-pochvoobrazuyushchih-porod>.
5. Атлас Ханты-Мансийского автономного округа. Экология. – Т. 2. Природа. – Ханты-Мансийск ; Москва, 2004. – 152 с.
6. Болотные системы Западной Сибири и их природоохранное значение / О. Л. Лисс, Л. И. Абрамова, Н. А. Аветов [и др.]. – Тула: Гриф и К., 2001. – 584 с.
7. Physical, chemical and biochemical properties of Western Siberia sphagnum and carex peat soils / L. W. Szajdak, E. D. Lapshina, W. Gaca [et al.] // Wetlands. – 2016. – № 2. – P. 416-421.
8. Yu Z. C. Northern peatland carbon stocks and dynamics: a review // Biogeosciences. – 2012. – Vol. 9 (10). – P. 4071-4085.

УДК 543.3

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОД
ОЗЕР СУРГУТСКОГО РАЙОНА
В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ**

Величко М.К., Шорникова Е.А.
БУ ВО «Сургутский государственный университет», Сургут,
e-mail: manioka333@mail.ru, shornikova_ea@surgu.ru

Аннотация. В работе представлены результаты гидрохимического анализа воды антропогенно нарушенных озер Вачлор и Тлониклор по гидрохимическим показателям, на основании которого произведена оценка качества вод с определением значений удельного комбинаторного индекса загрязненности воды. Исследования выполнялись в весенне-осенний период с 2020 по 2022 гг. по 23 химическим показателям.

Ключевые слова: гидрохимический анализ озерных вод, оценка качества, УКИЗВ.

**COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE WATER QUALITY
OF THE SURGUT REGION LAKES
UNDER ANTHROPOGENIC LOAD CONDITIONS**

Velichko M.K., Shornikova E.A.
Surgut State University, Surgut,
e-mail: manioka333@mail.ru, shornikova_ea@surgu.ru

Annotation. The article presents the results of the hydrochemical analysis of the water of the anthropogenically disturbed Lake Vachlor and Tloniklor according to hydrochemical indicators, on the basis of which the water quality was assessed with the determination of the values of the specific combinatorial index of water pollution. The studies were carried out in the spring-autumn period from 2020 to 2022 on 23 chemical indicators.

Keywords: hydrochemical analysis of lake waters, assessment of the water quality, index of water pollution.

В Сургутском районе насчитывается около 60 тысяч озер площадью более 1 га. Многие из этих озер могут эффективно использоваться в качестве альтернативного источника водоснабжения для местных жителей, рекреации, а некоторые из них являются национальным наследием коренных жителей ханты. Промышленное развитие нефтегазодобывающего комплекса на территории ХМАО – Югры, неизбежно оказывает негативное влияние на окружающую среду, в том числе ведет к ухудшению качества поверхностных вод. Для того, чтобы планировать мероприятия, направленные на защиту окружающей среды, – необходимо непрерывное наблюдение за качеством вод, а систематические гидрохимические исследования являются важнейшей и необходимой задачей экологического мониторинга, чтобы сохранить экосистемы нашего округа [1].

Объектами исследования являются озера Вачлор и Тлониклор на севере Сургутского района. Отбор проб выполнялся в сентябре, апреле и мае 2020–2022 гг. Представлены

результаты комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод за весенне-осенний период с 2020 по 2022 годы. Был произведен химический анализ проб воды по 23 показателям с применением методов титриметрии, флуориметрии, фотометрии, капиллярного электрофореза и атомно-абсорбционной спектроскопии.

Для того, чтобы дать оценку качеству воды в исследуемых озерах, проводилось сравнение полученных концентраций определяемых гидрохимических показателей с нормативами ПДК_{вр} для рыбохозяйственных водоемов [4], расчет УКИЗВ и классифицирование качества вод на основании расчетов индекса загрязненности. Расчет удельного комбинаторного индекса загрязненности воды основан на комплексе загрязняющих веществ и частоты превышения ими допустимых значений [5].

Таблица 1.

Результаты расчетов УКИЗВ исследуемых озер за весь период проведения исследований

Озеро	Период	Удельный комбинаторный индекс загрязненности воды	Класс и разряд	Характеристика состояния загрязненности воды
Вачлор 2018	Осень	15,8	5 класс	«экстремально грязная»
Вачлор 2019	Лето	14,7	5 класс	«экстремально грязная»
	Осень	6,06	4 класс разряд «б»	«грязная»
Вачлор 2020	Осень	5,5	4 класс разряд «а»	«грязная»»
Вачлор 2021	Весна	5,3	4 класс разряд «а»	«грязная»
	Осень	6,0	4 класс разряд «б»	«грязная»
Вачлор 2022	Весна	5,1	4 класс разряд «а»	«грязная»
	Осень	4,1	4 класс разряд «а»	«грязная»
Тлониклор 2020	Осень	3,7	3 класс разряд «б»	«очень загрязненная»
Тлониклор 2021	Весна	2,9	3 класс разряд «а»	«загрязненная»
	Осень	3,6	3 класс разряд «б»	«очень загрязненная»
Тлониклор 2022	Весна	3,3	3 класс разряд «а»	«загрязненная»
	Осень	4,5	4 класс разряд «а»	«грязная»

В соответствии с методикой комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям, были произведены расчеты удельного комбинаторного индекса загрязненности воды [5] по следующим показателям для оз. Вачлор: БПК₅, ПО, нефтепродукты, фенолы, железо, цинк, марганец, медь, стронций, фосфаты, фториды, а для оз. Тлониклор по данным показателям: БПК₅, железо, цинк, марганец, медь, стронций, кадмий.

В результате расчетов УКИЗВ в 2018 году для оз. Вачлор был определен индекс загрязненности вод, он составил 15,8. В 2019 г. данный индекс для Вачлора в летний период был 14,7, а осенью он снизился почти в 2,5 раза до 6,06. Наиболее частые превышения допустимых значений в 2018, 2019 отмечены по таким показателям как нефтепродукты, фенолы, медь, цинк. Для Вачлора такой результат может свидетельствовать об антропогенной

нагрузке на водоем [3]. Также в 2022 году в озере Вачлор наблюдается снижение индекса загрязнённости вод почти в 3,8 раза относительно 2018 года.

Осенью 2020 г. индекс озера Вачлор составил 5,5, а для озера Тлониклор этот же индекс был 3,7. В период половодья 2021 года для озера Вачлор индекс загрязнённости вод составил 5,3, а для Тлониклора 2,9, в осенний период это показатель составил 6,0 и 3,6 соответственно. Значения УКИЗВ для оз. Вачлор и оз. Тлониклор в 2022 г. в период осенней межени составили 4,1 и 3,3, а в период весеннего половодья 5,1 и 4,5 соответственно. У озера Тлониклор отмечено резкое увеличение индекса загрязнённости вод в период осенней межени 2022 года. Значения нефтепродуктов, фенолов, меди, цинка, кадмия за осенний период отбора проб в озере Тлониклор превышают установленный норматив для рыбохозяйственных водоемов почти в 2 раза. Такие значительные превышения, относительно предыдущих периодов отбора проб, могут с большой долей вероятности свидетельствовать о влиянии нефтедобывающей деятельности.

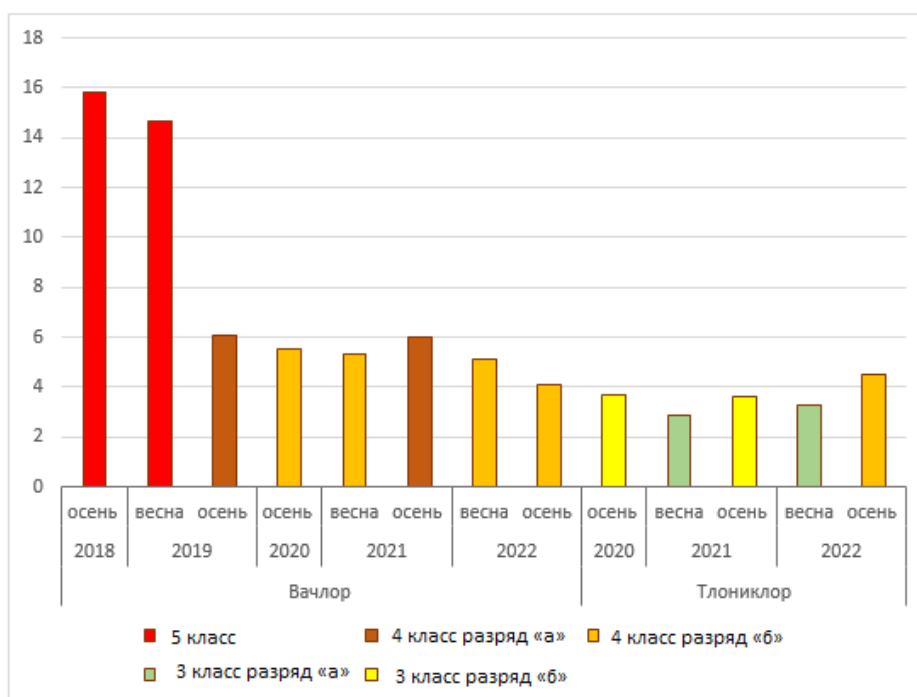


Рис. 1. Значения УКИЗВ за период исследования

Согласно значениям УКИЗВ был определен класс вод и соответствующая качественная характеристика вод. Вачлор в период с 2018 по 2019 год относится к «экстремально грязным» озерам 5-го класса. Начиная с осени 2019 и по 2022 состояние вод озера Вачлор характеризуется как «грязное» и относится к 4-му классу разряда «а» и «б». Озеро Тлониклор в весенне-летний период 2021 г. относится к «загрязненным» 3-го класса разряда «а», а осенью характеризуется как «очень загрязненное» 3-го класса разряда «б». В осенний период 2022 года озеро Тлониклор характеризуется как «грязное» с повышением класса до 4-го.

Согласно полученным значениям УКИЗВ для временного отрезка 2018–2022 г., можно сделать вывод об улучшении состояния вод озера Вачлор. Значение удельного комбинаторного индекса загрязнённости воды в период с 2018 по 2022 г. уменьшается с 15,8 до 4,1 соответственно понижается и класс с 5-го на 4-й, а характеристика состояния вод изменяется с «экстремально грязной» на «грязную».

Состояние вод озера Тлониклора колеблется в зависимости от сезона, ухудшаясь к осенней межени, вероятней всего это связано с тем, что в водоеме происходило накопление

органики за летний период и к осени происходит ее окисление до нитратов [2; 6]. В целом, озеро Тлониклор характеризуется как «загрязненное» и «очень загрязненное». Однако, наблюдается ухудшение качества вод Тлониклора до «грязного» осенью 2022 года, что возможно свидетельствует о влиянии нефтедобывающей деятельности.

Литература:

1. Ефимова М. В. Воздействие нефтегазового комплекса на экосистемы Ханты-Мансийского автономного округа – Югры / М. В. Ефимова, Н. И. Стрих, В. Ш. Курбанов // Научные ведомости. – 2011. – № 3. – С. 110-114.
2. Величко М. К. Сезонная динамика гидрохимических показателей озерных вод Сургутского района / М. К. Величко, Е. А. Шорникова // Современные тенденции и перспективы развития гидрометеорологии в России: м-лы V Всерос. науч.-практ. конф. Иркутск: Изд-во ИГУ, 2023. – С. 52-59.
3. Кукушкин С. Ю. Индикаторы антропогенной нагрузки на природотерриториальные комплексы при освоении нефтегазоконденсатных месторождений севера Западной Сибири : автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – СПб.: СПбГУ, 2017. – 25 с.
4. Приказ Минсельхоза России от 13.12.2016 № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения».
5. РД 52.24.643-2002. Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязнения поверхностных вод по гидрохимическим показателям.
6. Watershed of a small river as source of contaminants and biogenic elements / S. Klubov, L. Rozhkova, V. Tretyakov, V. Dmitriev // E3S Web of Conferences 265. – Saint Petersburg: Saint Petersburg State University, 2021.

УДК 911.9

АНАЛИЗ ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ПРЕДЕЛАХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ СРЕДНЕГО ПРИОБЬЯ

Коркин С.Е.^{1,2}, Исыпов В.А.¹

¹*Нижевартовский государственный университет, Нижневартовск,
e-mail: dod_i_94@mail.ru*

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

Аннотация. В представленном материале произведен анализ береговых зон населенных пунктов, расположенных в Среднем Приобье, 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 EROSION PROCESSES WITHIN THE SETTLEMENTS OF THE MIDDLE OB

Korkin S.E.^{1,2}, Isypov V.A.¹

¹*Nizhnevartovsk State University, Nizhnevartovsk,
e-mail: dod_i_94@mail.ru*

²*Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,
Yekaterinburg, e-mail: egf_nv@mail.ru*

Abstract. The presented material analyzes the coastal zones of settlements located in the Middle Ob region, using field work and remote research methods (interpretation of satellite images and terrain models created on the basis of the use of unmanned aerial vehicles (UAVs)). The results obtained on erosion processes in settlements indicate the active manifestation of this phenomenon.

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

В пределах Среднего Приобья, в населенных пунктах Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (Нижевартовский и Сургутский районы), русловые деформации относятся к числу опасных природных процессов, связанных с работой водных потоков. Наиболее активными являются процессы размывов берегов, а именно проявление боковой эрозии.

Теоретико-методологической базой исследования послужили работы, таких исследователей как Р. С. Чалов, А. С. Завадский, А. В. Панин [1; 2; 3], Б. И. Кочуров [4], а на региональном уровне исследования ведутся С. Е. Коркиным, В. А. Исыповым, Н. С. Мироновой, Е. К. Кайль [5; 6; 7; 8], В. С.Хромых [9].

В работе для обследования береговых зон применены следующие методы: полевой метод, заключающийся в проведении морфометрических измерений, включающий в себя промеры скоростей отступления по закрепленным на местности реперам с применением геодезического оборудования: нивелира, треноги, рейки, рулетки и портативной GPS и с применением систем спутникового позиционирования; дистанционные методы (метод с применением беспилотных летательных аппаратов (запуск беспилотного летательного аппарата Phantom 4 Pro). В объем проделанной работы входят: метрическая обработка снимков, полученных в результате съемки местности с использованием беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) – Метод дистанционного зондирования земли средствами аэрофотосъемки, заключается в распознавании объекта исследования и всех происходящих процессов в данный момент времени, а именно регистрация данных устройством, обработка и анализ результатов записи; дешифрирование объектов по их изображениям, в том числе определение характеристик объектов, их формы, размеров и положения в пространстве); основным методом оценки трансформации ландшафтов является картирование территории, создание 3D моделей. При этом реализуется принцип оценки территории по ведущему процессу, он же является активным в современных физико-географических условиях. Предполагаемая оценка отличается большей адресностью и корректностью, по сравнению с балльной системой оценки, но если данный момент интегрировать, то получается модель, многогранно отражающая режим реального времени. Решается вопрос, что и где нуждается в инженерной защите или изменении технологического аппарата. Камеральная обработка данных проводилась в программах Qgis Desktop, Agisoft Metashape Professional, Sasplanet, Google Планета Земля (версия для ПК).

Результаты изучения эрозионных процессов необходимы для разработки комплексных технологических мероприятия по укреплению береговой линии в населенных пунктах.

Ниже приведены данные по обследованию населенных пунктов Среднего Приобья в границах Нижневартовского и Сургутского районов.

В геоморфологическом отношении д. Вата расположена на Среднеобской низменности на правом берегу проток Старая Обь и Посол, в пределах 1-ой аллювиальной надпойменной террасы. Активное действие боковой эрозии наблюдается в пределах кладбища, а в жилой зоне ведется укрепление берега и возведение водозащитной дамбы в западной части населенного пункта, после высокого уровня воды 2015 года. По результатам повторных обследований в 2015 и 2016 годах отступление бровки берега было зафиксировано на втором створе со значением 1,95 м/год (2016 год) и на пятом створе 0,20 м/год (2016 год) (табл. 1).

Таблица 1.

Результаты мониторинговых работ в д. Вата, в м.

Ключевые пункты	24.09.2014	08.04.2016	17.05.2017	31.05.2018	28.06.2019
2	15.40	15.00(0.40)	13.05(1.95)	12.7(0.35)	12,5(0.20)
5	4.80	4.80	4.60(0.20)	4.60	4,5(0.10)

Деревня Посол расположена на берегу реки Посол, в излучине реки и относится ко 2-ой надпойменной террасе с наличием аллювиальных отложений (табл. 2). В геолого-генетическом отношении русловые фации представлены пылеватыми кварцевыми песками и перекрываются мощной толщей пойменных супесей и суглинков. Водозащитных сооружений нет.

Береговой участок протяженностью 100 метров в значительной степени подвергается разрушению в период половодья, а в верхней части береговой бровки проявляются небольшие оползни, и фиксируется развитие овражной эрозии.

Таблица 2.

Результаты мониторинговых работ в д. Пасол, в м.

Точка	10.06.2017г.	30.05.2018г.	06.06.2019г	07.07.2020	29.06.2021
1	24.82	24,45(0,37)	24,40(0,05)	24,40	24,17(0,23)
1a	22.62	21,65(0,97)	18,7(2,95)	18,25(0,45)	18,23(0,02)
2	9.60	9.60	8,7(0,9)	8,3(0,4)	8,15(0,15)
2a		7,30	7,30	7,30	7,20(0,10)0
2б		9,30	9,20(0,10)	8,90(0,30)	8,70(0,20)
3	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
3a		10,10	10,06(0,04)	10,06	9,75(0,31)

Промеры 30 мая 2018 года в пределах ключевого участка д. Пасол показали, что эрозионному воздействию подвержено 138 м береговой линии.

По результатам за 2019 год зафиксировано увеличение размыва на участке в начале деревни с показателем в 2,95 м. В 2020 и 2021 гг. показатели были на низком уровне.

Посёлок Зайцева Речка находится в границах 2-ой надпойменной террасы, что прилегает к зоне озерно-аллювиальных равнин, образованных в среднем неоплейстоцене. Глубина вертикального расчленения рельефа, определяющая превышение водоразделов над урезами рек в границах 10–12 м. Густота линейного расчленения рельефа, характеризующая средние интервалы между соседними понижениями рельефа, характеризуется равно как очень мощное меньше 0,6 километров. В п. Зайцева Речка русловые деформации отмечаются лишь в восточной части посёлка, непосредственно со стороны протоки Большой Пасол. Первый створ расположен на берегу протоки Большой Пасол. Высота берега относительно уреза воды составила 2,86 м – нижняя часть склона (затапливаемая), 8,8 м – верхняя часть склона, 11,66 м – общая высота склона (на 09.10.2014) и от бровки до закрепленной точки (бани) отмечено 4,7 м. Второй створ расположен на 70 м вниз по течению протоки Большой Пасол. Высота берега относительно уреза воды 2,52 м – нижняя часть склона (затапливаемая), 8,86 м – верхняя часть склона, 11,38 м – общая высота склона (на 09.10.2014) и от бровки со столбом до закрепленной точки (бани) составило 2,6 м.

На территории поселка Ваховск Нижневартовского района берег обрывистый, крутой, с множественными зонами эрозии, обрушений, размывов дождевыми и тальными водами (табл. 3). Значение высоты берега колеблется от 2 до 5 метров. Численность населения составляет 1,5 тыс. людей. Размыв фиксируется в районе временных гаражей, ниже по течению от основного берега. 1,4 м с фронтом от 4 до 11 м, с объемом от до 189 м³.

Таблица 3.

Результаты мониторинговых работ в п. Ваховск, в м.

Створ	27.08.2014	22.09.2015	18.08.2016	12.09.2017	20.09.2018	19.09.2019
1	13.50	13.50	13.50	13.50	13.50	13.50
1a (овраг)	22.50	19.50(3.0)	засыпали	18.31(1.19)	засыпали	засыпали
1б (дом)	13.30	11.50(1.80)	11.50	11.50	11.50	11.50
2	7.60	7.30(0.30)	7.30	7.30	7.30	7.30
3	7.51	7.51	7.51	7.51	7.51	7.51

В д. Большетархово Нижневартовского района возведено береговое укрепление (полиэтиленовая сеть, габионные матрасы (металлическая сеть), каменная наброска). За существующим сооружением требуется контроль и необходимо реконструировать, и восстановить сбор дождевых и талых вод (ливневой канализации). В 2018 г. из-за обильных летних осадков сформировалась брешь в верхней части защитной дамбы. Её ширина составила 5,8 м, длина 13 м и максимальная глубина 1,7 м. Ввиду этого получен объем вынесенного грунта порядка 117 м³. Промоина стала ближе к жилому дому на 1,7 м. В 2019 году данную промоину ликвидировали и провели восстановление целостного состояния берегоукрепительного сооружения.

Урочище Барсова Гора в Сургутском районе представляет из себя феномен, неповторимость коего состоит в сосредоточения на не очень большой территории памятников археологии, этнографии и природы, документирующих основные вехи истории с мезолита вплоть до позднего Средневековья. С 2018 в границах территории урочища нами проводится наблюдение за развитием овражной эрозии (табл. 4).

Таблица 4.

Результаты замеров овражной эрозии в урочище Барсова гора, в м.

№	04.11.2018	04.08.2019	10.07.2020	07.05.2021
1	25,00	22,20(2,8)	21,30(0,9)	21,05(0,25)
2	21,50	21,50	20,5(1,0)	20,5
3	6,80	6,7(0,1)	6,7	6,7
4	6,0	6,0	6,0	6,0
5	8,50	8,50	8,50	8,50

По результатам мониторинга была получена информация, которая отражает рост оврагов от 0,1 до 2,8 метров в год.

На территории местечка Высокий Мыс Сургутского района итоги замеров высоты берега составили от 6 до 8 метров, протяженность области обрушения равна 750 м (табл. 5). Водозащитные постройки отсутствуют. Отмечается интенсивный процесс разрушения берега, на абсолютно всем протяжении области обследования зарегистрированы сильные промоины, а также интенсивность разрушения береговой линии за минувшие 10 лет составила примерно 20 м, в области риска находится множество жилых домов, что приблизительно 500 человек. В интересах этого населенного пункта необходимо строительство берегоукрепительного сооружения 655,00 погонных метров.

Таблица 5.

Результаты мониторинговых работ в п. Высокий Мыс, в м.

№	01.07.2018	03.11.2018	06.07.2019	06.07.2020	07.07.2021
1	27,0	27,0	26,6 (0,4)-24,2	20,4(3,8)	20,2(0,2)
2	2,3	2,0 (0,3)	1,9 (0,1)	1,9	1,8(0,1)
2а		25,77	25,10 (0,67)	25,10	25,0(0,1)
3	18,40	18,20 (0,2)	18,2	18,2	18,2

В данной статье продемонстрированы результаты наблюдений за береговыми деформациями в населенных пунктах Среднего Приобья. Полученные результаты формируют базу данных об активных преобразованиях береговых участков населенных пунктов. Данные дополнены геоинформационными системами, с использованием космоснимков и моделей местности с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

Финансирование. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда и Правительства ХМАО-Югры № 22-17-20011, <https://rscf.ru/project/22-17-20011/>.

Литература:

1. Чалов Р. С. Речные излуины / Р. С. Чалов, А. С. Завадский, А. В. Панин / науч. ред. Р. С. Чалов. – М.: Изд-во МГУ, 2004. – 371 с.
2. Чалов Р. С. Руслведение: теория, география, практика. – Т. 1. Русловые процессы: факторы, механизмы, формы проявления и условия формирования речных русел. – ЛКИ, 2008. – 610 с.
3. Чалов Р. С. Руслведение. Теория, география, практика. – Т. 2: Морфодинамика речных русел. – М. : КРАСАНД, 2011. – 960 с.
4. Кочуров Б. И. Экодиагностика и сбалансированное развитие: учеб. пособие. – М.; Смоленск : Маджента, 2003. – 384 с.
5. Коркин С. Е. Природные опасности в долинных ландшафтах среднего Приобья: монография. – Нижневартговск: Изд-во НГГУ, 2008. – 226 с.
6. Коркин С. Е. Противозерозийная 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 Нижневартговска / С. Е. Коркин, В. А. Исыпов // Современные проблемы эрозийных, русловых и устьевых процессов: межд. 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. – М. : Камертон, 2019. – № 2. – С. 43-47.
9. Хромых В. С. Природное районирование поймы Средней Оби // Вопросы географии Сибири. – 1979. – Вып. 12. – С. 69-86.

УДК 504.054

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЫБРОСОВ АЭРОГЕННЫХ ПОЛЛЮТАНТОВ ОТ ПЕЧЕЙ ПТБ-10 В СЕЗОННОЙ ДИНАМИКЕ 2021–2022 гг.

Король М.В., Бикмухаметова Л.М.

*Сургутский государственный университет, Сургут,
e-mail: alfirmik_2010@mail.ru*

Аннотация. В работе представлена оценка выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от комплексного устройства подогрева нефти ПТБ-10 на территории месторождений Сургутского района в сезонной динамике 2021–2022 гг. Кроме того, представлены результаты измерения концентраций, расчета количественных выбросов вредных веществ в атмосферу (г/с) и сравнительный анализ с предельно допустимыми выбросами (ПДВ).

Ключевые слова: загрязнение атмосферного воздуха, промышленные выбросы, предельно допустимые выбросы, ПТБ-10.

COMPARATIVE ASSESSMENT OF EMISSIONS AEROGENIC POLLUTANTS FROM PTB-10 FURNACES IN THE SEASONAL DYNAMICS OF 2021–2022

Korol M.V., Bikhmukhametova L.M.

*Surgut State University, Surgut,
e-mail: alfirmik_2010@mail.ru*

Abstract. The paper presents an assessment of emissions of pollutants into the atmospheric air from the integrated PTB-10 oil heating device on the territory of the fields Surgut district in the seasonal dynamics of 2021–2022. In addition, the results of concentration measurement, calculation of quantitative emissions of harmful substances into the atmosphere (g/s) and comparative analysis with maximum permissible emissions (MPI) are presented.

Keywords: atmospheric air pollution, industrial emissions, maximum permissible emissions, PTB-10.

На территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры огромное негативное воздействие на атмосферный воздух оказывают техногенные источники загрязнения: автомобильный транспорт, заводы, котельные, факела на месторождениях и др. Сложившаяся ситуация несомненно требует вмешательства и контроля за уровнем загрязнения атмосферы со стороны как природопользователей, так и надзорных органов.

В рамках данной работы были проведены измерения концентрации вредных веществ (оксид углерода, оксид азота и диоксид азота) на печах ПТБ-10 подогревающих поступающую в них нефть на территории месторождений в Сургутском районе.

Оценка сезонной динамики выбросов аэрогенных поллютантов от печей трубчатых блочных ПТБ-10 на месторождениях Сургутского района проведена по результатам измерений концентрации трех загрязняющих веществ: оксид углерода (CO), оксид азота (NO) и диоксид азота (NO₂) в 2021 и 2022 гг.

Измерения промышленных выбросов от 4-х источников проводили газоанализатором многокомпонентным «Полар», согласно руководству по эксплуатации ПЛЦК.413411.001РЭ [3]. Содержание кислорода, оксида углерода, оксида азота, диоксида азота и температуры выбросов определяли пробоотборным зондом, а скорости газового потока и давления разряжения с трубкой Пито.

Метеорологические параметры в месте измерения промышленных выбросов зафиксированы измерителем метеорологических параметров «ЭкоТерма», согласно СФАТ.416328.003РЭ [4].

Конструкция ПТБ-10 (рис. 1) представляет комплексное устройство, состоящее из трех блоков: теплообменная камера, блок основания печи и блок вентиляторного агрегата, а также блоков взрывных клапанов, четырех дымоотводящих труб, сборочных трубопроводов для входа и выхода нефти из печи и трубопроводов обвязки змеевиков нагрева газовой смеси [2].

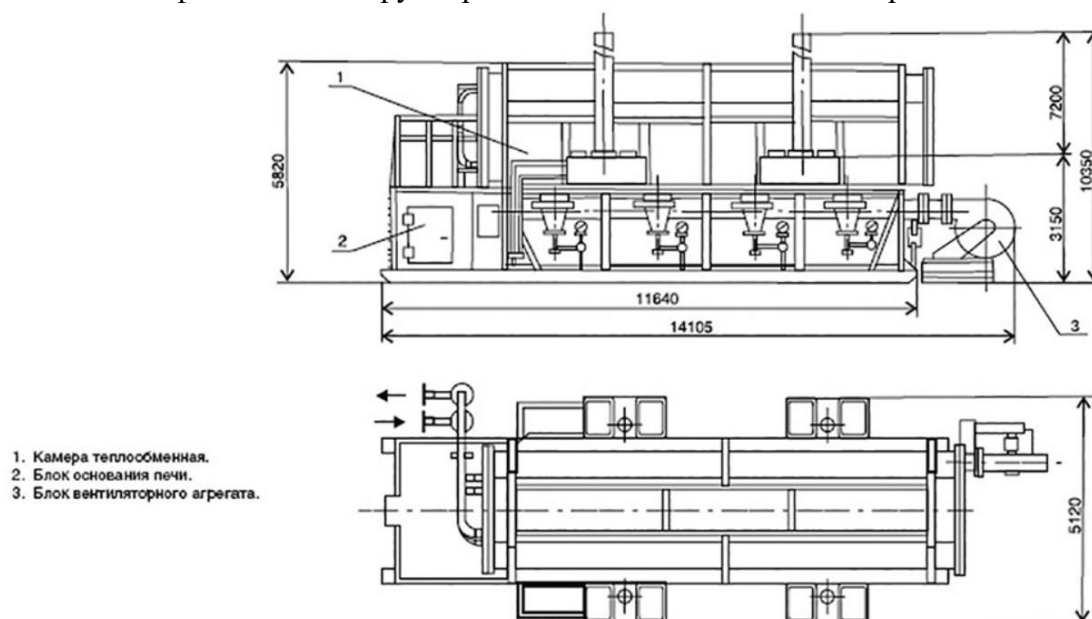


Рис.1. Конструкция печи трубчатой блочной (ПТБ-10) [1]

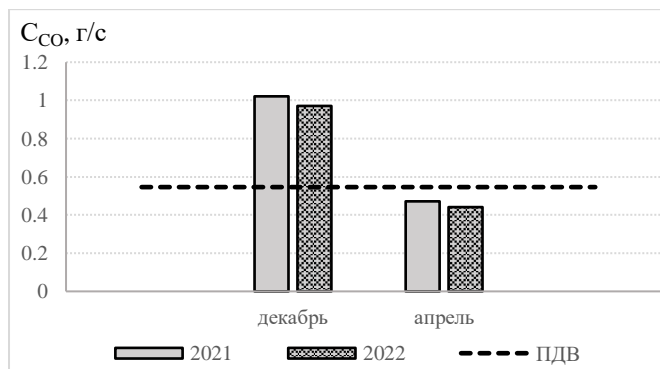
Данные, полученные по каждому источнику выбросов, представлены в таблице 1.

Таблица 1.

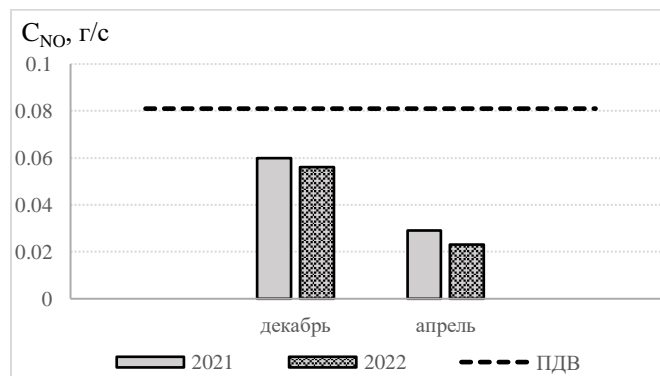
Результаты измерения концентраций веществ, выбрасываемых ПТБ-10

Номер печи	Наименование	Год замера	Месяц замера	Номер трубы	Давление разряжение, кПа	Скорость потока, м/с	Температура, t°	O ₂ , %	CO, мг/м ³	NO, мг/м ³	NO ₂ , мг/м ³
1	ПТБ-10	2021	Декабрь	1	-0,42	15	323	9	212	15	32
				2	-0,38	13	311	10	234	13	27
				3	-0,39	15	346	9	228	13	28
				4	-0,27	14	334	11	216	14	30
			Апрель	1	-0,19	10	298	14	146	8	15
				2	-0,24	11	277	13	129	10	17
				3	-0,21	11	260	15	134	9	18
				4	-0,23	10	289	14	125	9	18

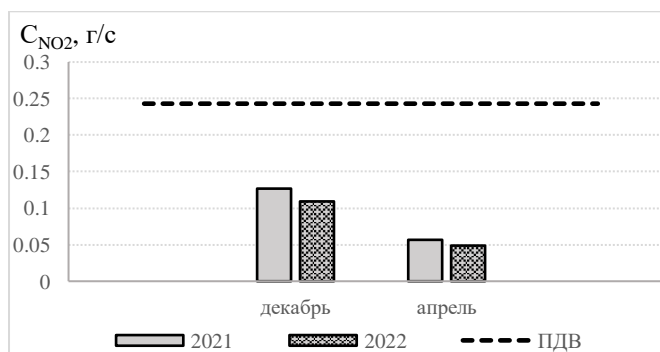
1	ПТБ-10	2022	Декабрь	1	-0,34	13	325	10	231	14	26
				2	-0,31	16	299	11	221	14	25
				3	-0,30	14	318	10	219	10	25
				4	-0,27	14	307	10	230	12	21
			Апрель	1	-0,11	12	258	12	116	7	13
				2	-0,15	11	264	13	123	8	16
				3	-0,13	11	274	12	109	5	12
				4	-0,12	10	259	14	114	6	12



а)



б)



в)

Рис. 2. Сравнительная оценка выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от ПТБ-10 с ПДВ: а) оксид углерода (CO); б) оксид азота (NO); в) диоксид азота (NO₂)

Учитывая все полученные показания, проведены расчеты суммарного количества выбросов загрязняющих веществ (г/с), из 4-х дымовых труб, согласно методическому пособию по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух [5], представленные на рисунке 2. По данным, полученным в ходе расчетов, были зафиксированы превышения предельно допустимых выбросов (ПДВ) по оксиду углерода в зимний период 2021 и 2022 гг.

Выявлено, что превышение содержания оксида углерода нормативов ПДВ в декабре 2021 и 2022 гг. составляет 1,8 и 1,9 раз соответственно. В случае оксида и диоксида азота нарушений нормативов предельно допустимых выбросов не отмечено.

В динамике 2021 и 2022 гг. среднее значение выбросов оксида углерода в декабре – 0,970 г/с, в апреле – 0,456 г/с, схожая динамика наблюдается в выбросах оксида азота и диоксида азота, что означает практически двукратное увеличение выбросов трубчатой печи в зимний период работы, что связано в первую очередь с низким температурным режимом на улице. По результатам анализа данных метеорологических условий на территории работы печей, отмечено, что средняя температура атмосферного воздуха в декабре 2021 г. – 19,7°С ниже нуля, в то время как в 2022 г. температура составляла 17,6°С ниже нуля. Таким образом, установлена прямая зависимость выбросов загрязняющих веществ ПТБ-10 от температуры окружающей среды, так как по всем анализируемым показателям в декабре 2021 г. наблюдаются повышенные значения в сравнении с аналогичным периодом 2022 г.

Валовый выброс оксида углерода за 2021 г. составил 22,7 т/год, оксида и диоксида азота 1,4 и 2,9 т/год соответственно. Значения валового выброса анализируемых аэрогенных поллютантов за 2022 г. незначительно отличались от данных за 2021 г.: выброс оксида углерода составил 23 т/год, а оксида и диоксида азота 1,22 и 2,49 т/год соответственно. Таким образом, в динамике 2021–2022 гг. отмечена тенденция увеличения выбросов оксида углерода на 0,3 т/год. Сравнительная оценка выбросов оксида и диоксида азота демонстрирует снижение техногенного воздействия в динамике анализируемого периода: на 0,18 т/год для оксида азота и 0,41 т/год для диоксида азота.

В заключении данной статьи можно сказать, что режим работы печей подогрева нефти ПТБ-10 однозначно отличается в зимний и летний период и напрямую зависит от температурного режима на улице, кроме того, в зимний период в целом происходят достаточно значительные выбросы (до 2,5 тонн оксида углерода в месяц), что определенно негативным образом влияет на состояние атмосферного воздуха.

Литература:

1. ООО «Уралспецмаш» : официальный сайт. – URL: <https://uralrezerv.com> (дата обращения 13.03.2023). – Текст : электронный.
2. Автоматизация технологических процессов добычи и подготовки нефти и газа / Е. Б. Андреев, А. И. Ключников, А. В. Кротов [и др.]. – М. : Недра-Бизнесцентр, 2008. – 399 с.
3. Газоанализаторы многокомпонентные «Полар» и «Полар Универсал» : Руководство по эксплуатации. 413411.004-01 РЭ. – СПб., 2017.
4. Измерители метеорологических параметров «ЭкоТерма» СФАТ.416328.003РЭ : Руководство по эксплуатации. – М., 2012.
5. Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух». – СПб., 2005.

УДК 004.032.26, 004.932.72'1, 528.88

ВОПРОСЫ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ЛЕСНЫХ РУБОК НА ТЕРРИТОРИИ ХМАО ПО КОСМИЧЕСКИМ СНИМКАМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВОГО ПОДХОДА

*Кочергин Г.А.^{1,2}, Байсалямова О.А.¹, Куприянов М. А.¹,
Русанов М.А.^{1,2}, Аббазов В.Р.^{1,2}, Полищук Ю.М.¹*

¹Югорский научно-исследовательский институт информационных технологий,
Ханты-Мансийск, e-mail: gak@uriit.ru

²Югорский государственный университет, Ханты-Мансийск

Аннотация. В статье рассматриваются методические вопросы выявления и картографирования лесных рубок на территории лесного региона на основе спутниковых снимков Sentinel-2 с использованием методов искусственного интеллекта для обработки и анализа данных дистанционного зондирования Земли с целью дешифрирования лесных рубок. Предложена нейросетевая модель лесной рубки, позволяющая автоматизировать реализацию полномочий по федеральному государственному лесному надзору на территории лесного региона на примере Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. Приведена схема процедуры обучения модели лесной рубки. Для разработки и обучения модели использованы данные, накопленные в информационной системе «Лесной контроль Югры».

Ключевые слова: космические снимки, нейронные сети, лесные ресурсы, лесные рубки, геоинформационные системы.

ISSUES IN THE MAPPING OF FOREST CUTTINGS IN KHMAO TERRITORY BASED ON SATELLITE IMAGES USING THE NEURAL NETWORK APPROACH

*Kochergin G.A.^{1,2}, Baysalamova O.A.¹, Kupriyanov M.A.¹,
Rusanov M.A.^{1,2}, Abbasov V.R.^{1,2}, Polishchuk Y.M.¹*

¹Ugra Research Institute of Information Technologies, Khanty-Mansiysk,
e-mail: gak@uriit.ru

²Yugra State University, Khanty-Mansiysk

Abstract. The article deals with the methodological issues of identifying and mapping forest cuttings in the forest region on the basis of Sentinel-2 satellite images using artificial intelligence methods for processing and analyzing remote sensing data for the purpose of forest logging interpretation. The neural network model of forest cuttings, which allows to automate the implementation of the federal state forestry supervision on the territory of the forest region on the example of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Ugra, is proposed. The scheme of the training procedure of the forest cuttings model is given. The data accumulated in the information system "Forest Control of Yugra" were used for the development and training of the model.

Keywords: space images, neural networks, forest resources, forest cuttings, geographic information systems.

Введение. Одной из глобальных экологических проблем современности можно считать обезлесение, которое оказывает влияние на многие аспекты жизни человека, в том числе, на изменение климата как вследствие снижения поглощающей способности лесов улавливать и накапливать углекислый газ, так и непосредственного высвобождения огромного количества запасенного углерода при уничтожении лесной растительности. По оценкам экспертов, мировые потери лесных ресурсов в последние десятилетия достигли уровня в несколько десятков миллионов гектаров ежегодно. Активное освоение человеком природных территорий, покрытых лесами, и перевод их в категорию промышленных или сельскохозяйственных земель в дополнение к возросшему количеству лесных пожаров, произошедших по вине человека, приводят к существенному обезлесению территорий. В связи с этим задачи мониторинга лесных экосистем, контроля за незаконными рубками и устойчивого управления лесами являются приоритетными направлениями в сфере охраны окружающей среды.

Более половины территории Ханты-Мансийского автономного округа, занимающего площадь более 530 тыс. кв. км, покрыто лесной растительностью. Активное освоение территории, связанное с разведкой, добычей и транспортировкой углеводородного сырья, приводит к необходимости вырубке лесных насаждений с целью обустройства необходимой обрабатывающей и транспортной инфраструктуры предприятий топливно-энергетического комплекса. Кроме того, в автономном округе ведется интенсивная лесозаготовка, в результате чего вырубке подвергаются довольно обширные территории лесного фонда.

С целью контроля за вырубкой лесных насаждений на территории Ханты-Мансийского автономного округа с 2014 года ведется непрерывный космический мониторинг территории лесного фонда, направленный в том числе на оперативное выявление незаконных лесных рубок. В результате была создана база данных «Реестр изменений лесного фонда ХМАО – Югры» [1], которая содержит более 15 тыс. записей, включающих информацию о выявленных лесных рубках. Наполнение указанной базы данных осуществлялось с использованием разновременных космических снимков, дешифрирование которых проводилось традиционными методами с использованием средств геоинформационной системы QGIS. Однако данный подход обладает рядом существенных недостатков, а именно, высокими требованиями к квалификации специалиста, осуществляющего дешифрирование, сравнительно низкой производительностью при обработке данных дистанционного зондирования Земли на большие площади, субъективность и наличие ошибок дешифрирования, связанных с пропуском небольших по площади лесных рубок.

Вследствие недостаточной эффективности и высоких затрат при использовании традиционных методов анализа космических снимков актуальной является задача автоматизации процесса дешифрирования спутниковых изображений с целью выявления лесных рубок на основе применения методов искусственного интеллекта. Наиболее перспективными рассматриваются методы, основанные на использовании нейронных сетей для классификации спутниковых изображений. Спецификой территории Ханты-Мансийского автономного округа является слаборазвитая транспортная инфраструктура, труднодоступность и высокая заболоченность территории, вследствие чего рубка лесных насаждений производится лесопользователями преимущественно в зимний (снежный) период, который здесь длится не менее 6 месяцев в году. Поэтому известные методы классификации лесных рубок по космическим снимкам, разработанные для экваториальных территорий, не применимы для северных регионов. В связи с этим целью данной работы является разработка нейросетевой модели для выявления лесных рубок по мультиспектральным оптическим космическим снимкам применительно к задачам мониторинга и картографирования лесных рубок на территории ХМАО.

Данные и методы. В качестве исходных данных для дешифрирования лесных рубок были выбраны космические снимки среднего пространственного разрешения со спутника

Sentinel-2, который производит мультиспектральную съемку поверхности Земли с шириной полосы обзора 290 км и повторяемостью съемки одной и той же территории до несколько десятков раз в год для северных широт. Съемка проводится в 13-ти спектральных каналах с различным пространственным разрешением от 10 до 60 м. Используемые в работе снимки на территорию исследования были получены из открытых источников и хранятся в созданном нами ранее региональном архиве [2], включающем 13-канальные космические снимки Sentinel-2 с пространственным разрешением от 10 до 60 м в разных приемных каналах. Важной для разработки нейро-сетевой модели лесной рубки является задача формирования обучающей выборки изображений рубки.

Схема процедуры создания и обучения нейросетевой модели на основе спутниковых снимков, пригодной для картографирования лесных рубок, представлена на рис. 1.



Рис. 1. Общая схема создания и обучения нейросетевой модели

В качестве исходной информации для создания обучающей выборки использовались указанная выше база данных выявленных лесных рубок и архивы космических снимков [2; 3]. Для каждого контура лесной рубки выбиралась пара одновременных космических снимков (до и после рубки). Затем для всех спектральных каналов с разрешением 20 и 60 м проводилась процедура увеличения пространственного разрешения спутниковых изображений до 10 м с использованием нейронной сети глубокого обучения DeepSentinel-2 [4]. На следующем шаге формировалось растровое изображение, которое впоследствии разрезалось на кадры размером 256 на 256 пикселей. Таким образом на каждом сформированном кадре содержалась информация о территории лесного участка до рубки и после нее.

Результаты. В качестве базовой архитектуры модели нейронной сети была выбрана сверточная модель глубокого машинного обучения Unet++ [5], показавшая высокую эффективность в решении задач классификации и сегментации изображений [6]. В результате подготовки обучающей выборки было обработано более 130 пар одновременных космических снимков, полученных в зимние (снежные) месяцы в период 2018–2022 гг., с помощью которых было сформировано более 70 тыс. кадров с контурами лесных рубок, разделенных на обучающую, валидационную и тестовую выборки (табл. 1).

Таблица 1.

Выборки кадров для обучения нейросетевой модели

	Обучающая выборка	Валидационная выборка	Тестовая выборка
Кадры	58 000	10 000	3 600

Обучение модели нейронной сети проводилось на персональном компьютере с 8-ядерным центральным процессором IntelCore i7-9800X частотой 3.8 ГГц, с оперативной памятью 48 Гб и двумя видеокартами NVIDIA GeForce RTX 2080Ti с 11 Гб видеопамати. В качестве критериев для оценки точности обученной нейросетевой модели использовались разные метрики. Первая из них метрика *IOU*, которая рассчитывается как отношение пересечения реального полигона рубки и полигона рубки, найденного моделью, к объединению этих полигонов, и фактически отражает среднюю площадь правильно распознанных контуров лесных рубок.

Две другие метрики *Recall* (полнота) и *Precision* (точность) рассчитывались по формулам:

$$\text{Recall} = \frac{TP}{TP + FN}, \quad (1)$$

$$\text{Precision} = \frac{TP}{TP + FP} \quad (2)$$

где *TP* (true positive) – истинно-положительный исход классификации, то есть рубка правильно распознавалась моделью,

FN (false negative) – ложноотрицательный исход классификации, то есть рубка не была распознана моделью,

FP (false positive) – ложноположительный исход классификации, то есть рубка была ошибочно классифицирована как рубка.

Четвертая метрика, называемая *F*-мерой, рассчитывается по формуле:

$$F = 2 \frac{\text{Precision} * \text{Recall}}{\text{Precision} + \text{Recall}} \quad (3)$$

Эта метрика, представляющая собой компромиссную оценку между точностью и полнотой, оказывается на практике более эффективной при оценивании точности модели и может быть принята в качестве основной оценки.

Ниже, в таблице 2, приводятся рассчитанные по реальным данным значения точности нейросетевой модели выявления лесных рубок. Как видно из таблицы, исследованные метрики дают близкие и достаточно высокие оценки, что позволяет использовать их в задачах определения и картографирования лесных рубок.

Таблица 2.

Рассчитанные значения точности нейросетевой модели по разным метрикам

Метрика	<i>IOU</i>	<i>Recall</i>	<i>Precision</i>	<i>F</i>
Значение	0,78	0,85	0,87	0,85

Заключение. Предложена нейросетевая модель лесной рубки сверточной структуры, позволяющая автоматизировать реализацию полномочий по федеральному государственному лесному надзору на лесных территориях. Приведена схема создания и обучения модели лесной рубки, ориентированной на решение задач выявления и картографирования лесных рубок на территории лесного региона на примере Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. Для обучения модели использованы данные о реальных лесных рубках, накопленные в информационной системе «Лесной контроль Югры», и спутниковые снимки Sentinel-2. Проведена оценка точности нейросетевой модели с использованием известных критериев, которая показала достаточно высокую точность выявления лесных рубок с помощью разработанной модели (до 85–87 %).

Литература:

1. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2016620648 Российская Федерация. Реестр изменений лесного фонда ХМАО – Югры : № 2016620412 : заявл. 06.04.2016 : опубл. 23.05.2016 / Р. М. Габдрахманов, Г. А. Кочергин, М. А. Куприянов [и др.] ; заявитель автономное учреждение Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Югорский научно-исследовательский институт информационных технологий». – EDN WOIKT.
2. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2016620923 Российская Федерация. – Архив космических снимков : № 2016620615 : заявл. 10.05.2016 : опубл. 06.07.2016 / Р. М. Габдрахманов, Г. А. Кочергин; заявитель автономное учреждение Ханты-Мансийского автономного округа - Югры «Югорский научно-исследовательский институт информационных технологий». – EDN RRGSPX.
3. Copernicus Sentinel-2 Data. – 2015. – Processed by ESA. – Текст электронный. – URL: <https://scihub.copernicus.eu> (Дата обращения: 02.03.2023 г.).
4. Super-resolution of Sentinel-2 images : Learning a globally applicable deep neural network / C. Lanaras, J. Bioucas-Dias, S. Galliani [et al.] // ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. – 2018. – V. 146. – P. 305-319.
5. Unet++: A nested u-net architecture for medical image segmentation / Z. Zhou, M. M. Rahman Siddiquee, N. Tajbakhsh, J. Liang // Deep Learning in Medical Image Analysis and Multimodal Learning for Clinical Decision Support : 4-th International Workshop, DLMIA 2018, and 8th International Workshop, ML-CDS 2018, Held in Conjunction with MICCAI 2018 (Granada, Spain, September 20, 2018), Proceedings 4. Springer International Publishing, 2018. Pp. 3–11.
6. Jiang Y. AGD-Linknet: A Road Semantic Segmentation Model for High Resolution Remote Sensing Images Integrating Attention Mechanism, Gated Decoding Block and Dilated Convolution / Y. Jiang, C. Zhong, B. Zhang // IEEE Access. – 2023. – P. 22585-22595.

УДК 504.4.054

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГРУНТА АНТРОПОГЕННОГО
«ФИТОНОКС» ПРИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ХМАО – ЮГРЫ
ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ ПРИРОДНОЙ ПОДЗЕМНОЙ ВОДЫ**

Лебедева С.Н.

*Сургутский государственный университет, Сургут,
e-mail: lebedeva_sn@inbox.ru*

Аннотация. В статье рассматривается проблема безопасного обращения с иловыми осадками, образованными на канализационных очистных сооружениях. Представлены результаты гидрохимического анализа подземных вод до и после проведения рекультивационных работ с применением антропогенного грунта на полигоне утилизации ТБО пос. Федоровский. Сравнительная оценка химического состава подземных вод в динамике 2018–2022 гг. подтверждает эффективность применения грунта антропогенного «Фитонокс» при рекультивации нарушенных земель.

Ключевые слова: антропогенный грунт, осадки сточных вод, полигон утилизации ТБО, рекультивация, подземные воды.

**EVALUATION OF EFFECTIVENESS THE USE ANTHROPOGENIC SOIL “FITONOKS”
DURING THE RECLAMATION OF DISTURBED LANDS KHMАО – YUGRA
BY THE HYDROCHEMICAL INDICATORS OF NATURAL GROUNDWATER**

Lebedeva S.N.

*Surgut State University, Surgut,
e-mail: lebedeva_sn@inbox.ru*

Abstract. The article deals with the problem of safe handling of sludge formed at sewage treatment plants. The results of a hydrochemical analysis of groundwater before and after reclamation work using anthropogenic soil at the MSW disposal site in the village Fedorovsky. A comparative assessment of the chemical composition of groundwater in the dynamics of 2018–2022 confirms the effectiveness of the use of anthropogenic soil "Fitonoks" in the reclamation of disturbed lands.

Keywords: anthropogenic soil, sewage sludge, MSW disposal site, reclamation, groundwater.

В рамках реализации федерального проекта «Чистая страна», созданного с целью реализации национального проекта «Экология», впервые в ХМАО – Югре в 2020 году был рекультивирован полигон утилизации твердых бытовых отходов в пос. Федоровский [1].

Целью исследования является оценка эффективности применения грунта антропогенного «Фитонокс» при рекультивации нарушенных земель ХМАО – Югры по гидрохимическим показателям природной подземной воды.

Рекультивация территории полигона ТБО выполнялась в два последовательных этапа: технический и биологический.

Биологический этап рекультивации включал комплекс фитомелиоративных и агротехнических мероприятий. Данные процедуры направлены прежде всего на

восстановление плодородия нарушенных земель. Задачей данного этапа рекультивации являлось создание условий для начала нового почвообразовательного процесса. Также планировалось формирование растительного покрова, который должен играть противозерозионную роль [2].

Реализована санитарно-гигиеническая рекультивация нарушенных земель, которая подразумевает не только консервацию, но и закрепление поверхности нарушенных земель водонепроницаемыми и устойчивыми к температурным колебаниям материалами, а также нанесение экранизирующего слоя почвы и выполнение мелиоративных работ.

Для рекультивации полигона в связи с отсутствием почвенно-растительного слоя, предусмотрено использование плодородного грунта для создания плодородного слоя необходимой мощности.

В связи с актуальностью соблюдения принципов политики Российской Федерации в области обращения с отходами, в т.ч. использования наилучших доступных технологий при обращении с отходами, а также предотвращения негативного влияния отходов производства и потребления на здоровье человека и окружающую природную среду, были вовлечены в хозяйственный оборот осадки очистных сооружений г. Сургута в качестве дополнительных источников сырья отходы [3].

Количество образуемых на очистных канализационных сооружениях отходов постоянно растет на территории как округа, так и страны, и в мире в целом. Также и усугубляются проблемы, связанные с безопасной переработкой иловых осадков. Для их хранения требуются огромные территории площадей, а утилизация нуждается в привлечении значительных материально-технических ресурсов [4].

На сегодняшний день в мировом сообществе также данная проблема не решена окончательно. Важность этого вопроса назревает в том числе из-за активной урбанизации населения и образования мегаполисов. Изучение и оценка научных публикаций за последние несколько лет указывает на необходимость всестороннего подхода к утилизации отходов. Необходимо учитывать не только экономическую целесообразность, но и санитарно-гигиеническую состоятельность тех или иных решений [5].

Так как иловые осадки содержат много органического вещества – при их внесении происходит увеличение содержания гумуса в почве. Также осадки рассматриваются как один из основных источников поступления азота в почву. В результате изготовления грунта получается гомогенная масса, имеющая высокую питательную среду для дальнейшего озеленения. Вместе с тем, грунт, изготовленный из иловых осадков, рассматривается как один из основных источников поступления азота в почву [8].

При рекультивации полигона утилизации твердых бытовых отходов в пос. Федоровский для создания плодородного слоя необходимой мощности использован грунт антропогенный «Фитонокс». Грунт изготовлен путем смешения с природными компонентами (песок, торф и т.д.). В результате получена гомогенная масса, имеющая высокую питательную среду и пригодна для дальнейшего озеленения.

Данный способ производства почвогрунтов за № 19 включен в информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям «очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов».

В соответствии с установленной областью применения грунт антропогенный «Фитонокс» может использоваться также для технической рекультивации в качестве инертного материала. Грунтом могут заполняться отработанные карьеры, выемки, которые образованы при добыче полезных ископаемых, а также при разработке песка и глины. Также грунт используется при строительстве обваловок. Вместе с тем, грунт может быть использован и для биологической рекультивации [9].

Антропогенный грунт был использован в ходе биологической рекультивации полигона ТБО п.г.т. Федоровский в рамках Федерального партийного проекта «Чистая страна» в Ханты-Мансийском автономном округе-Югре.

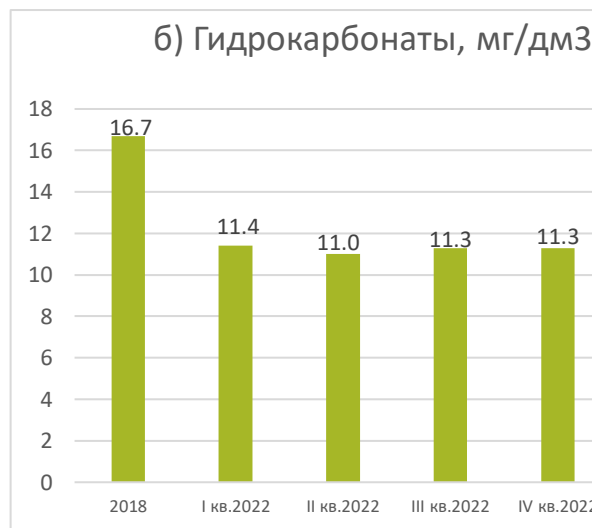
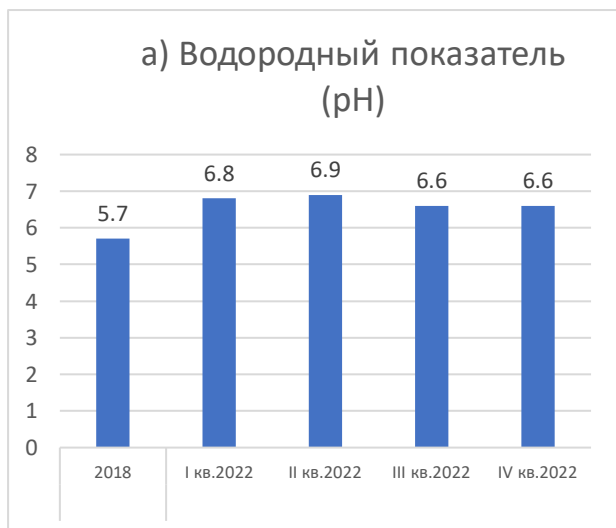
В соответствии с федеральным законом об отходах производства и потребления необходимо проводить мониторинг состояния окружающей среды объектов размещения отходов. Предметом мониторинга таких объектов является оценка воздействия на следующие компоненты окружающей среды: поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух, почва.

Начало проведения мониторинга предусмотрено после проведения работ по рекультивации полигона. Рекомендуемый период наблюдения – 3 года [6].

До проведения рекультивационных работ в основании полигона утилизации отсутствовал искусственный гидроизоляционный экран. В грунтах, подстилающих отходы уровень грунтовых вод зафиксирован на глубине 0–1,6 м от кровли слоя. Грунтовые воды залегают как в отходах, так и в естественных грунтах. При проведении инженерных изысканий была отобрана проба подземной воды на территории расположения объекта изысканий.

В рамках мониторинга отбор проб природной подземной воды проводился в фоновой и контрольной точках полигона. Фоновая скважина находится вне зоны влияния полигона ТБО пгт. Федоровский выше полигона по потоку грунтовых вод, контрольная скважина расположена по направлению течения подземных вод [6].

По данным гидрохимического анализа проведена сравнительная оценка показателей подземных вод до и после проведения рекультивационных работ на полигоне утилизации ТКО пос. Федоровский с применением антропогенного грунта. На рисунке 1 представлены результаты водородного показателя (рН), содержания гидрокарбонатов, нитритов и железа (взяты показатели из проб контрольной скважины полигона).



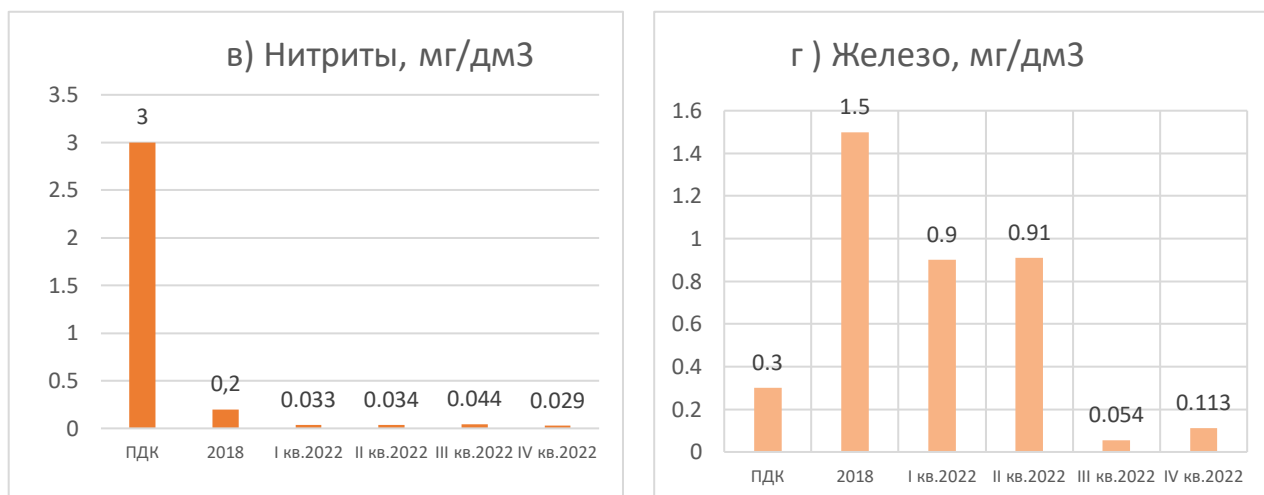


Рис. 1. Гидрохимические показатели природных подземных вод в динамике 2018–2022 гг:
а) водородный показатель; б) гидрокарбонаты (мг/дм³); в) нитриты (мг/дм³); г) железо (мг/дм³)

По результатам лабораторных исследований, проведенных в рамках мониторинга на рекультивированном полигоне ТБО пгт. Федоровский, установлено следующее.

Полученные результаты лабораторных исследований подземной природной воды не превышают нормативы ПДК анализируемых показателей, за исключением общего железа [7].

Значение рН в динамике 2018–2022 гг варьировало в диапазоне от 5,7 до 6,9. В зависимости от результатов водородного показателя подземные воды классифицируются как слабокислые и нейтральные.

Содержание гидрокарбонатов в динамике 2022 г. изменялось незначительно от 11,0 мг/дм³ до 11,4 мг/дм³. До проведения рекультивации значение гидрокарбонатов находилось на уровне 16,7 мг/дм³. В целом на фоне снижения содержания НСО₃ отмечено увеличение водородного показателя.

Гидрокарбонатные ионы имеют свойство нейтрализации кислых вод водных объектов. В норме в природных водах водородный показатель находится в пределах от 6,5 до 8,5, что можно объяснить в том числе присутствием в них гидрокарбонатов. В связи с тем, что воды являются преимущественно гидрокарбонатными, а водородный показатель увеличился по сравнению с 2018 годом, данные факты могут свидетельствовать об уменьшении степени кислотности подземных вод, что в свою очередь указывает на улучшение качества подземной воды после рекультивационных работ.

Превышение нормативов по содержанию общего железа отмечены в 2018 г. (5 ПДК), 1,5 мг/дм³. Кроме негативного воздействия объекта размещения отходов это может быть обусловлено природными условиями таежной зоны Западной Сибири. Кислая среда водоносных пластов, вызывающая превышение установленных нормативов по железу на территории округа, возникла в связи с заболоченностью территории Югры.

Подземные водоносные пласты в большей степени подвержены нитратному загрязнению, чем водоемы поверхностные. Нитриты появляются в воде в основном в результате биохимического окисления аммиака или восстановления нитратов. Повышенные концентрации нитритов указывают на наличие загрязнений в подземных водах.

По результатам лабораторного анализа содержание нитрит-ионов за период исследования отмечена положительная динамика: от 0,2 мг/дм³ в 2018 г. к 0,029 мг/дм³ в 2022 г. В целом количество нитритов и нитратов в подземных водах рекультивированного объекта не превышают установленных стандартов, кроме того, показатели снизились после проведения рекультивационных работ.

Также уменьшились показатели ртути и свинца, что указывает на снижение токсического воздействия, оказываемого на подземные воды полигоном утилизации пос. Федоровский [7].

Пробы подземной природной воды по микробиологическим показателям соответствуют требованиям СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

В целом отмечена положительная динамика значений гидрохимических показателей природной подземной воды после проведения рекультивационных работ. Применение антропогенного грунта может быть рекомендовано с дальнейшей возможностью восстановления нарушенных земель с целью улучшения экологической обстановки на территории ХМАО – Югры.

Литература:

1. Постановление Правительства РФ от 15.04.2014 № 326 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Охрана окружающей среды».
2. Постановление Правительства РФ от 10.07.2018 № 800 «О проведении рекультивации и консервации земель».
3. Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления».
4. Пугачев Е. А. Очистка городских сточных вод мегаполиса. – М. : Изд-во АСВ, 2015. – 136 с.
5. Utilization of urban sewage sludge: Chinese perspectives // Environmental science and pollution research international. – 2012. – V. 19. – P. 1454-1463. – DOI: 10.1007/s11356-012-0760-0.
6. Проектная документация 17.005-ИОС.7 «Рекультивация полигона утилизации ТБО пгт. Федоровский».
7. Протоколы испытаний воды природной подземной за 2018; 2022 гг.
8. ГОСТ Р 54534-2011. Ресурсосбережение. Осадки сточных вод. Требования при использовании для рекультивации нарушенных земель.
9. ТУ 5711-001-65020858-2015. Грунт антропогенный Фитонокс.

УДК 528.7

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛАГОЗАПАСА В РАСТИТЕЛЬНОМ ПОКРОВЕ НА ТЕРРИТОРИИ КАЗАХСТАНА С ПРИМЕНЕНИЕМ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ

Мезенцева О.В.¹, Кусаинова А.А.², Галиуллина К.Р.²

¹*Омский государственный педагогический университет, Омск,
e-mail: mezolga@yandex.ru*

²*Карагандинский технический университет им. А.С. Сагинова, Караганда,
e-mail: aimarh@mail.ru; kgaliullina461@gmail.com*

Аннотация. в статье проведено исследование состояние растительности и уровень количества влагозапаса в растительном покрове на территории западного Казахстана с применением спутниковых снимков. Анализ снимков осуществлялся по показателям нормализованного относительного индекса растительности NDVI и нормализованного разностного водного индекса NDWI.

Ключевые слова: индекс, растительность, влажность, водные объекты, спутниковый снимок.

RESEARCH OF MOISTURE IN VEGETATION COVER ON THE KAZAKHSTAN TERRITORY USING SATELLITE IMAGES

Mezentseva O.V.¹, Kusainova A.A.², Galiullina K.R.²

¹*Omsk State Pedagogical University, Omsk, e-mail: mezolga@yandex.ru*

²*Karaganda Technical University named after A.S. Saginov, Karaganda,
e-mail: aimarh@mail.ru; kgaliullina461@gmail.com*

Abstract. The article conducted a study of the state of vegetation and the level of moisture storage in the vegetation cover in western Kazakhstan using satellite images. The analysis of the images was carried out by the normalized relative vegetation index NDVI and normalized difference water index NDWI.

Keywords: index, vegetation, humidity, water bodies, satellite image.

Климат западного Казахстана резко континентальный, засушливый. Теплые атлантические воздушные массы на увлажнение территории почти не оказывают влияния, ввиду их поступления сюда сильно трансформированными, а равнинный рельеф местности не способствует их задержанию. Каспийское море и Аральское море оказывают ограниченное влияние на местность. Это заметно только в узкой полосе побережья и выражается в небольшом увеличении влажности воздуха, повышении температуры в зимние месяцы, понижении температуры в летние месяцы, в уменьшении годовых и суточных амплитуд температуры. Средняя температура января – самого холодного месяца -7, -11°C. В летнее время на большей части территории устанавливается продолжительная жаркая погода.

Средняя температура июля (самого жаркого месяца) не ниже +25,0° С. В отдельные годы температура воздуха повышается до +41...+46° С. Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха выше 0°С... 235–255 дней. Среднее годовое количество осадков не превышает 140–200 мм. Максимум осадков приходится на теплый период года 85–120 мм [1].

Для того чтобы провести исследование влаги в растениях и в почве на территории западного Казахстана в районе г. Атырау были применены данные спутниковой системы landsat-8. Спутниковые снимки анализировались по показателям нормализованного относительного индекса растительности NDVI и нормализованного разностного водного индекса NDWI.

NDVI (Нормализованный относительный индекс растительности) — это числовой показатель качества и количества растительности на участке поля. Он рассчитывается по спутниковым снимкам и зависит от того, как растения отражают и поглощают световые волны разной длины. В таблице 1 представлены значения индекса NDVI. Значения для растений лежат в диапазоне от 0 до 1.

Таблица 1.

Значения индекса NDVI

Индекс	Характеристика
-1,0 до 0	Объекты неживой природы и инфраструктуры — снег, вода, песок, камни, дома, дороги и т. п.
0–0,15	На участке все растения погибли. Такие показатели соответствуют вспаханной почве без вегетации.
0,15–0,2	Низкий показатель здоровья растительности.
0,2–0,3	Относительно достаточный показатель. Соответствует среднему здоровью растительности
0,3–0,5	Достаточный показатель. Здоровая растительность
0,5–1,0	Высокий показатель здоровья растительности

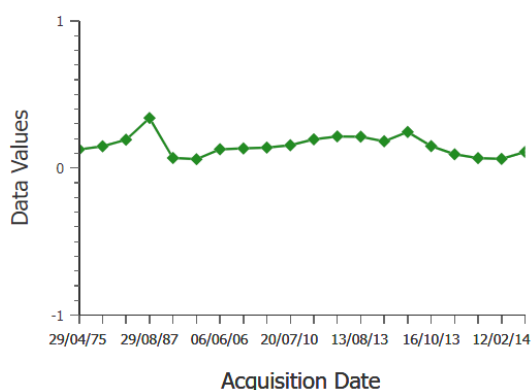


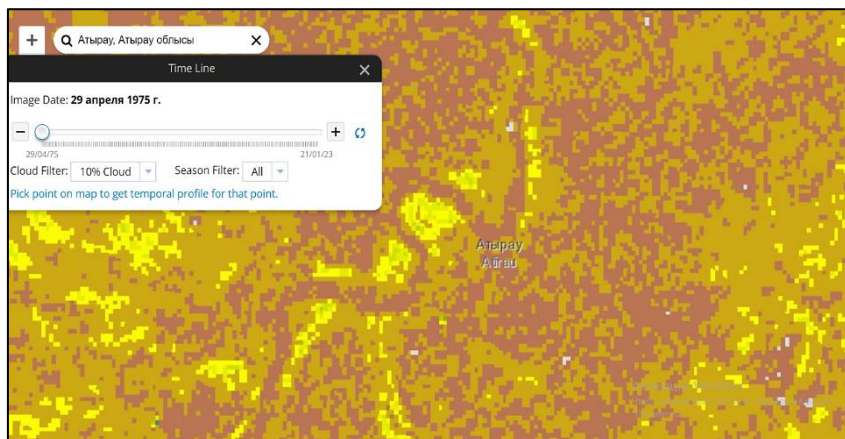
Рис. 1. Значения индекса NDVI на территории западного Казахстана за конкретные даты 1975, 1987, 2006, 2010, 2013, 2014 гг.

По данным рисунка 1, на территории западного Казахстана в районе г. Атырау за весь исследуемый период (39 лет) индекс NDVI находился в интервале 0,1...0,4. Максимальное значение ...0,4 отмечается в 29 августа 1987 г., что объясняет расположение территории в пустынной природной зоне [2].

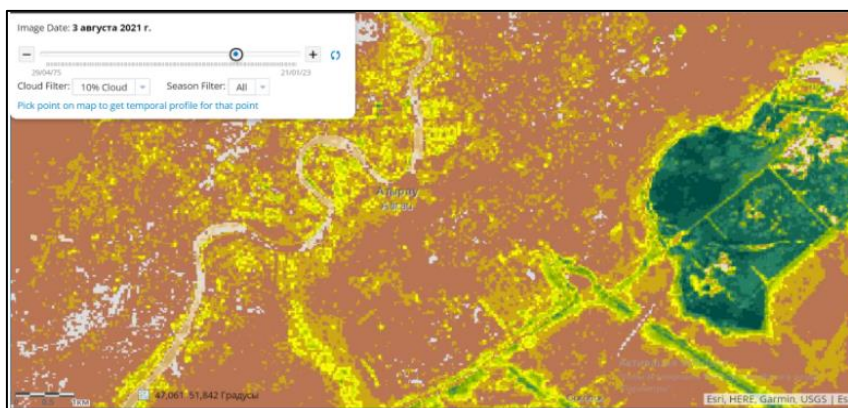
По данным снимка на рисунке 2 (а) за 29 апреля 1975 года выявлен низкий индекс растительности. Желтые и коричневые оттенки показывают низкий и очень низкий уровень здоровья растительности. Это объясняется низким увлажнением и расположением территории

в пустынной зоне, где преобладают песчаные почвы. В западной части видно преобладание желтого и ярко-желтого оттенка, это указывает на более здоровую растительность.

По спутниковому снимку за 3 августа 2021 года, видно катастрофическое положение растений на западе территории. Преобладание коричневого цвета, указывает на нездоровую растительность с низким индексом NDVI. Здоровая растительность заметна в восточной части территории, в узкой полосе побережья рек и озер, она выражается в зеленом оттенке. Лето 2021 года было засушливым на данной территории [3].



а)



б)

Рис. 2. Фрагмент спутниковых снимков растительности, датируемых 29 апреля 1975 г. (а) и 3 августа 2021 года (б) на территории западного Казахстана

Нормализованный разностный водный индекс NDWI определяет количество влагозапаса в растительном покрове, которое взаимодействует с поступающим солнечным излучением. Значения индекса NDWI приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Значения индекса NDWI

Индекс	Характеристика
-1,0 до -0,3	Засуха или объекты неводной поверхности (песок, камни, дома, дороги и т. п.)
-0,3–0	Умеренная засуха
0 –0,2	Оптимальная влажность
0,2–1	Высокая влажность или поверхность воды

Индекс NDWI показывает участки с высоким содержанием влаги в голубых тонах и области с низким содержанием влаги в оранжевых тонах. Индекс увлажнения – отличный инструмент для мониторинга уровня засухи и оценки тенденций опустынивания. По представленным данным на рисунке 3 на территории западного Казахстана в районе г. Атырау на спутниковом снимке за 6 августа 1987 года индекс увлажнения показывает, что на территории в целом достаточно влаги. На снимке за 29 августа 2022 года уровень влажности критически низкий. Вся исследуемая область приобрела оттенки желтого, что указывает на минимальное количество увлажнения. На западе и востоке исследуемой территории отмечаются крайне засушливые участки, которые находятся по уровню влажности в критическом положении. Средний индекс влажности выявлен только вокруг водных объектов. На остальных участках, отдалённых от водных объектов, отмечается низкий индекс NDWI [4].

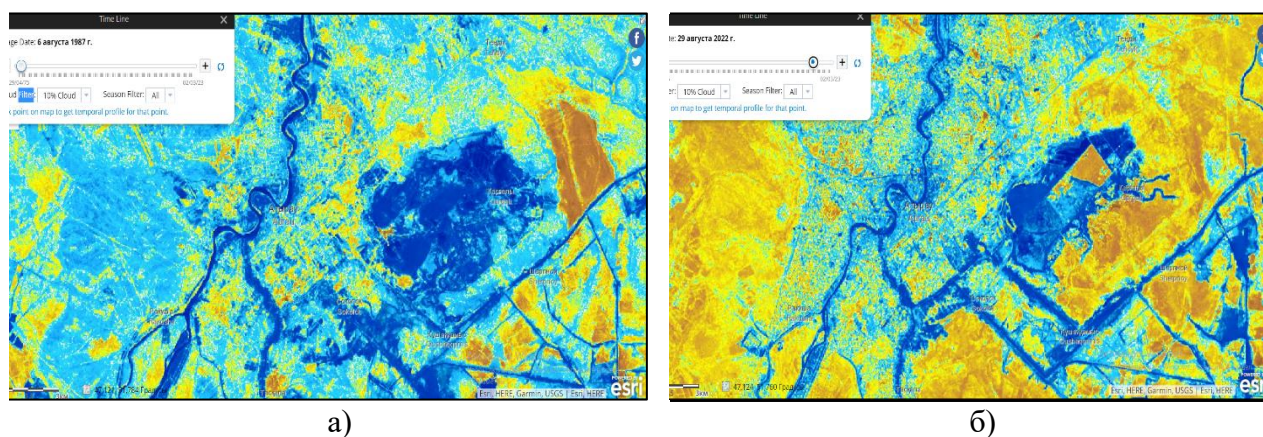


Рис. 3. Фрагмент спутниковых снимков, датируемых 6 августа 1987 г. (а) и 29 августа 2022 г. (б) на территории западного Казахстана

По итогам исследования на территории западного Казахстана, в районе г. Атырау, можно сделать следующие выводы:

– по показателям индекса NDVI определено, что за 39 лет здоровье растительности в зависимости от сезона показывает различный уровень – от 0,1 до 0,4. Тенденции последних лет представлены снижением данного индекса. Лугово-пастбищные сельскохозяйственные ландшафты всё больше подвергаются влиянию засухи и снижению влаги в растениях.

– по показателям индекса NDWI отмечается низкий уровень количества влагозапаса в растительном покрове. Оптимальный индекс влажности выявлен лишь около водных объектов. Тенденции последних лет представлены также снижением данного индекса. В последние годы отмечается уменьшение урожая сельскохозяйственных культур из-за недостаточного увлажнения.

Анализ значений индексов NDVI и NDWI можно использовать в целях мониторинга сельскохозяйственных полей для предотвращения гибели сельскохозяйственных культур. Если по спутниковому снимку видно аномальные значения NDVI или NDWI, то есть те, которые сильно отличаются от показателей всего поля, то нужно проверять этот участок.

Сельское хозяйство – одна из наиболее перспективных сфер для использования данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), в том числе в целях повышения урожайности растениеводства. Большинство проблем с водными и земельными ресурсами связаны с антропогенными воздействиями. Участки с отклонением от фона увлажнения с увеличением или уменьшением обводненности, наличием в большей или меньшей мере растительного покрова, различной степенью засоленности почв, отмечаются преимущественно в городской черте и на окраинах. В пределах города, особенно его промышленных зон, всё большее развитие приобретают площади, деградировавшие в результате антропогенной деятельности.

Литература:

1. Кусаинова А. А. О современном состоянии сельскохозяйственных земель Северного Казахстана / А. А. Кусаинова, Ж. Н. Болан, А. К. Еремекбай // Сибирская деревня: 200 лет развития Омской области – от реформ М. М. Сперанского до агропромышленного центра Сибири: м-лы XII Междунар. науч.-практ. конф., посв. 200-летию Омской области (Омск, 21–23 сентября 2022 г.). – Омск: Омский гос. аграрн. ун-т им. П. А. Столыпина, 2022. – С. 376-380.
2. Официальный сайт интерактивного сервиса «Landsat App». – URL: <https://livingatlas2.arcgis.com/landsatviewer/> (дата обращения 06.03.2023 г.). – Текст : электронный.
3. Кусаинова А. А. Изменение количества осадков за теплый период в северном Казахстане / А. А. Кусаинова, Н. Р. Мукаматжан, О. В. Мезенцева // Природопользование и охрана природы: М-лы VIII Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (Томск, 11 апреля 2019 г.). – Томск : Парус, 2019. С. 68-70.
4. Tusupbekov Z. A. Assessment of long-term variability of heat-water balance characteristics during the growing season of the territory of Northern Kazakhstan / Z. A. Tusupbekov, O. V. Mezentseva, A. A. Kusainova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Dushanbe, Virtual, 27–29 октября 2021 г.). – Vol. 1010. – Dushanbe: IOP Publishing Ltd, 2022. – P. 012067. – DOI 10.1088/1755-1315/1010/1/012067.

УДК 631.436:551.34

ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ ТОРФЯНИКОВ ПРИРОДНОГО ПАРКА «НУМТО» (ХМАО – ЮГРА)

Московченко Д.В., Губарьков А.А.
Тюменский научный центр СО РАН, Тюмень,
e-mail: moskovchenko1965@gmail.com

Аннотация. Исследован температурный режим мерзлых торфяных почв на южном пределе распространения. Почва бугра пучения относится к длительно-сезоннопромерзающему типу, глубина сезонного протаивания составляет около 2 м, мерзлота несливающаяся. В плоскобугристом торфянике мерзлота сливающегося типа, протаивание 0,5 м. На глубине нулевых теплооборотов (7 м) температура плоскобугристого торфяника составляет -0.1°C , бугра пучения -0.3°C . Таким образом, многолетнемерзлые породы высокотемпературные, неустойчивые к потеплению климата.

Ключевые слова: многолетнемерзлые породы, температурный режим, криогенные почвы, торфяные почвы, бугристые торфяники.

TEMPERATURE REGIME OF PEATLANDS “NUMTO” NATURAL PARK (KHMAO – YUGRA)

Moskovchenko D.V., Gubarkov A.A.
Tyumen Scientific Center SB RAS, Tyumen,
e-mail: moskovchenko1965@gmail.com

Abstract. The temperature regime of frozen peat soils at the southern limit of permafrost distribution has been studied. The soil of the pingo belongs to the long-term seasonally freezing type, the depth of seasonal thawing is about 2 m. In a flat frost mound bog, thawing depth is 0.5 m. At a depth of zero heat cycles (7 m), the temperature of a flat-frost mound bog is -0.1°C , and that of a pingo is -0.3°C . Thus, permafrost is high-temperature, unstable to climate warming.

Keywords: permafrost, temperature regime, cryogenic soils, peat soils, hilly peatlands.

Современное потепление климата особенно сильно проявляется в полярных и приполярных районах. Одним из наиболее серьезного последствия потепления является таяние многолетнемерзлых пород (ММП). На юге криолитозоны мерзлота приурочена главным образом к торфяникам. Существуют две противоположны точки зрения на «поведение» мерзлоты на южной границе. Одни исследователей считают, что потепление климата приведет к таянию мерзлых торфяников в зоне редкоостровной вечной мерзлоты в ближайшие десятилетия [1; 2]. По другой точке зрения, на юге криолитозоны происходит увеличение площади ММП вследствие интенсивного прироста торфяного горизонта на бугристых торфяниках, а также осушения болот, инициированного потеплением климата [3].

Нами исследован температурный режим бугристых торфяников на южном пределе распространения. Район исследований расположен в природном парке Нумто (Белоярский район ХМАО – Югры, ($63^{\circ}12'–63^{\circ}40'$ с.ш., $70^{\circ}35'–70^{\circ}51'$ в.д.)). Здесь встречаются как мерзлые,

так и немерзлые болота. Среди мерзлых болот широко распространены плоскобугристые торфяники с буграми, покрытыми ерниково-кустарничково-лишайниковой растительностью и осоково-сфагновые в мочажинах. Реже встречаются крупнобугристые болота, кустарничково-лишайниковые на вершинах, иногда с одиночными деревьями, ерниковые по склонам и осоково-гипновыми обводненными мочажинами. Средняя за период 1969–2021 гг. температура воздуха по данным метеостанции Юильск была отрицательной ($-3,5^{\circ}\text{C}$).

Для оценки температурного режима почв на территории парка, начиная с 2019 г., была заложена сеть наблюдательных скважин глубиной 10 м, оборудованных датчиками (логгерами). Датчики запрограммированы на 4 измерения температуры в сутки. Наиболее длительный ряд наблюдений получен по двум скважинам, одна из которых расположена на крупном (высотой около 6 м) бугре пучения с мерзлым минеральным ядром, а вторая – на плоскобугристом торфянике.

На бугре пучения мощность торфа составляет 30 см на вершине и 1 м на склонах. Глубина снежного покрова на вершине бугра, по данным съемки 2020 г., составила 21 см. На плоскобугристом торфянике мощность торфа составляет 3,1 м. Глубина снежного покрова в среднем 36 см. Почвы мерзлых бугров относятся к деструктивным торфяным олиготрофным.

Показатели температурного режима почв на разных глубинах представлены в табл. 1.

Таблица 1.

Показатели температурного режима (средние данные по периоду сентябрь 2019–август 2022 гг.)

Участок	Показатели	Глубина, м										
		0	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	
Бугор пучения	Т год, $^{\circ}\text{C}$	0,8	1,1	1,3	0,9	-0,1	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,3	-0,3
	$\sum T > 0$	1609	1215	837	347	0	0	0	0	0	0	
	$\sum T < 0$	-1331	-853	-391	-18	-29	-56	-78	-81	-110	-102	
Плоскобугристый торфяник	Т год, $^{\circ}\text{C}$	1,3	-0,4	-0,4	-0,3	-0,2	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	
	$\sum T > 0$	1040	6	0	0	0	0	0	0	0	0	
	$\sum T < 0$	-560	-153	-144	-96	-80	-75	-43	-49	-35	-43	

Т год – средняя за год температура;

$\sum T > 0$ сумма положительных среднесуточных температур;

$\sum T < 0$ сумма отрицательных среднесуточных температур.

Среднегодовая температура поверхности почвы, в отличие от среднегодовой температуры воздуха, была положительная: $+0,8^{\circ}\text{C}$ на бугре пучения, $+1,3^{\circ}\text{C}$ на плоскобугристом торфянике. Годовой ход температуры почвы на разных глубинах в сопоставлении с температурой воздуха представлен на рис. 1. Годовая амплитуда температуры поверхности почвы меньше амплитуды температуры воздуха на 30–40 градусов. Особенно значительные отличия наблюдались в январе 2021 г., когда разница между температурой воздуха и поверхности почвы составила более 25°C . По данным метеостанции Юильск, в январе 2021 г. глубина снежного покрова составляла 20 см (гр5.ru), что значительно меньше среднегодовой нормы. Малая глубина снега вызвала сильное охлаждение почвы в этот период.

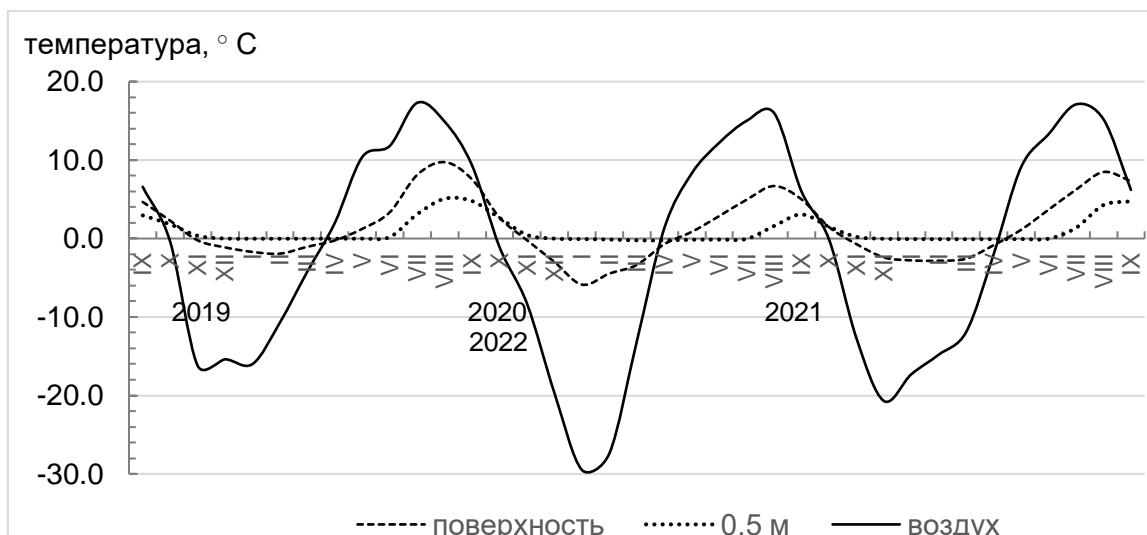


Рис. 1. Температурный режим почв бугра пучения в период с сентября 2019 г. по сентябрь 2022 г.

Промерзание поверхностного горизонта почв начинается 15–18 октября. Продвижение волны холода вглубь почвы идет различными темпами. Волна нулевых температур достигала глубины 50 см в почве плоскобугристого торфяника в конце второй декады октября, в бугре пучения – в конце первой декады ноября. Зимние температуры в поверхностном слое минимальны в почве бугра пучения, что связано с малой мощностью снежного покрова на вершине бугра (в среднем 21 см), вследствие чего зимой охлаждение здесь идет наиболее сильно. Мерзлота здесь несливающегося типа. Период с отрицательными температурами поверхности на плоскобугристом торфянике продолжается до начала мая, на бугре пучения – до первой декады апреля.

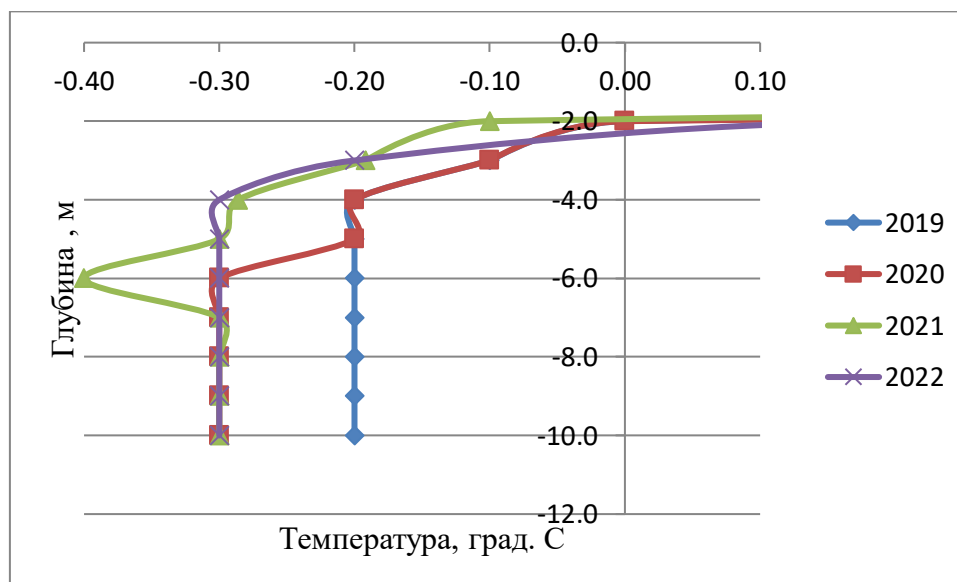


Рис. 2. Распределение температур в скважине на бугре пучения.

Глубина сезонного протаивания бугра пучения составляет 2,0 м, плоскобугристого торфяника – около 0,5 м. Глубокое протаивание бугра пучения по сравнению с плоскобугристым торфяником связано с относительно небольшим слоем торфа, а также с тем,

что бугор прогревается летом не только сверху, но и сбоку. В верхней части разреза на глубине 2 м наблюдается увеличение температуры пород с переходом в положительный диапазон (рис. 2). Так, в 2022 г., с 16 августа по 10 сентября температура повысилась с 0,05 до 0,2 °С. Дальнейшее опускание кровли мерзлоты может сопровождаться вытаиванием внутригрунтовых льдов и снижением высоты многолетнего бугра пучения.

На глубине нулевых теплооборотов (7 м) температура плоскобугристого торфяника составляет -0.1°С, бугра пучения -0.3°С. таким образом, многолетнемерзлые породы высокотемпературные.

Исследованные нами почвы, в соответствии с классификацией теплового режима (Димо, 19171), относятся к разным категориям. Почва бугра пучения относится к длительно-сезоннопромерзающему типу: мерзлота в них несливающаяся, среднегодовая температура в верхних 50 см положительная. Олиготрофные торфяные почвы плоскобугристого торфяника относятся к мерзлотному типу: для них характерна сливающаяся мерзлота и отрицательная среднегодовая температура.

Залогом сохранения ММП на буграх пучения является сохранение малой мощности снежного покрова. Тенденция к увеличению глубины снега, равно как и возможное увеличение фитомассы кустарников и кустарничков, способствующее снегозадержанию, делают неблагоприятным прогноз сохранности ММП. Вероятно, именно под крупнобугристыми торфяниками ММП начнут протаивать первыми.

Финансирование. Работа выполнена при поддержке гранта РФФ 23-27-00366.

Литература:

1. Bauer I. E. Peatland dynamics in a complex landscape: development of a fen-bog complex in the sporadic discontinuous permafrost zone of northern Alberta, Canada / I. E. Bauer, D. H. Vitt / – Текст : электронный // *Boreas*. – 2011. – V. 40. – P. 714-726. – <https://doi.org/10.1111/j.1502-3885.2011.00210.x>.
2. Chasmer L. Threshold loss of discontinuous permafrost and landscape evolution / L. Chasmer, C. Hopkinson // *Glob. Chang. Biol.* – 2017. – V. 23. – P. 2672-2686. – <https://doi.org/10.1111/gcb.13537>.
3. Шполянская Н. А. Современное изменение климата и реакция криолитозоны (на примере Западной Сибири и Европейского Севера России) / Н. А. Шполянская, Г. Г. Осадчая, Г. В. Малкова // *Географическая среда и живые системы*. – 2022. – № 1. С. 6-30. – DOI: 10.18384/2712-7621-2022-1-6-30.

УДК 58.009

**ИССЛЕДОВАНИЕ НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ
В *MELILOTUS OFFICINALIS* L.,
ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО НА ТЕРРИТОРИИ ХМАО – ЮГРЫ**

Мулюкин М.А.¹, Кравченко И.В.¹, Бараненко Д.А.²
¹Сургутский государственный университет, Сургут,
e-mail: mulyukin_ma@mail.ru
²Университет ИТМО, Санкт-Петербург

Аннотация. Методом атомно-абсорбционной спектроскопии определено количественное содержание тяжелых металлов в вегетативных и генеративных органах воздушно-сухого растительного сырья *Melilotus officinalis*, произрастающего на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры.

Ключевые слова: *Melilotus officinalis*, тяжелые металлы, атомно-абсорбционная спектроскопия.

**STUDY OF ACCUMULATION OF HEAVY METALS
IN *MELILOTUS OFFICINALIS* L.
GROWING ON THE TERRITORY OF KHMАО – YUGRA**

Mulyukin M.A.¹, Kravchenko I.V.¹, Baranenko D.A.²
¹Surgut State University, Surgut,
e-mail: mulyukin_ma@mail.ru
²ITMO University, St. Petersburg

Abstract. The method of atomic absorption spectroscopy was used to determine the quantitative content of heavy metals in the vegetative and generative organs of the air-dry plant material *Melilotus officinalis* growing on the territory of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Yugra.

Keywords: *Melilotus officinalis*, heavy metals, atomic absorption spectroscopy.

Melilotus officinalis L. (донник лекарственный) – двулетнее ароматное травянистое растение из семейства бобовых (Fabaceae) с сильно ветвистым стеблем высотой 0,5–1,3 (2) м. Растение степной и лесостепной зон, растёт по сухим лугам, как сорняк в посевах, а также на пустырях, залежах, по лесным опушкам, в лесополосах, по обочинам дорог.

Трава донника лекарственного имеет разнообразный химический состав, что подтверждается многочисленными исследованиями. Известно, что содержание кумаринов находится в диапазоне от 0,4 до 0,9 %. Среди них в большей степени преобладают: кумарин, дигидрокумарин, дикумарол, мелилотозид. Также в растительном сырье донника лекарственного присутствуют флавоноиды: робинин, кловин, кепферол, глюкозиды кепферола и кверцетина, лютеолин, цинарозид. *Melilotus officinalis* содержит эфирное масло

0,016 масс. %. Качественный состав представлен и другими классами химических веществ: тритерпеноидами, фенолкарбоновыми кислотами, высшими жирными кислотами [1; 2; 3].

Донник лекарственный обладает противовоспалительным, вентонизирующим, анальгезирующим, фибринолитическим, антикоагулянтным, спазмолитическим, а также мягчительным, раздражающим и отвлекающим действием, что позволяет использовать его в качестве лекарственного растительного сырья. Настой из травы используют для обмываний, припарок и компрессов, при гнойничковых поражениях кожи. Экстракт из надземной части проявляет активность в отношении вируса гриппа, а также обладает антиоксидантной активностью [3; 4].

Помимо биологически активных веществ, содержащиеся в растениях, в них также присутствуют тяжелые металлы (ТМ). Тяжелыми металлами принято считать металлы с атомной массой более 50. Следует отметить, что на их накопление растениями влияют не только природные источники поступления ТМ в окружающую среду (ОС), но также довольно большую роль играет техногенное воздействие, которое представлено работой автотранспорта, теплоэнергетическими предприятиями, химической промышленностью, мусоросжигающими установками и прочее [5].

Химические элементы в растениях выполняют определенные функции в физиологических процессах и их распределение по органам растений неравномерно. От того насколько активно поглощение металлов клетками корневой системы и как эффективно происходит их перемещение по растению, зависит не только распределение элементов, но и их общее содержание. Поглощение ТМ из почвы корнями растений неодинаково на разных стадиях роста и развития растений. Затем эти элементы транспортируются по растению и накапливаются в его надземных частях. Аккумуляция ТМ в растении влияет не только на его рост и развитие в целом, но также включает в себя развитие окислительного стресса, блокирование функциональных групп в биомолекулах, нарушение процессов дыхания, транспорта веществ. При высоком содержании ТМ у растений заметны признаки хлороза, некроза, увядание надземной части и опадание листьев. Физиологические процессы, которые происходят внутри растительного объекта, подвержены ингибирующему действию ТМ. Особое влияние оказывает токсичность металла и его концентрация в ОС. Следует отметить, что продолжительность воздействия ТМ, биологические особенности вида растительного объекта и его возрастное состояние также влияют на физиологию. Поскольку ТМ оказывают непосредственное воздействие как на процесс дыхания, так и на растяжение растительных клеток, то это в свою очередь, приводит к возможному торможению роста растения [5].

Цель работы. Определить содержание тяжелых металлов в вегетативных и генеративных органах *Melilotus officinalis*, произрастающего на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры.

Материалы и методы. Объектами исследований стали образцы донника лекарственного, произрастающего на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. Выбор данного вида для исследования обусловлен тем, что его химический состав обладает довольно большим разнообразием химических соединений, что в свою очередь позволяет использовать этот вид в качестве лекарственного растительного сырья.

Растительный материал заготавливали в 2022 году. Процесс заготовки сырья состоял из следующих стадий: сбор сырья, первичная обработка, сушка, измельчение, упаковка, маркировка, хранение. В качестве объектов исследования выбрали следующие морфологические части лекарственного растительного сырья: листья, стебли, семена и корни.

Навеску растительного сырья 1 г помещали в фарфоровый тигель и далее проводили минерализацию проб растений в муфельной печи ЭКПС-10 при температуре 550°C в течение 1,0–1,5 часа. Тигли с полученной золой вынимали из муфельной печи и охлаждали в эксикаторе в течение 1 часа. Далее производили взвешивание образцов на электронных аналитических весах AND GH-200 и готовили кислотные вытяжки для определения

содержания химических элементов атомно-абсорбционным методом [6]. Эксперимент проводили в трех повторностях.

Результаты исследований подвергали статистической обработке данных с помощью MS Excel, рассчитывали среднее арифметическое и стандартное отклонение.

Результаты и обсуждение. Количественный анализ содержания металлов в растительном сырье *M. officinalis* представлен в таблице 1.

Таблица 1.

Содержание тяжелых металлов (мг/кг сухой массы) в *Melilotus officinalis*

Часть растения	Металлы					
	Cu	Mn	Pb	Zn	Cr	Cd
Листья	1,79±0,18	66±4	0,189±0,022	12,7±1,6	0,32±0,05	0,005±0,000
Стебли	3,47±0,13	31±4	1,00±0,09	42,3±2,3	0,81±0,05	0,018±0,000
Семена	3,08±0,11	35±4	0,68±0,05	43±6	0,57±0,07	0,0113±0,0019
Корни	3,5±0,3	21,1±1,4	0,69±0,09	45±3	0,48±0,04	0,0141±0,0023

В ходе проведенного исследования обнаружено, что наименьшее содержание тяжелых металлов аккумулируется в листьях донника лекарственного, за исключением марганца (Mn), содержание которого является максимальным и составляет 66 мг/кг. Критическая концентрация для дефицита марганца обычно ниже 10–20 мг/кг сухого веса. Дефицит Mn у растений вызывает нарушение роста, приводящее к уменьшению биомассы. Это может быть вызвано меньшим количеством хлоропластов, более низкой эффективностью фотосинтеза и уменьшением содержания хлорофилла, а также наблюдается высокая восприимчивость к патогенным инфекциям и снижению устойчивости к низким температурам [7].

Содержание меди (Cu) варьировалось от 1,79 до 3,5 мг/кг. Эти значения согласуются с литературными данными, где концентрация меди не превышает 10 мг/кг. Дефицит Cu приводит к задержке роста растений, деформации или пожелтению молодых листьев (хлорозу), скручиванию краев листьев [8; 9].

Концентрация свинца (Pb) во всех исследуемых частях растения не превышала установленный фармакопейной статьей числовой показатель (6 мг/кг). Наибольшее содержание цинка (Zn) замечено в корнях донника лекарственного и составляет 45 мг/кг, что в 3,5 раза больше, чем содержание его в листьях. Полагают, что Zn повышает устойчивость растений к сухим и жарким погодным условиям, а также к бактериальным и грибковым заболеваниям. Максимальное накопление хрома (Cr) было замечено в стеблях донника лекарственного и составило 0,81 мг/кг. Визуально симптомы токсичности Cr проявляются в увядании надземной части растительного сырья и повреждении корневой системы. Типичными признаками являются также хлороз молодых листьев, следствием чего происходит замедление фотосинтеза. Содержание кадмия (Cd) варьировалось от 0,005 до 0,018 мг/кг, что в значительной мере меньше его предельно допустимой концентрации в растительном сырье (1,0 мг/кг). По литературным данным известно, что большая часть Cd аккумулируется в тканях корней. Высокое содержание Cd приводит к задержке роста, повреждению корневой системы, хлорозу листьев, проявлению красно-бурой окраски их краев или прожилок [9; 10; 11].

Выводы. В результате проведенных исследований, установлено различное накопление тяжелых металлов в морфологических частях *Melilotus officinalis*. Сравнение с данными санитарных норм и с литературными источниками показало, что содержание тяжелых металлов в исследованных образцах находится в пределах допустимых значений.

Литература:

1. Растительные ресурсы России: Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. – Т. 3. Семейства Fabaceae – Ariaceae / отв. ред. А. Л. Буданцев. – СПб.; М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2010. – 601 с.
2. Мулюкин М. А. Компонентный состав эфирного масла *Melilotus officinalis*, произрастающего в ХМАО – Югре / М. А. Мулюкин, Э. Х. Ботиров // Уч. Зап. Крымского федер. Ун-та им. В. И. Вернадского. – Биология. Химия. – 2022. – Т. 8. – № 4. – С. 282-289.
3. Al-Snafi A. E. Chemical Constituents and Pharmacological Effects of *Melilotus officinalis* – A Review // IOSR Journal of Pharmacy. – 2020. – Vol. 10. – № 1. – P. 26-36.
4. Chemical constituents and antioxidant, anti-inflammatory and anti-tumor activities of *Melilotus officinalis* (Linn.) Pall. / Y. T. Liu, P. H. Gong, F. Q. Xiao [et al.] // Molecules. – 2018. – Vol. 23. – № 2. – P. 271.
5. Титов А. Ф. Тяжелые металлы и растения / А. Ф. Титов, Н. М. Казнина, В. В. Таланова. – Петрозаводск: Карельский науч. центр РАН, 2014. – 194 с.
6. ГОСТ 30178-96. Сырье и пищевые продукты. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов. – URL: [http:// docs.cntd.ru/document/1200021152](http://docs.cntd.ru/document/1200021152). – Текст : электронный.
7. Manganese in Plants: From Acquisition to Subcellular Allocation / S. Alejandro, S. Holler, V. Meier [et al.] // Front. Plant Sci. – 2020. – Vol. 11. – P. 1-19.
8. Physiological and Molecular Mechanisms of Plant Responses to Copper Stress / G. Chen, J. Li, H. Han [et al.] // Int. J. Mol. Sci. – 2022. – Vol. 23. – P. 12950.
9. Гагиева Л. Ч. Содержание питательных веществ, металлов и БАВ в *Melilotus officinalis* (L.) Desr. / Л. Ч. Гагиева, Ц. У. Созанов, К. Г. Караев // Изв. горского гос. аграрного ун-та. – 2017. – Т. 54. – № 2. – С. 212-219.
10. Кабата-Пендиас А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас / Пер. с англ. – М. : Мир, 1989. – 439 с.
11. СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 180 с.

УДК 556

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДЕЙ ТЕРМОКАРСТОВЫХ ОЗЕР В ВОСТОЧНО-СИБИРСКОЙ АРКТИКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ КАРТЫ ESA WORLDCOVER

Муратов И.Н.¹, Сайфуллина Л.Л.²

¹ Югорский научно-исследовательский институт информационных технологий,
Ханты-Мансийск, e-mail: ildarmur@gmail.com

² Югорский государственный университет, Ханты-Мансийск,
e-mail: timergazina.liliyaa@gmail.com

Аннотация. Статья посвящена вопросам дистанционного исследования термокарстовых озер Восточно-Сибирской Арктики. Разработана методика определения площадей термокарстовых озер, основанная на материалах карты ESA WorldCover. Из исходной карты извлечены данные по количеству и площадям термокарстовых озер, на территории площадью 900 000 км². Построена карта термокарстовых озер Восточно-Сибирской Арктики.

Ключевые слова: ESA WorldCover, мерзлотные ландшафты, термокарстовые озера, Восточно-Сибирская Арктика, парниковые газы.

DETERMINATION AREA OF THERMOKARST LAKES IN THE EAST SIBERIAN ARCTIC USING ESA WORLDCOVER MAP DATA

Muratov I.N.¹, Saifullina L.L.²

¹ Ugra Research Institute of Information Technologies, Khanty-Mansiysk,
e-mail: ildarmur@gmail.com

² Yugra State University, Khanty-Mansiysk,
e-mail: timergazina.liliyaa@gmail.com

Abstract. The article is devoted to long-range studies of thermokarst lakes in the East Siberian Arctic. A method for determining the areas of thermokarst lakes based on the materials of the ESA WorldCover map has been developed. Data on the number and areas of thermokarst lakes were extracted from the original map, on an area of 900,000 km². A map of thermokarst lakes in the East Siberian Arctic has been constructed.

Keywords: ESA WorldCover, permafrost landscapes, thermokarst lakes, East Siberian Arctic, greenhouse gases.

Введение. В условиях современных климатических изменений большой интерес представляет проблема оценки объемов эмиссии парниковых газов с территории Арктической зоны как места сосредоточения термокарстовых озер – интенсивных источников метана и углекислого газа. Озера составляют лишь малую часть земной поверхности, но они являются местами интенсивной биогеохимической активности и, в итоге, служат мощным источником эмиссии парниковых газов в атмосферу. Объемы эмиссии в атмосферу парниковых газов из

озер определяются их суммарной площадью [1]. Поэтому задача определения площадей термокарстовых озер на различных территориях с использованием спутниковых данных представляется важной для оценки объемов накопления озерного метана.

Ранее, подобные работы уже проводились для территорий Арктической зоны России. В качестве основных материалов использовались оптические космические снимки со спутников Landsat и Sentinel-2 [2; 3; 4]. В методическом плане, обработка космических снимков представляла длительный процесс, включающий подбор снимков, их загрузку, обработку и выделение водных объектов с использованием различных индексов.

Большой интерес представляют материалы ESA WorldCover [5] в виде глобальной карты классификации почвенно-растительного покрова, включающей и водные объекты. Материалы ESA WorldCover, как источник данных о площадях термокарстовых озер, суть альтернатива спутниковым снимкам. Использование данных WorldCover сокращает издержки на обработку снимков и, в перспективе, повышает точность определения площадей озер.

Целью данной работы стало определение площадей термокарстовых озер Восточно-Сибирской Арктики с использованием данных карты ESA WorldCover.

Данные и методы. Исследуемая территория площадью 900 000 км² располагается в зоне арктического климатического пояса Восточной Сибири. Средняя температура в январе изменяется от -27 до -44°C. Средняя температура июля изменяется от 4°C до 15°C. На территории исследования широко распространены многолетнемёрзлые породы, достигающие на северо-востоке Якутии наибольшей (до 500 м) мощности при постоянной температуре – 10°C и сравнительно тонком (от 30 до 100 см) слое сезонного протаивания [2].

В работе использованы данные цифровой карты ESA WorldCover 2020 содержащей 10 классов почвенно-растительного покрова, в том числе класс с водными объектами. Преимуществом карты WorldCover перед аналогичными картами классификации ландшафтов является использование комбинации данных оптической съемки спутника Sentinel-2 и радиолокационных данных спутника Sentinel-1, что повышает качество выделения водных объектов [6]. Размер пикселя карты соответствует лучшему пространственному разрешению используемых спутников, и составляет 10 м. Для построения карты использованы данные съемки за 2020 год, что обуславливает её высокую актуальность.

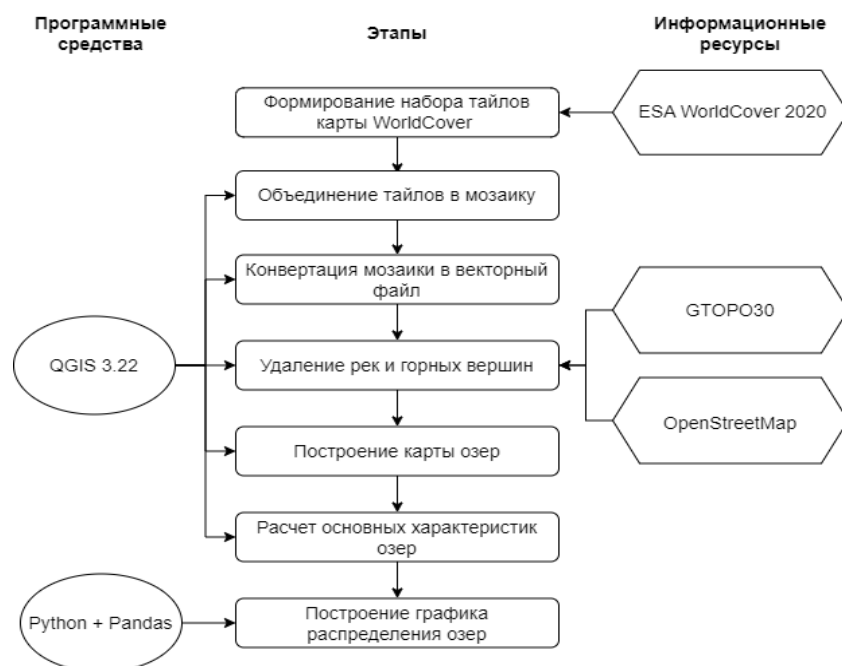


Рис. 1. Схема процедуры обработки тайлов карты и получения данных о пространственных характеристиках озер

Обработка данных карты WorldCover, проведена с использованием стандартных средств геоинформационной системы QGIS 3.22. Исходная карта доступна для загрузки в виде фрагментов (растровых тайлов) размерами 3×3 градуса. Процедура получения данных о пространственных характеристиках озер выполняется в виде последовательности этапов, представленных в виде схемы на рисунке 1.

На территорию исследования сформирована коллекция из 147 тайлов, загруженных с сайта Европейского космического агентства. Все тайлы были объединены в растровую мозаику, конвертированную в векторный файл. Из векторного файла были удалены все классы, кроме класса воды. Полученные векторные границы водных объектов содержали кроме озер многочисленные реки и ручьи, а также ошибочно классифицированные как вода горные вершины. Реки и ручьи были удалены с использованием маски рек и ручьев, подготовленной на основе данных из OpenStreetMap. Ошибки в виде горных вершин удалены с использованием цифровой модели рельефа GTOPO30. Для всех озер были рассчитаны основные характеристики (количество и площади), и выполнен экспорт в табличные данные. Анализ данных и построение графиков производились с использованием языка программирования Python 3.8 и его библиотеки для обработки и анализа данных Pandas.

Результаты. Получены данные о пространственных характеристиках термокарстовых озер в Восточно-Сибирской Арктике на площади 900 тыс. км². Построена карта распространения озер на исследуемой территории (рисунок 2). На карте продемонстрированы границы исследуемой территории и термокарстовые озера.

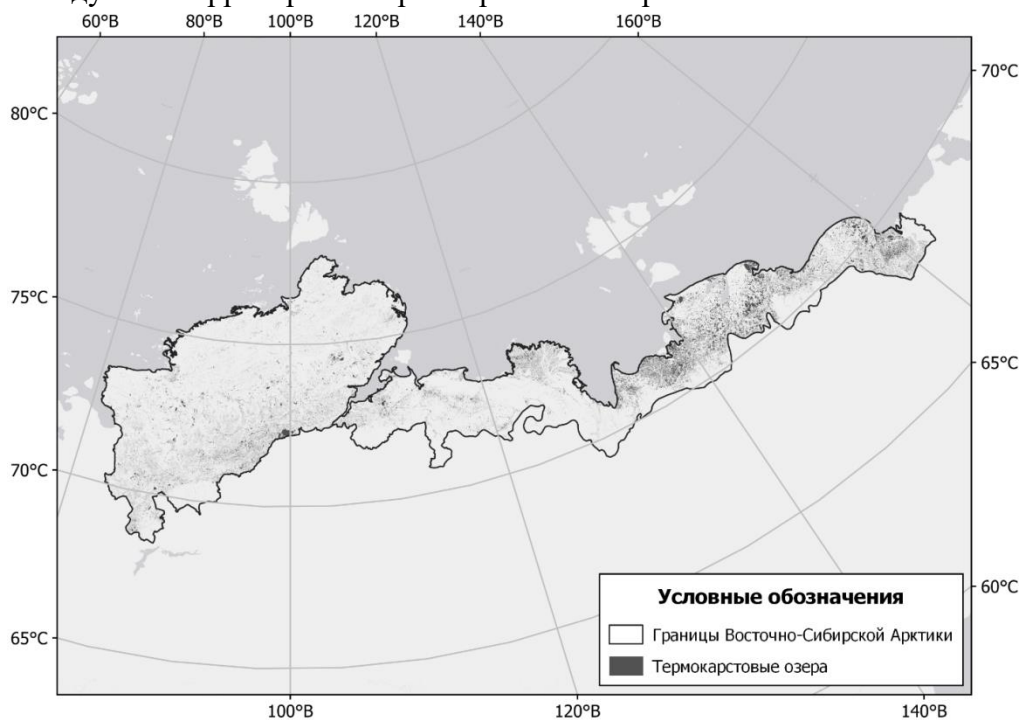


Рис. 2. Карта термокарстовых озер Восточно-Сибирской Арктики

В результате исследования получены данные об 1 млн озер суммарной площадью более 78 000 км². Это означает, что примерно 9 % территории покрыто озерами. Густота озерной сети составила 111 озер на 100 км², что, согласно классификации [3], соответствует густой сети. Полученные показатели свидетельствуют о высоком распространении термокарстовых озер на территории Восточно-Сибирской Арктики, что согласуется с ранее проведенными исследованиями [2; 7].

На рисунке 3 приведена гистограмма распределения озер по размерам. Гистограмма демонстрирует тенденцию снижения числа озер с увеличением их размеров. Наибольший интерес представляет интервал размеров озер от 500 до 4000 м², где наблюдается «провал», нарушающий общую тенденцию. Вероятно, это вызвано особенностями работы механизма классификации исходной карты WorldCover. Для получения более точной оценки, необходимо провести сравнение с другими данными для этой территории.

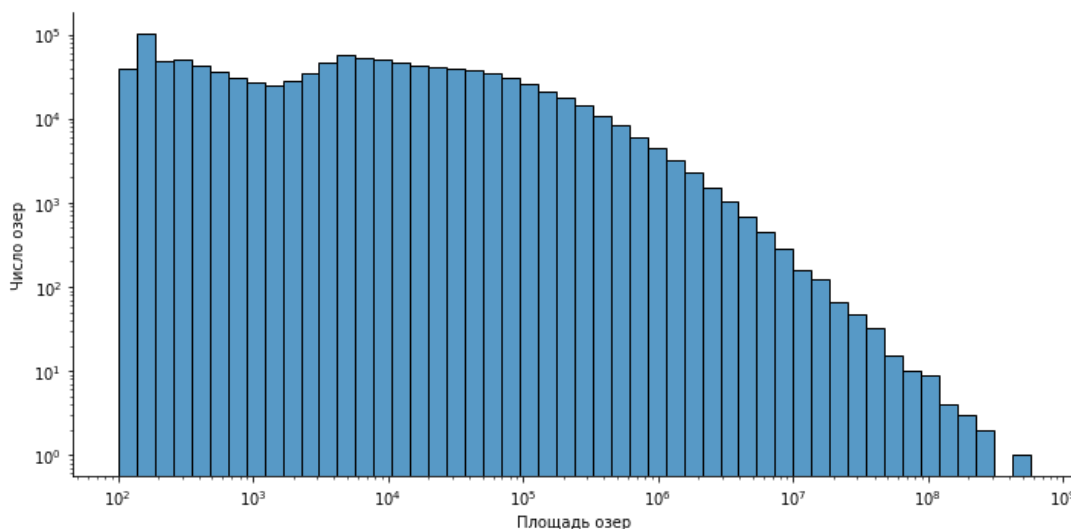


Рис. 3. Гистограмма распределения озер Восточно-Сибирской Арктики по размерам

Заключение. Разработана методика определения площадей озер по данным карты ESA WorldCover, применительно к территории Восточно-Сибирской Арктики. Общая площадь исследуемой территории составила 900 тыс. км². Проведена обработка данных карты ESA WorldCover, получены данные о пространственных характеристиках и местоположении термокарстовых озер, построена карта распространения озер и гистограмма распределения озер по размерам. Результаты показали высокую степень распространения термокарстовых озер на территории Восточно-Сибирской Арктики, что согласуется с ранее проведенными исследованиями.

Результаты работы показывают применимость разработанной методики обработки данных WorldCover в вопросах получения пространственных характеристик термокарстовых озер. Полученные результаты могут быть использованы в задачах оценки объемов эмиссии метана и углекислого газа из тундровых озер в атмосферу и их вклада в глобальный парниковый эффект, а также в оценке динамики площадей озер и объемов накопления парниковых газов в озерах в условиях современных климатических изменений в Арктической зоне.

Литература:

1. Методические вопросы оценки запасов метана в малых термокарстовых озерах криолитозоны Западной Сибири / Ю. М. Полищук, В. Ю. Полищук, Н. А. Брыксина [и др.] // Изв. Томского политех. ун-та. – 2015. – Т. 326. – № 2. – С. 12-135.
2. Полищук В. Ю. Анализ взаимосвязи изменений климата и динамики термокарстовых озер в арктической зоне Таймыра / В. Ю. Полищук, М. А. Куприянов, Ю. М. Полищук // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2021. – Т. 16. – № 5.

3. Кравцова В. И. Исследование динамики площади и количества термокарстовых озер в различных районах криолитозоны России по космическим снимкам / В. И. Кравцова, Т. В. Родионова // Методы исследований криосферы. – 2016. – № 1. – С. 81-89.

4. Дистанционное исследование термокарстовых озер арктической тундры Таймыра / И. Н. Муратов, А. Ш. Ибраева, Л. Л. Тимергазина, Ю. М. Полищук // Вестник Югорского гос. ун-та. – 2021. – Вып. 1. – С. 62-71. – DOI: 10.17816/byusu20210162-71.

5. ESA WorldCover 10 m v100 / D. Zanaga, R. van De Kerchove, W. De Keersmaecker [et al.]. – 2020-2021. – URL: <https://doi.org/10.5281/zenodo.5571936> (дата обращения 20.02.2023). – Текст : электронный.

6. АРКТИКА / В. М. Котляков, В. Е. Хаин, В. Н. Гуцуляк, А. И. Данилов // Большая российская энциклопедия (2020). – URL: <https://bigenc.ru/geography/text/3452274> (Дата обращения: 15.02.2023). – Текст : электронный.

7. Кравцова В. И. Распространение термокарстовых озер в России в пределах современной зоны мерзлоты // Географическая картография и аэрокосмические методы. – 2009. – № 3. – С. 33-42.

УДК 556

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ РЕКИ САЙМА ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Смолка Я.С., Шорникова Е.А.

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

Аннотация. В работе представлены результаты исследования гидрохимического и микробиологического состояния реки Сайма за 2021–2022 год. Отмечено превышение значений ПДК_в по 8 гидрохимическим показателям. В составе микробного сообщества преобладают сапрофитные гетеротрофные бактерии, однако в 10 контрольных створах отмечается высокая доля фенолрезистентных бактерий, что свидетельствует о возможной антропогенной нагрузке.

Ключевые слова: загрязнение водоемов, река Сайма, оценка качества вод, ПДК, микробное сообщество, численность бактерий.

ASSESSMENT OF THE WATER QUALITY OF THE SAIMAA RIVER BY HYDROCHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL INDICATORS

Smolka Ya.S., Shornikova E.A.

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

Abstract. The paper presents the results of a study of the hydrochemical and microbiological state of the Saimaa River for 2021–2022. There was an excess of MPC values for 8 hydrochemical indicators. Saprophytic heterotrophic bacteria predominate in the microbial community, however, a high proportion of phenol-resistant bacteria is noted in 10 control sites, which indicates a possible anthropogenic load.

Keywords: pollution of reservoirs, Saimaa River, assessment of water quality, MPC, microbial community, number of bacteria.

Ранее водоемы использовались в экосистеме города в качестве транспортной системы, в хозяйственных целях, для отдыха и ловли рыбы. С развитием городов водные объекты приобрели существенные изменения. В настоящее время водоемы играют незначительную роль и являются дополнительным ресурсом в городской среде. Река Сайма для жителей города Сургута имеет большое эстетическое и рекреационное значение. В пределах водосборной площади расположен городской парк площадью 45,3 га. В ходе строительных работ, в связи с интенсивной урбанизацией и реконструкцией парка За Саймой, произошло изменение режима стока, нарушение площади водосбора и превращение постоянного водотока во временный.

Водные экосистемы чрезвычайно быстро реагируют на изменения вследствие хозяйственной и промышленной деятельности человека. Накопление загрязняющих веществ в водных объектах ухудшает их санитарное состояние и снижает их водохозяйственный потенциал.

Цель исследования: мониторинг экологического состояния реки Сайма.

Объект исследования – река Сайма, которая образуется от слияния трех рукавов и является притоком реки Обь. Длина правого и левого рукава – 1,5 км, среднего 1,3 км.

Исследование проводилось в 2021–2022 году в период с июля по октябрь. Отбор образцов производился из 15 контрольных створов (рис. 1). Отбор проб производился в соответствии с ГОСТ 59024–2020 [2].

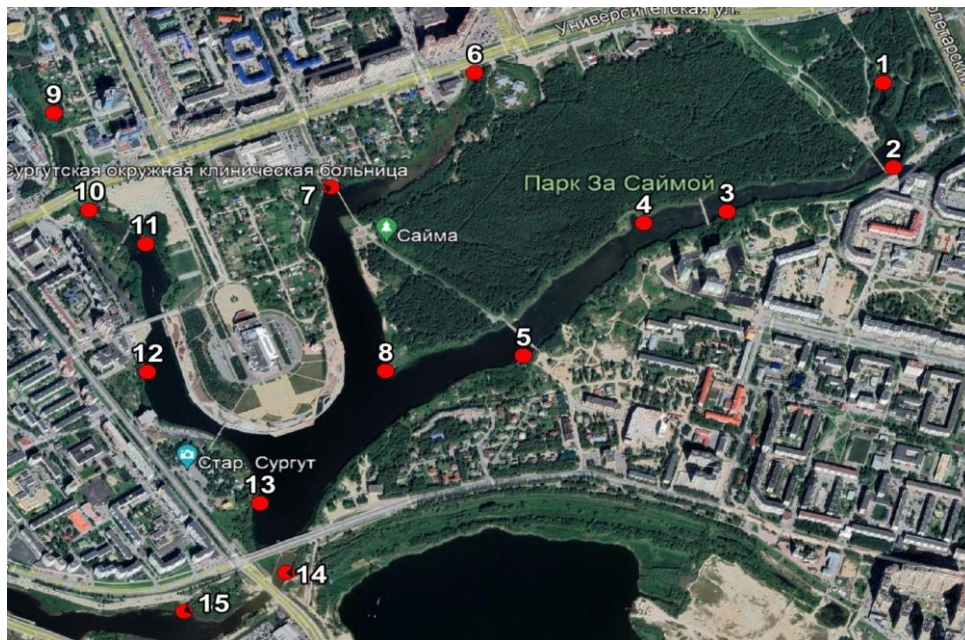


Рис. 1. Схема расположения точек отбора

Пробы анализировались по 19 гидрохимическим и микробиологическим показателям с использованием стандартных методов на базе лаборатории Экологического мониторинга кафедры экологии и биофизики СурГУ [1; 3]. Концентрации химических веществ сравнивались с нормативами ПДК_в [4]. Для оценки качества воды реки Сайма по бактериологическим показателям использовалась классификация О.П. Окснюк и В.Н. Жукинского [5].

pH. В реке Сайма за период исследования значение pH варьировало в диапазоне от 7,14 до 8,93. В 6 пробах отмечены значения pH превышающие 8 единиц, что свидетельствует о высокой интенсивности антропогенной нагрузки на водный объект.

Растворенный кислород (O₂). Концентрация растворенного кислорода варьирует от 2,44 до 15,52 мг/л. По сравнению с 2021 годом содержание кислорода увеличилось в 33 % проб. В контрольных створах (КС) № 9 и 11 концентрация кислорода не соответствует нормативным требованиям. Для водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения ПДК_в не должна быть ниже 4 мг/л. Дефицит кислорода по проценту насыщения наблюдается в 80 % проб. По сравнению с 2021 годом – дефицит насыщения кислорода наблюдался у 50 % проб, отмечено снижение процента насыщения воды кислородом.

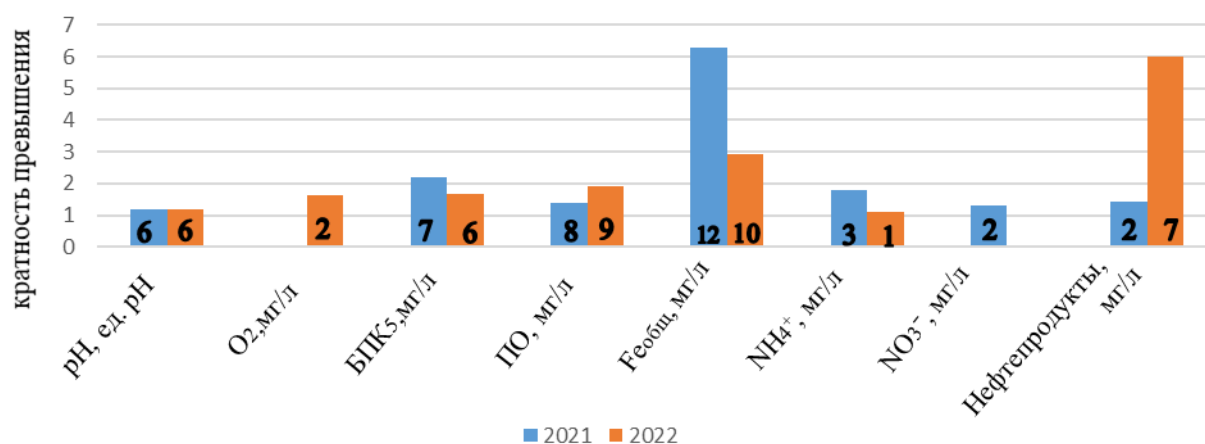


Рис. 2. Распределение концентраций относительно экологического норматива за период 2021–2022 гг. (*количество проб, в которых выявлены превышения нормативных значений)

Биохимическое потребление кислорода (БПК₅). Значения БПК₅ варьировали от 0,8 до 8,8 мг/л. По сравнению с 2021 годом в 40 % проб выявлено увеличение БПК₅. Норматив для водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения составляет 4 мг/л. В 47 % проб выявлено превышение ПДК_в до 1,7 раз (рис. 2). По данному показателю пробы воды реки Сайма соответствуют классам качества вод, которые представлены в таблице 1 [6].

Таблица 1.

Классы качества вод по величине БПК₅

Уровень загрязненности воды и класс качества	Точки отбора 2021	Точки отбора 2022
Очень чистые	-	№ 13–14
Чистые	№ 3–5	№ 9, 11–12
Умеренно загрязненные	№ 1, 15	-
Загрязненные	№ 2, 10, 13	№ 1–3, 6
Грязные	№ 6–9, 11–12, 14	№ 4–5, 7–8, 10, 15

Перманганатная окисляемость (ПО) варьирует в пределах от 2,2 до 13,7 мг/л. Согласно нормативным требованиям значение ПО не должно превышать 7 мг/л. В 60 % проб значение ПО превышает ПДК_в. Повышенная окисляемость характерна для вод рек Сургутского района [7]. ПО является показателем содержания в воде органических соединений.

Железо общее (Fe_{общ}). Содержание Fe_{общ} в пробах менялось в диапазоне от 0,07 до 1,9 мг/л. Согласно утвержденным нормативам ПДК_в Fe_{общ} – 0,3 мг/л. В 67 % проб концентрация Fe_{общ} превышает ПДК_в до 3 раз (рис. 2). Высокие концентрации обусловлены геохимической особенностью формирования поверхностных вод региона, с заболоченных лесных массивов происходит смыв в поверхностные воды веществ гумусового происхождения.

Ион аммония (NH₄⁺). По результатам исследования концентрация NH₄⁺ в 2022 году варьировала от 0,05 до 1,65 мг/л. В незагрязненных поверхностных водных объектах ХМАО концентрация NH₄⁺ составляет 0,66 мг/л [8]. Нормативная концентрация – 1,5 мг/л. По сравнению с 2021 годом содержание NH₄⁺ повысилось в контрольных створах № 7–8, что свидетельствует о загрязнении водного объекта бытовыми стоками через коллектор, расположенный у контрольного створа № 6.

Нитрат-ион. Концентрация нитрат-ионов во всех контрольных створах значительно снизилась по сравнению с 2021 годом исследования. Во всех контрольных створах в 2022 году

концентрации не превышает фоновые значения, характерные для ненарушенных участков рек Югры (0,73 мг/л) [8].

Нефтепродукты. Исходя из полученных данных, концентрация нефтепродуктов в период 2021–2022 году варьирует в пределах от 0,006 до 0,59 мг/л. По сравнению с прошлым годом концентрация нефтепродуктов повысилась в каждом контрольном створе, что свидетельствует о новом загрязнении. В контрольном створе № 3, расположенном у строящегося жилого комплекса, наблюдается превышение ПДК_в в 6 раз. В половине проб в 2022 году выявлено превышение ПДК_в.

Таблица 2.

Содержание тяжелых металлов в пробах воды

Показатель	2021	2022
Cd, мг/л	0,00004 ± 0,0001	0,00002 – 0,0001
	0,00006 ± 0,00002	0,00006 ± 0,0001
Zn, мг/л	0,01 – 0,2	0,022 – 0,095
	0,062 ± 0,03	0,06 ± 0,01
Mn, мг/л	0,001 – 0,008	0,0003 – 0,014
	0,003 ± 0,0009	0,005 ± 0,002
Cu, мг/л	0,0001 – 0,0005	0,0009 – 0,003
	0,0002 ± 0,00006	0,001 ± 0,0003
Ni, мг/л	0,001 – 0,004	0,004 – 0,014
	0,002 ± 0,004	0,009 ± 0,002

Примечание: в числителе приведены минимальные и максимальные значения показателей, в знаменателе – среднее значение ± доверительный интервал.

Тяжелые металлы. По сравнению с 2021 годом в 2022 году в пробах воды наблюдается увеличение концентраций меди, никеля, марганца и уменьшение концентрации кадмия и цинка (табл. 2). Превышение ПДК_в не выявлено. Во всех КС преобладают марганец, цинк и никель. Природные воды ХМАО характеризуются высоким содержанием металлов – железа, марганца, меди и цинка. Во всех КС выявлено превышение фоновых концентраций никеля, 0,003 мг/л [9].

В таблице 3 представлены исследования структуры микробного сообщества в пробах воды.

Таблица 3.

Результаты микробиологических исследований

Показатель	2021	2022
СГБ, тыс. кл./мл	2,47 – 315,4	30,4 – 240,7
	89,4 ± 56,4	78,9 ± 30,3
ФРБ, тыс. кл./мл	0,6 – 43,5	2,01 – 34,4
	7,9 ± 5,4	20,8 ± 5,5
БГКП, тыс. кл./мл	0,43 – 25,4	0,02 – 6,22
	3,7 ± 3,1	1,9 ± 0,9

Примечание: в числителе приведены минимальные и максимальные значения показателей, в знаменателе – среднее значение ± доверительный интервал.

Сапрофитные гетеротрофные бактерии (СГБ) участвуют в круговороте органического вещества и способствуют естественному очищению водоема. По сравнению с 2021 годом в контрольных створах № 5, 7, 14 выявлено уменьшение численности СГБ. Высокое содержание сапрофитных бактерий установлено в пробе № 6, 7, 14, как и в исследовании 2021 года.

Фенолрезистентные бактерии (ФРБ) являются индикаторами длительного фенольного загрязнения. В 2022 году выявлено увеличение численности ФРБ в пробах, однако

в контрольном створе № 15 наблюдается спад. Высокая численность данных групп бактерий указывает на наличие в воде водного объекта веществ, которые используются микроорганизмами в качестве источников питания.

Бактерии группы кишечной палочки (БГКП). Численность БГКП в 2022 году по сравнению с 2021 годом снизилась, в контрольных створах № 4 и 7 наблюдается увеличение в 4–4,7 раз. Наличие БГКП свидетельствует о свежем фекальном загрязнении.

На рисунке 3 представлено процентное превышение экологических нормативов.

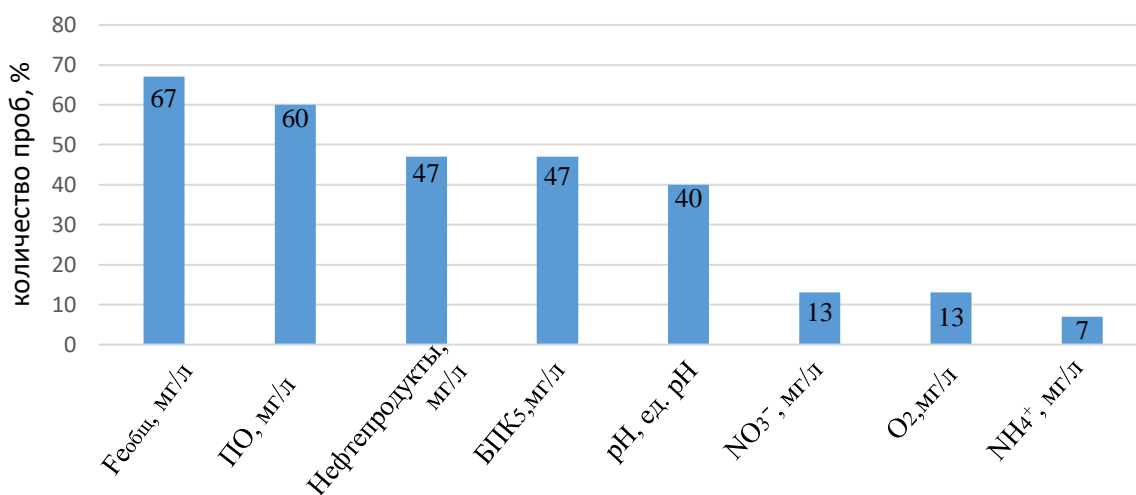


Рис. 3. Процентное распределение концентраций относительно экологического норматива за период 2021–2022 гг.

Таким образом, превышение ПДК_в было выявлено по показателям: железо общее (67 % проб), перманганатная окисляемость (60 % проб), нефтепродукты (47 % проб), БПК₅ (47 % проб), pH (40 % проб), нитрат-ион (13 % проб), растворенный кислород (13 % проб), ион аммония (7 % проб). В структуре загрязнения вод преобладают органические соединения. По содержанию тяжелых металлов в 2022 году отмечено превышение фонового значения по концентрации никеля во всех точках. По микробному сообществу наблюдается снижение численности сапрофитных гетеротрофных бактерий и увеличение численности фенолрезистентных бактерий.

Литература:

1. Шорникова Е. А. Методические рекомендации по планированию, организации и ведению мониторинга поверхностных водотоков: гидрохимические и микробиологические методы. – Сургут : Дефис, 2007. – 88 с.
2. ГОСТ 59024–2020. Вода. Общие требования к отбору проб / Национальный стандарт российской федерации. – М. : Стандартинформ, 2020.
3. Бугрова В. И Санитарно-показательные микроорганизмы внешней среды и методы их учета 10 т. – Т. 1.: Общая микробиология // Многотомное руководство по клинике и эпидемиологии инфекционных болезней / под ред. Н. Н. Жукова-Вережникова. – М. : Медгиз, 1962. – С. 644-658.
4. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания от 28 января 2021 г. – № 2.

5. Оксиюк О. П. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши / О. П. Оксиюк, В. Н. Жукинский, Л. П. Брагинский // Гидробиол. журн. – 1993. – Т. 30. – № 2. – С. 213-221.
6. Гидрохимические показатели окружающей среды: справочн. м-лы / Т. В. Гусева, Я. П. Молчанова, Е. А. Заика [др.]. – М. : ФОРУМ; ИНФРА-М, 2007. – 147 с.
7. Гидрохимический режим урбанизированных участков рек Сургутского района // Наука и инновации XXI в. : М-лы V откр. конф. (25–26 ноября 2004 г.). – Сургут : СурГУ, 2005. – С. 132-134.
8. Бабушкин А. Г. Гидрохимический мониторинг поверхностных вод Ханты-Мансийского автономного округа – Югры / А. Г. Бабушкин, Д. В. Москвиченко, С. В. Пикунов. – Новосибирск : Наука, 2007. – 152 с.
9. Доклад об экологической ситуации в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре в 2021 г. / Н. Н. Москвина, З. Р. Стадник. – Текст : электронный. – Ханты-Мансийск, 2022. – С. 15-27.

УДК 631.41

ЗОЛЬНОСТЬ ФОНОВЫХ ПОЧВ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ БОЛОТ СУРГУТСКОЙ НИЗИНЫ

*Тюрин В.Н., Масловская О.В., Домахина В.А., Петрякин А.С.,
Мельник Т.Р., Савиных С.М.*
Сургутский государственный университет, Сургут,
e-mail: tyurin@mail.ru

Аннотация. В публикации представлены результаты анализа зольности фоновых проб торфяных почв различных типов болот в пределах Сургутской низины. Показатель относится к основным критериям при характеристике болотных почв.

Ключевые слова: Сургутская низина, зольность почв, типы болот.

ASH CONTENT IN BACKGROUND SOILS BY DIFFERENT TYPES OF MIRES IN SURGUT LOWLAND

*Tyurin V.N., Maslovskaya O.V., Domakhina V.A., Petryakin A.S.,
Melnik T.R., Savinykh S.M.*
Surgut State University, Surgut,
e-mail: tyurin@mail.ru

Abstract. The article presents the results on ash content in background peat soils of Surgut Lowland that is one of the main indicators of mires.

Keywords: Surgut Lowland, ash content of soil, mire types.

Актуальность. На сегодняшний день представленная здесь тема остается слабо изученной для севера Западной Сибири. Между тем фоновые значения зольности почв важны, в том числе, для оценки трансформации болот; повышение зольности может указывать на техногенное воздействие.

Объекты и методы исследования. Исследование проводилось в южной части Сургутской низины, к востоку и северо-востоку от г. Сургут. В сообщении представлены данные за 2020 г., собранные на трех участках. Два из них (верховое болото и переходное болото) находятся в бассейне р. Почкуйка. Еще один участок расположен на границе поймы Оби и первой надпойменной террасы (низинное и переходное болота). Разделение болот на типы выполнено преимущественно по растительности, а также по физико-химическим показателям, определяемым в полевых условиях. Для верховых болот отмечена высокая кислотность (рН 3,6–4,1), для переходных болот она была ближе к нейтральной (рН от 4,3), для низинных болот значение рН находилось в пределах 4,8–5,2.

Пробы отбирались преимущественно с глубины 10–30 см: на сфагновых верховых и переходных болотах – под моховым очесом, на пойменном низинном болоте – под насыщенной корнями толщей. Всего отобрано 19 проб (табл. 1).

Таблица 1.

Исходные данные по зольности в различных типах болот

№ ПП	Дата отбора	Участок исследования	Тип	Ad, %	Ср.	Ст. ошибка
П11	06.07.2020	Бассейн р. Почекуйка	Бв	1,2	1,6	0,2
П12	06.07.2020			1,3		
П13	06.07.2020			1,8		
П14	06.07.2020			1,5		
П15	06.07.2020			2,5		
П16	06.07.2020			1,3		
BP2G2	07.09.2020	Притеррасный участок поймы Оби	Бп	3,0	9,3	1,8
BP2F	07.09.2020			6,1		
BP2D2	07.09.2020			6,1		
BP2D	07.09.2020			8,0		
BP2B2	07.09.2020			7,1		
BP2A	07.09.2020			11,5		
BP1I2	07.09.2020			19,5		
BP1C2	07.09.2020			13,3		
G6	12.10.2020	Притеррасный участок поймы Оби	Бп	9,0	14,0	6,2
G7	12.10.2020			26,4		
G8	12.10.2020			6,7		
G3	12.10.2020		Бн	20,8		
G5	12.10.2020	21,2				

*Примечание: Бв – болото верховое, Бп – болото переходное, Бн – болото низинное, Ad – зольность абсолютно сухой почвы, Ср. – среднее значение, Ст. – стандартная.

Анализ проб выполнен в лаборатории СурГУ в соответствии с ГОСТ 11306-2013. Для определения показателя использовались: сушильный шкаф, муфельная печь, эксикатор и аналитические весы. Зольность определена для абсолютно сухого состояния.

Результаты исследования. Полученные сведения отразили существенные различия в данных для трех типов болот (табл. 2). Наименьшие значения зольности выявлены на верховом болоте – от 1,2 до 2,5 % (в среднем 1,6 %). Результаты в основном сопоставимы с таковыми для иных территорий. В частности, в Томской области зольность определена в пределах 1,6–3,0 % [1], по другим источникам, – в среднем 1,4–2,4 % [2]. В целом для верховых болот этот показатель оценивается в 0,6–5,5 % [3].

На двух участках переходных болот отмечено существенное возрастание показателя: в бассейне р. Почекуйка зольность – 3,0–19,5 % (в среднем 9,3 %), у поймы р. Обь – 6,7–26,4 % (14,0 %). Это более высокие значения зольности по сравнению с другими территориями. Для притеррасного участка поймы Оби это объясняется периодическим затоплением поверхности полыми водами, несущими взвешенные частицы (вторичная, или наносная зольность).

На участке низинного болота в пойме Оби зольность в среднем составила 21,0 %. Показатель заметно превышает таковой для других территорий, что очевидно связано с привнесением наилка во время половодья.

Таблица 2.

Усредненные показатели зольности разных типов болот, %

Участок исследования	Тип болот	Кол-во проб	Ср.	Литературные источники		
				[1]	[2]	[3]
Бассейн р. Почекуйка	Бв	6	1,6	1,6–3,0	1,4–2,4	0,6–5,5
	Бп	8	9,3	5,1–6,6	1,6–5,2	4–7 (8–12)
Пойма р. Обь и первая надпойменная терраса	Бп	3	14,0			
		Бн	2	21,0	8,8–11,4	2,6–9,7

*Примечание: сокращения см. в табл 1.

Заключение. Полученные данные показали характерную закономерность увеличения зольности почв от верхового к низинному типу болот. Более высокие значения для переходных и низинных болот в притеррасном участке поймы Оби по сравнению с литературными данными обусловлены отложением аллювия в половодье.

Литература:

1. Архипов В. С. Состав и свойства типичных видов торфа центральной части Западной Сибири / В. С. Архипов, С. Г. Маслов // Химия растительного сырья. – 1998. – №. 4. – С. 9-16.
2. Крамаренко В. В. Сравнительная характеристика физических свойств верховых и низинных торфов Томской области // Ученые записки Казанского университета. Естественные науки. – 2009. – Т. 151. – Кн. 4. – С. 142-151.
3. Пьявченко Н. И. О типах болот и торфа в болотоведении // Основные принципы изучения болотных биогеоценозов. – Л., 1972. – С. 54-60.

УДК 631.41

СОДЕРЖАНИЕ ЖЕЛЕЗА В ПОЧВЕННЫХ ГОРИЗОНТАХ ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА

Тюшкевич Ф.В., Булдин А.Н., Мельник Т.Р.
Сургутский государственный университет, Сургут,
e-mail: nord4s20@gmail.com; konduktor87@mail.ru; meltimrus@gmail.com

Аннотация. В статье рассмотрены особенности распределения валового содержания железа в районе восточного склона Приполярного Урала в зависимости от высоты над уровнем моря и экспозиции склона, выявлена зависимость этого показателя с уровнем актуальной и обменной кислотности.

Ключевые слова: Приполярный Урал, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, содержание железа, горные почвы, кислотность, высотное распределение.

IRON CONTENT IN THE SOIL HORIZONS OF THE CIRCUMPOLAR URALS

Tyushkevich F.V., Buldin A.N., Melnik T.R.
Surgut State University, Surgut,
e-mail: nord4s20@gmail.com; konduktor87@mail.ru; meltimrus@gmail.com

Abstract. The article considers the features of the distribution of the gross iron content in the area of the eastern slope of the Circumpolar Urals, depending on the altitude above sea level and the exposure of the slope, the dependence of this indicator with the level of actual and metabolic acidity is revealed.

Keywords: Circumpolar Urals, Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra, iron content, mountain soils, acidity, altitude distribution.

Степень изученности горных почв в районе Приполярного Урала крайне низка, и почти все исследования почв этого региона проводились на западном склоне (национальный парк Югыд Ва). В генетическом отношении почвы как западного, так и восточного склона очень близки друг к другу, однако разница климатических и орографических факторов привносит особенности в строение почвенных горизонтов. Первые описания физико-химических характеристик почв в районе исследований были представлены в работах [8; 9]. Также ряд авторов частично описывали химические характеристики почв в трудах [1; 6; 7].

Целью данной работы является описание особенностей содержания и распределения железа и его влияния на почву. Для этого была изучена концентрация железа, определен уровень актуальной и обменной кислотности, и выявлена их зависимость с концентрацией железа.

Описываемые данные были получены по почвенным разрезам, заложенным на восточном склоне Приполярного Урала в междуречье р. Щекурья и р. Кобыла-Ю. Климат холодный и избыточно влажный, что объясняется низкой испаряемостью [2; 8], он характеризуется продолжительной и многоснежной зимой, холодным, коротким и дождливым летом. Средняя температура января -20°C . Снежный покров достигает в среднем 0,8 м. Вершины горных хребтов обычно лишены снега, который сдувается сильными ветрами.

Средняя температура июля 10–12°C, в межгорных депрессиях 13–14°C, а на высоте 1600–1800 м – не более 2,5–3°C. Летом наблюдаются заморозки, которые учащаются к концу августа. Годовое количество осадков превышает 1000 мм, в летнее время выпадает более половины осадков (65 %) [10].

В данной статье представлены данные по четырем разрезам, расположенным на склоне северо-восточной экспозиции. При описании разрезов указывались: номер разреза, географические координаты, высота над уровнем моря (табл. 1). Описания были выполнены по классификации почв России 2004 г. [11].

Таблица 1.

Координаты точек исследования

Номер разреза	Долгота	Широта	Высота над уровнем моря, м
10	59,69299	64,55997	522
3	59,69346	64,56090	473
2	59,69437	64,56252	416
11	59,69542	64,56326	401

Актуальная кислотность (рН водный) определялась по ГОСТ 26423-85, обменная (рН солевой) по ГОСТ 26483-85, определение подвижных соединений двух- и трехвалентного железа по Веригиной-Аринушкиной – ГОСТ 27395-87 [3; 4; 5]. Для статистической обработки и выявления взаимосвязей элементов друг с другом была проведена оценка нормальности данных и выбран параметрический метод критерий корреляции Пирсона. Теснота корреляционных связей определялась по таблице Чеддока.

Таблица 2.

Физико-химические свойства исследованных почв

Горизонт	Fe _{вал} , %	рН	
		водный	солевой
Разрез №10 Литозем грубогумусированный			
О	0,39	4	3,1
АО	0,59	3,88	3,5
С	0,51	3,6	3,4
Разрез №3 Литозем грубогумусированный			
О	1,89	4,4	3,2
АО	2,40	4,2	3
С	0,12	4,5	3,9
Разрез №2 Подбур глееватый			
О	5,31	4,5	3,9
ВНФ	0,62	4,39	3,9
ВFg	0,40	4,66	3,5
Сg	0,07	4,88	3,8
Разрез №11 Дерново-подбур оподзоленный			
АУе	3,02	4,3	3,5
ВF	0,67	4,5	4,1
С	0,53	4,8	4

Максимальная концентрация железа во всех разрезах характерна для органогенных горизонтов. С глубиной почвенного профиля концентрация снижается (табл. 2). По мере

снижения высоты над уровнем моря повышается общее содержание железа в разных типах почв, это связано с увеличением степени сформированности почв, их дренируемым местоположением и промывным режимом.

По результатам статистической обработки между распределением уровня актуальной и обменной кислотности с концентрацией железа была выявлена заметная (-0,63) и слабая (-0,13) отрицательная связь соответственно.

Литература:

1. Богатырев К. П. Почвы горного Урала / К. П. Богатырев, Н. А. Ногина // Тр. Почв. ин-та АН СССР. – 1962. – С. 5-48.
2. Борисевич Д. В. Рельеф и геологическое строение // Урал и Приуралье. – М. : Наука, 1968. – С. 19-81.
3. ГОСТ 26423–85. Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки: межгос. Стандарт. – введ. 86-01-01. – М., 1985. – 3 с.
4. ГОСТ 26483–85. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее рН по методу ЦИНАО. – введ. 86-07-01. – М., 1985. – 4 с.
5. ГОСТ 27395–87. Почвы. Метод определения подвижных соединений двух- и трехвалентного железа по Веригиной-Аринушкиной. – введ. 88-07-01. – М., 1987. – 11 с.
6. Дымов А. А. Почвы северной части Приполярного Урала: морфология, физико-химические свойства, запасы углерода и азота / А. А. Дымов, Е. В. Жангуров, В. В. Старцев // Почвоведение. – 2013. – № 5. – С. 507-516.
7. Московченко Д. В. Ландшафтно-геохимические особенности Приполярного и Северного Урала // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. – 2010. – № 10. – С. 197-209.
8. Фирсова В. П. Почвы таежной зоны Урала и Зауралья. – М. : Наука, 1977. – 175 с.
9. Фирсова В. П. Почвы высоких широт горного Урала / В. П. Фирсова, В. С. Дедков. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1983. – 97 с.
10. Чибилева А. А. Природное наследие Урала. Разработка концепции регионального атласа. – Екатеринбург : РИО УрО РАН, 2012. – 480 с.
11. Классификация и диагностика почв России / Л. Л. Шишов, В. Д. Тонконогов, И. И. Лебедева, М. И. Герасимова. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.

УДК 556.53 (571.1)

**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ УЧАСТКА СРЕДНЕЙ ОБИ
В ГРАНИЦАХ СУРГУТСКОГО И НЕФТЕЮГАНСКОГО РАЙОНОВ
ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ**

Чернига Ю.В., Шорникова Е.А.
Сургутский государственный университет, Сургут,
e-mail: cherniga_yuv@edu.surgu.ru

Аннотация. В работе представлены результаты сравнительной оценки качества вод реки Оби и ее проток в границах Сургутского и Нефтеюганского районов за 2021 и 2022 гг.

Ключевые слова: загрязнение вод, оценка качества воды, река Обь, антропогенное воздействие, гидрохимические показатели, поверхностные воды.

**THE WATER QUALITY ASSESSMENT OF THE MIDDLE OB AREA
WITHIN THE BOUNDARIES OF SURGUT AND NEFTEYUGANSK REGIONS
ACCORDING TO HYDROCHEMICAL INDICATORS**

Cherniga Yu.V., Shornikova E.A.
Surgut State University, Surgut,
e-mail: cherniga_yuv@edu.surgu.ru

Abstract. The paper presents the results of a comparative assessment of the water quality of the Ob River and its channels within the boundaries of the Surgut and Nefteyugansk regions in 2021 and 2022.

Keywords: water pollution, assessment of water quality, the Ob river, anthropogenic impact, hydrochemical parameters, surface waters.

В настоящее время загрязнение водных объектов является одной из наиболее актуальных проблем. Бассейн реки Оби является одним из крупнейших рыбохозяйственных бассейнов, поэтому мониторинг качества вод приобретает особую актуальность. Наибольшее негативное влияние на бассейн реки Оби оказывают предприятия нефтегазового комплекса, в ходе деятельности которых периодически происходят утечки нефтепродуктов и подтоварных вод, поступающих в воды Оби и ухудшающих их качество. Сопутствующие нефтедобыче отходы, такие как нефтешламы, также оказывают негативное воздействие на реку Обь, так как они насыщены углеводородными соединениями и химически активными веществами, которые попадают в реку Обь с грунтовым и ливневым стоком.

Еще одна причина загрязнения водных объектов – урбанизация и присущее ей развитие промышленности и коммунального хозяйства городов, что, в свою очередь, приводит к росту водопотребления и водоотведения. Последнее оказывает наибольшее влияние на экологическое состояние Оби, так как в нее сбрасываются большие объемы промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод, которые часто недостаточно очищены. Поэтому важно проводить оценку качества вод на предмет соответствия нормативным требованиям и выявлять возможные источники загрязнения.

В качестве объектов исследования была выбрана река Обь с протоками в границах Сургутского и Нефтеюганского районов. Характеристики контрольных створов представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Характеристика контрольных створов

№	Водный объект	Координаты	Характеристика контрольного створа
1	р. Обь	61°14'12" с.ш. 73°6'43" в.д.	Правый берег р. Обь в районе Юганского моста около г. Сургута
2	р. Обь	61°12'54" с.ш. 73°8'30" в.д.	Левый берег р. Обь около Юганского моста в районе г. Сургута
3	пр. Утопляя	61°14'35" с.ш. 73°5'50" в.д.	В районе ДНТ «Бриз» (Сургутский район)
4	пр. Бардыковка	61°14'3" с.ш. 73°23'52" в.д.	Около Югорского тракта со стороны ул. Гагарина (г. Сургут)
5	пр. Черная	61°13'37" с.ш. 73°26'1" в.д.	Около Югорского тракта (г. Сургут)
6	р. Обь	61°13'42" с.ш. 73°28'2" в.д.	Правый берег р. Обь около Сургутского речного порта (г. Сургут)
7	пр. Кривуля	61°15'18" с.ш. 73°15'17" в.д.	ПГТ Белый Яр около ул. Совхозной (Сургутский район)
8	пр. Белоярская	61°14'51" с.ш. 73°13'12" в.д.	ПГТ Белый Яр около ул. Промышленной (Сургутский район)
9	пр. Микишина	61°15'27" с.ш. 73°8'40" в.д.	В окрестностях Урочища «Барсова гора» (Сургутский район)
10	пр. Акопас	61°6'17" с.ш. 72°42'41" в.д.	Ул. Альтернативная, под мостом (г. Нефтеюганск)
11	р. Юганская Обь	61°5'52" с.ш. 73°1'39" в.д.	Правый Берег Юганской Оби около г. Нефтеюганска
12	р. Юганская Обь	61°3'48" с.ш. 72°35'46" в.д.	Левый Берег Юганской Оби около Усть-Балыкского месторождения (Нефтеюганский район)
13	пр. Большая Юганская	61°2'45" с.ш. 72°36'47" в.д.	Около паромной переправы (Нефтеюганский район)

Пробы были отобраны в соответствии с ГОСТ Р 59024-2020 [1] в период осенней межени 2021 и 2022 годов из поверхностного горизонта водной толщи в емкости из полиэтилена и темного стекла. Анализ проб проводился в лаборатории Экологического мониторинга кафедры экологии и биофизики Сургутского государственного университета.

Пробы были проанализированы по 12 показателям. Для проведения анализа проб использовались стандартные методы гидрохимического анализа: потенциометрический, йодометрический, титриметрический, фотометрический, флуориметрический, термометрический.

Степень загрязненности вод оценивалась с использованием значений предельно допустимых концентраций вредных веществ для водных объектов рыбохозяйственного значения [4]. Оценка качества вод реки Оби проводилась с использованием системы оценки качества поверхностных вод В. Н. Жукинского и О. П. Окснюк [3].

В таблице 2 приведены средние значения концентраций анализируемых показателей.

Средние значения таких показателей, как рН, растворенный кислород, биохимическое потребление кислорода, перманганатная окисляемость, нефтепродукты и нитриты увеличились по сравнению со средними значениями, полученными в 2021 году. Средние концентрации хлоридов, нитратов, аммония и фосфатов, полученные в 2021 году, превышают значения, полученные в 2022 году.

Таблица 2.

Средние концентрации гидрохимических показателей за 2021 [5] и 2022 гг.

Показатель	Среднее значение		ПДК _{вр}
	2021 год	2022 год	
рН	7,47 ± 0,19	7,91 ± 0,12	6,5–8,5
Растворенный кислород, мг/л	7,95 ± 1,01	9,96 ± 1,47	6,0
БПК ₅ , мг/л	6,06 ± 1,33	6,23 ± 1,28	2,1
Перманганатная окисляемость, мг/л	8,89 ± 0,75	10,73 ± 1,99	15,0
Хлориды, мг/л	18,99 ± 6,23	14,12 ± 4,43	300,0
Нефтепродукты, мг/л	0,0494 ± 0,0108	0,0529 ± 0,0364	0,05
Нитриты, мг/л	0,0222 ± 0,0039	0,0295 ± 0,0061	0,08
Нитраты, мг/л	19,46 ± 11,59	2,42 ± 1,77	40,0
Фосфаты, мг/л	0,2467 ± 0,1375	0,1916 ± 0,1382	0,05 / 0,15*
Ион аммония, мг/л	0,9669 ± 0,2941	0,5017 ± 0,2354	0,5
Железо, мг/л	1,3122 ± 0,6919	1,0743 ± 0,7592	0,10

*Примечание: для фосфатов указаны нормативы ПДК_{вр}; в числителе – для олиготрофных водоемов, в знаменателе – для мезотрофных [4]

Водородный показатель в пробах, отобранных в 2021 году, отклонялся в сторону слабощелочной среды (62 %). В 2022 году значения рН, полученные во всех пробах (92 %), за исключением одной, протоки Бардыковка, относятся к слабощелочному типу вод. В 2022 году в 38 % отобранных проб значения рН были выше 8,0 единиц. Такие значения рН не характерны для вод реки Оби в среднем течении и могут являться индикатором антропогенной нагрузки на водоток [6].

Дефицит *растворенного кислорода* наблюдался во всех исследуемых пробах за 2021 год, а в 2022 году – в 77 % отобранных проб. В 2021 году наблюдалось несоответствие нормативам ПДК_{вр} в 15 % проб, а в 2022 году – в 8 % проб. Воды, отобранные в 2021 году, относятся к следующим классам качества: 7 % от общего количества отобранных проб – чистые; 62 % – удовлетворительно чистые; 31 % – загрязненные. В 2022 году: 23 % – предельно чистые; 8 % – чистые; 46 % – удовлетворительно чистые; 23 % – загрязненные.

Превышение ПДК_{вр} по показателю *БПК₅* в 2021 году было выявлено в 92 %, а в 2022 году – в 100 % проб воды. Категории качества исследуемых в 2021 году вод: удовлетворительно чистые (15 %), загрязненные воды (62 %), и грязные воды (23 %). В 2022 году к удовлетворительно чистым относилось 8 % исследуемых вод, к загрязненным – 77 % и к грязным – 15 %.

В 2021 году значения *перманганатной окисляемости* соответствовали нормативным требованиям, а в 2022 году наблюдались превышения в 15 % проб в 1,07–1,29 раза. Средние значения перманганатной окисляемости, полученные в 2022 году, превышают концентрации, которые были выявлены в 2021 году. Пробы, отобранные в 2021 году, позволили отнести воды исследованных водотоков к следующим категориям: удовлетворительно чистые – 93 % исследуемых водных объектов; загрязненные – 7 %. Воды, отобранные в 2022 году, относились к следующим категориям: удовлетворительно чистые – 54 %, чистые – 8 %; загрязненные – 38 %.

Концентрации *хлоридов* в анализируемых в 2021 и 2022 годах пробах не превышали ПДК_{вр}. В 2021 году максимальная концентрация хлоридов – 47,5 мг/л, в 2022 году максимальная концентрация хлоридов практически в два раза меньше и составляет 26,23 мг/л.

Превышение фоновых концентраций (15 мг/л) [2] в исследуемых водах за 2021 год наблюдалось в 46 % проб, а за 2022 год – в 23 %.

Для водных объектов Ханты-Мансийского автономного округа характерно загрязнение *нефтепродуктами*. Количество проб, превышающих значения ПДК_{вр} в 2022 году, уменьшилось, по сравнению с 2021, и составило 31 % и 46 % соответственно. Полученные в 2021 году значения превышали ПДК_{вр} в 1,02–1,80 раза, в 2022 году – в 1,14–5,37 раз. Класс качества всех проанализированных проб 2021 и 2022 года – удовлетворительно чистый.

Превышение ПДК_{вр} *ионов аммония* в 2022 году уменьшилось, по сравнению с 2021, и составило 39 % и 85 % исследуемых проб соответственно. Полученные в 2021 году значения превышали ПДК_{вр} в 1,01–4,09 раз, а в 2022 – в 1,01–2,91 раз. Классы качества вод в 2021 году: удовлетворительно чистые – 15 %, загрязненные – 85 %. В 2022 году добавился класс чистые воды, составивший 17 % проанализированных проб, удовлетворительно чистые воды составили 50 %, а загрязненные воды – 33 %.

Для рек Средней Оби характерны низкие концентрации *нитритов*. Все проанализированные в 2021 и 2022 гг. пробы соответствуют требованиям ПДК_{вр}. Количество вод, относящихся к удовлетворительно чистому классу качества в 2022 году уменьшилось, по сравнению с 2021 и составило 8 % и 15 % проанализированных проб соответственно. Количество загрязненных вод в 2022 году уменьшилось и составило 31 % проб воды. В 2021 году к этому классу качества вод относилось 39 % проб. В остальных пробах концентрации нитрит-ионов ниже предела обнаружения аналитической методики.

В 2022 году не обнаружено превышение ПДК_{вр} *нитратов*. В 2021 году несоответствие нормативам ПДК_{вр} было обнаружено в 31 % проанализированных проб. Полученные концентрации превышали ПДК_{вр} в 1,03–1,32 раза. 77 % проанализированных в 2021 году вод относятся к 5 классу качества вод – грязные воды. В 2022 году 8 % проб относятся к удовлетворительно чистым, 8 % – к загрязненным, 38 % – к грязным.

Превышение нормативов ПДК_{вр} *фосфат-ионов* в 2021 году выявлено в 54 %, а в 2022 году – в 46 % проб воды. Полученные в 2021 году концентрации превышали ПДК_{вр} в 1,10–6,89 раз, в 2022 году – в 1,08–6,71 раз. Воды, проанализированные в 2021 году, относятся к следующим классам качества вод: предельно чистые – 7 %, удовлетворительно чистые – 62 %, загрязненные воды – 8 %, грязные воды – 23 %. Проанализированные в 2022 году воды относятся к загрязненным – 61 %, грязным – 8 %.

В 2022 году выросли средние значения следующих показателей: рН, растворенный кислород, БПК₅, перманганатная окисляемость, нефтепродукты и нитриты. Превышение ПДК_{вр} было обнаружено по 8 показателям. Наибольшее количество проб, превышающих ПДК_{вр}, было зафиксировано по концентрациям железа.

Литература:

1. ГОСТ 59024–2020. Вода. Общие требования к отбору проб / Национальный стандарт российской федерации. – М. : Стандартинформ, 2020.
2. Московченко Д. В. Солевое загрязнение поверхностных вод на нефтяных месторождениях Ханты-Мансийского автономного округа-Югры / Д. В. Московченко, А. Г. Бабушкин, А. А. Убайдулаев // Водные ресурсы. – 2017. – Т. 44. – №. 1. – С. 91-102.
3. Оксюк О. П. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши / О. П. Оксюк, В. Н. Жукинский, Л. П. Брагинский // Гидробиол. ж-л. – 1993. – Т. 30. – № 2. – С. 213-221.
4. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 13 декабря 2016 г. № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» (с изменениями от 10 марта 2020 г.).

5. Чернига Ю. В. Гидрохимическая характеристика реки Оби и ее притоков (в границах Сургутского и Нефтеюганского районов) / Ю. В. Чернига, Е. А. Шорникова // Вестник Сургутского гос. пед. ун-та. – 2023. – №. 6 (81). – С. 183-191.

6. Шорникова Е. А. Методические рекомендации по планированию, организации и ведению мониторинга поверхностных водотоков: гидрохимические и микробиологические методы. – Сургут : Дефис, 2007. – 88 с.

УДК 502.75: 504.054

ВОССТАНОВЛЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ УЧАСТКАХ СУРГУТСКОГО РАЙОНА

Шевелева Ю.Ю., Самойленко З.А.

*Сургутский государственный университет, Сургут,
e-mail: juliya-lxf@mail.ru*

Аннотация. Рассмотрены процессы восстановления растительного покрова на пяти пробных площадках после рекультивации нефтезагрязненных территорий в Сургутском районе. Проведена экологическая оценка местообитаний по факторам увлажнения, активного богатства и засоления почв, выявлена степень статочного загрязнения почв и воды нефтепродуктами. Активное восстановление растительного покрова отмечено на четырех площадках, на пятой – процессы восстановления замедлены, проективное покрытие не превышает 18 %. В зарастании участков принимают участие в основном аборигенные влаголюбивые виды, лишь небольшая доля – виды из травосмеси, используемой в фиторекультивации.

Ключевые слова: восстановление растительности, нефтезагрязненные территории, экологическая оценка.

RESTORATION OF VEGETATION COVER ON OIL CONTAMINATED AREAS OF SURGUT REGION

Sheveleva J.J., Samoylenko Z.A.

*Surgut State University, Surgut,
e-mail: juliya-lxf@mail.ru*

Abstract. The processes of restoration of the vegetation cover on five test sites after the reclamation of oil-contaminated territories in the Surgut region are considered. An ecological assessment of habitats was carried out according to moistening factors, active richness and salinity of soils; the degree of residual pollution of soils and water with oil products was revealed. Active restoration of the vegetation cover was observed on four sites, on the fifth one the restoration processes are slowed down, the projective cover does not exceed 18 %. Mainly native moisture-loving species provide the overgrowing of the sites, while the species from the grass mixture used for phytorecultivation constitute only a small portion.

Keywords: revegetation, oil-contaminated areas, environmental assessment.

Мировой опыт эксплуатации нефтяных месторождений показывает, что около 2 % от количества добытой нефти попадает в окружающую среду, загрязняет поверхностные и подземные воды, почву и в конечном итоге ведет к трансформации растительности и животного населения.

Югра продолжает лидировать не только в России, но и в мире по чрезвычайно техногенным ситуациям, связанным с выбросом нефти и нефтепродуктов. В 80-е годы в округе ежегодно фиксировалось 150–250 аварий, в середине 90-х это количество оценивается в 2300–

2500 аварий. По данным экспертов независимой консалтинговой компании IWACO, в настоящее время в Западной Сибири нефтью загрязнено от 700 тыс. до 840 тыс. га земель, что для сравнения, в 7 раз превышает территорию Москвы. В 2020 году, на территории автономного округа зарегистрировано 1332 аварийных отказов, связанных с добычей углеводородного сырья, на 1 января 2021 г. площадь загрязненных нефтью и нефтепродуктами территорий составила 2001,06 га [1].

В основу рекультивации загрязненных нефтью земель Среднего Приобья сегодня положен метод их очистки на месте разлива нефти (*in situ*), основывающийся на активации естественных физико-химических и биохимических факторов очищения почв от нефти и последующего самовосстановления исходных наземных биогеоценозов [5]. Однако восстановления растительного покрова, указывающего на достаточную степень очистки почв от нефтепродуктов, как правило, не происходит. Нефтяное загрязнение приводит к угнетению, деградации и к полной гибели растительных сообществ, при этом степень повреждения прямо пропорциональна начальной концентрации нефти. Имеется множество работ, посвященных недостаткам рекультивационных мероприятий [4; 5; 8]. Поэтому вопросы касающиеся восстановления растительного покрова на нефтезагрязненных участках остаются особенно актуальными.

Целью работы явилось изучение эффективности восстановления растительного покрова на нефтезагрязненных участках Сургутского района после рекультивации.

Для этого были заложены пробные площадки на изучаемых участках Восточно-Сургутского месторождения, на которых были выполнены стандартные геоботанические описания и проведен отбор проб почв [3] и воды для химического анализа на содержание нефтепродуктов и тяжелых металлов. Выполнена экологическая оценка местообитаний [7] по фактору увлажнения (У) и активному богатству и засолению почв (БЗ). Расчеты проводились методом определения среднего арифметического [6].

Исследуемый участок Восточно-Сургутского месторождения приурочен к почвенно-геохимическим условиям второй надпойменной террасы, охватывает приподнятую гриву с кедрово-сосновым кустарничково-зеленомошным лесом и небольшой ручей, заросший прибрежно-водной растительностью в сочетании с зарослями ивняка. Разлив нефтепродуктов произошел в 2018 г. в результате незаконной врезки в нефтепровод. Загрязнением оказался охвачен темнохвойный лес на гриве, мелколиственные заросли на склоне, примыкающие к ручью и ручей. Восстановительные работы в 2019 г. включали полный комплекс рекультивационных мероприятий: участок и ручей были очищены от свободной нефти, погибший участок леса шириной 15 м и длиной 30 м был очищен от деревьев, отсыпан грунтом и засеян травяной смесью. Здесь в 2022 г. было заложено 5 пробных площадок: В1 – грива, на месте сведенного леса, В2 – в нижней части склона в ивняке болотнотравном, В3 – в ложбине на границе с мелколиственным лесом (рогоз), В4 – на гриве рядом с рекультивационным участком, В5 – на берегу ручья.

На участке В1 зарастание началось сразу после рекультивационных работ, так как загрязненный почвенный покров был заменен торфяно-песчаным плодородным грунтом с последующим посевом трав. На месте погибшего леса сформировался густой травяной покров, с проективным покрытием 100 %. Доминантами здесь являются *Urtica dioica* L. – 60 %; *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub – 30 %, в среднем обилии (7–12 %) представлены *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Leonurus quinquelobatus* Gilib., в малом обилии – *Artemisia vulgaris* L., *Artemisia absinthium* L., *Poa pratensis* L., *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Chenopodium album* L., *Epilobium palustre* L., *Achillea millefolium* L., встречаются молодые всходы березы пушистой (*Betula pubescens* Ehrh.). Результаты оценки по экологическим шкалам Л. Г. Раменского свидетельствуют о повышении богатства почв данного участка в сторону мезотрофных условий (рис. 1, ступень 10) и уменьшении увлажнения (ступень 63).

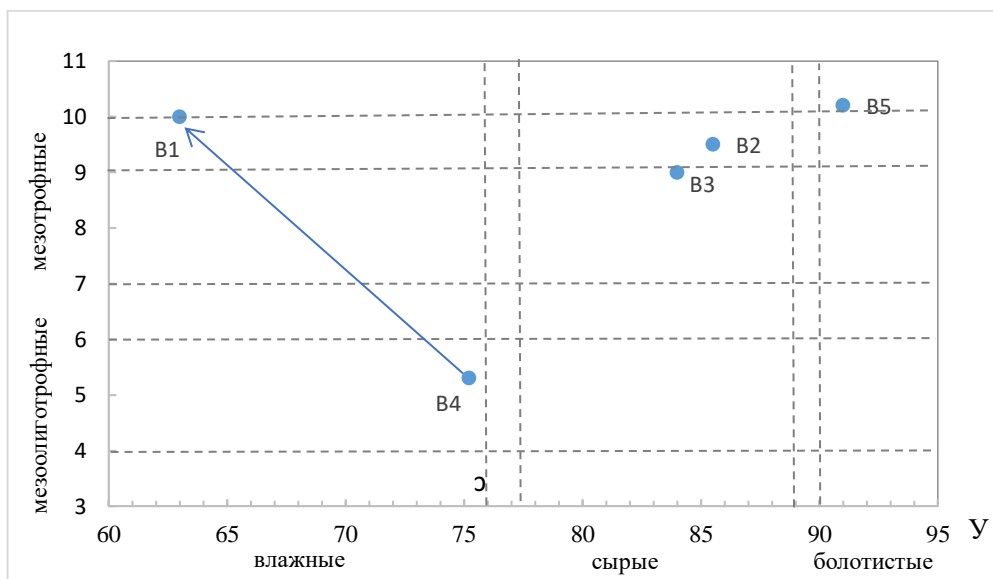


Рис.1. Положение фитоценозов пробных площадок Восточно-Сургутского месторождения в системе координат экологических шкал увлажнения, богатства и засоления почв

Исходный тип растительности описан на примере участка В4 – кедрово-сосновый кустарничково-зеленомошный лес. В древостое первого яруса преобладает *Pinus sibirica* Du Tour и *P. sylvestris* L., высотой 23–25 м, диаметром 35–38 см, присутствуют также *Betula pubescens* и *Picea obovata* Ledeb., диаметром 17–20 см. Сомкнутость 0,2; формула леса 5К5С+Б+Е. Сомкнутость второго яруса составляет 0,3, состав леса имеет формулу 5К3С2Б+Е, где высота деревьев 16–17 м, диаметр – 17–21 см. Подрост хорошо развит, подлесок отсутствует. Кустарничковый ярус имеет проективное покрытие до 45 % и образован *Ledum palustre* L. (15 %); *Vaccinium vitis-idaea* L. (12 %); *Vaccinium myrtillus* L. (5–7 %); *Linnaea borealis* L. (6–8 %). Из трав присутствует *Equisetum sylvaticum* L. (6 %), *Luzula pilosa* (L.) Willd. 1 %, *Carex globularis* <1 %. В моховом покрове встречаются более обильно *Hylocomium splendens* (Hedw.) Bruch et al. (35 %), в небольшом обилии (1–5 %) произрастают *Pleurozium shreberi* (Willd. ex Brid.) Mitt., *Ptilium crista-castrensis* (Hedw.) De Not., *Polytrichum commune* Hedw., *Peltigera canina* (L.) Willd. Лесной участок на гриве не проявляет признаков угнетения, однако в нижней заболоченной части склона наблюдается стойкий запах углеводородов, погибшие деревья и пленка нефтепродуктов в обводненных ложбинах. Местообитание на участке В4 характеризуется мезоолиготрофными влажными условиями. Отбор проб показал, что содержание нефтепродуктов на гриве и верхней части склона в почве после рекультивации снизилось до 125 мг/кг. Однако в ложбине, остается еще достаточно высоким – 560 мг/кг.

Участок В2 расположен на расстоянии 30 м от участка В1 и лежит ниже по рельефу, граничит с просекой под ЛЭП. Описываемый участок представлен сырым ивняком разнотравным. В состав кустарников входят *Salix cinerea* L., высотой до 3 м (15 %) и *Salix viminalis* L., высотой до 4 м (15–17 %). Травяной ярус имеет высокое проективное покрытие – 85 %, высотой около 1 м и неравномерное сложение. Доминирующим видом является *Bidens radiata* Thuill. (70 %), формирующая заросли высотой до 1,1 м. В травостое также участие принимали как влаголюбивые виды с небольшим проективным покрытием: *Epilobium palustre* (7 %); *Juncus filiformis* L. (2 %); *Carex cinerea* Poll. (2 %), *Agrostis clavata* Trin. (2–3 %); *Rorippa palustris* (L.) Bess. (<1 %); *Typha latifolia* L. (<1 %), виды из травосмеси, используемой при рекультивации – *Elytrigia repens* – 3 %, а также луговые и рудеральные виды: *Galeopsis speciosa* Mill. (1 %), *Urtica dioica* (3 %), *Chamaenerion angustifolium* (2 %). В моховом ярусе в малом обилии представлены *Marchantia polymorpha* L., *Polytrichum commune*, *Mnium*

cinclidioides, *Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwägr. По экологической приуроченности местообитание относится к мезотрофным сырым. В понижениях с водой наблюдается радужная пленка и стойкий запах нефтепродуктов. Тем не менее восстановительные процессы идут активно, а содержание нефтепродуктов в почве после проведенной рекультивации 2019 года снизилось до 843,1 мг/кг, в то время как до рекультивации составляло 7 802 мг/кг.

На участке В3 восстановление растительности идет медленно, проективное покрытие травяного яруса не превышает 18 %, большая часть участка лишена растительного покрова. Видовой состав растений представлен болотными многолетними видами *Typha latifolia* L. (2–3 %), *Juncus filiformis* (2 %), *Juncus alpino-articulatus* Chaix (6 %), *Bidens radiata* (<1 %), *Eriophorum scheuchzerii* Норпе (1 %), *Epilobium palustre* (<1 %), *Carex acuta* L. (<1 %), *Carex cinerea* (1 %), а также *Poa pratensis* (<1 %). По экологической оценке – местообитание мезотрофное сырое (рис. 1). Заращение замедленно из-за остаточной концентрации нефтепродуктов в почве равной 483,7 мг/кг (до рекультивации концентрация составляла 19488 мг/кг) и плотных суглинистых почв, в которых затруднен газообмен.

Участок В5 – охватывает прибрежную часть ручья. После рекультивации отмечается активное заращение береговой линии и мелководья прибрежно-водной растительностью и ивняком. Проективное покрытие трав варьирует от 50 % у кромки воды до 80 % на пологом склоне к ручью. В воде произрастают *Carex acuta* L. (4 %), *Carex rhynchophysa* С. А. Mey (15 %), *Carex cinerea* (3 %), *Comarum palustre* L. (3 %), *Alisma plantago-aquatica* L. (2 %), *Calla palustris* L. (7 %), *Typha latifolia* (5 %). В прибрежной части отмечены в малом обилии *Eriophorum scheuchzerii* Норпе (1 %), *Epilobium palustre* (2 %), *Rorippa palustris* (1 %); *Rumex pseudonatronatus* (Borb.) Borb. ex Murb. (<1 %); *Agrostis clavata* Trin (2–3 %), *Bidens radiata* (<1 %). В середине ручья имеется приподнятый участок, ранее заросший ивой и отдельными березами, в настоящее время часть кустарников погибла, но заметна молодая поросль. Тип местообитания – болотистое мезозутрофное.

В воде у берега наблюдаются пятна радужной пленки и запах нефтепродуктов. Анализ пробы поверхностной воды на наличие нефтепродуктов и тяжелых металлов выявил, что содержание нефтепродуктов составило 7,5 мг/кг, при допустимом значении ПДК не более 0,1 мг/кг. Эти результаты указывают на распространение загрязнителей и концентрацию нефтепродуктов в водном объекте, куда направлен сток с соседних территорий. Из тяжелых металлов обнаружен марганец, концентрация которого в воде превышает ПДК в 10 раз.

В результате обследования рекультивированных участков Восточно-Сургутского месторождения Сургутского района выявлено, что при загрязнении лесных фитоценозов происходит повышение трофности местообитания и оно переходит из серии мезоолиготрофных в категорию мезотрофных, что отмечается другими исследователями [2; 9]. Со временем трофность участка будет снижаться и видовой состав растений изменится на виды аборигенной флоры. Процессы восстановления растительного покрова характерны для всех участков, активно зарастают как видами из травосмеси (В1), так и аборигенными видами площадки В2, В4, В5. Медленное восстановление отмечено на участке В3, это связано также с более высокими концентрациями нефтепродуктов в верхнем слое почвы и тяжелым гранулометрическим составом грунта, в котором замедлены процессы окисления. На площадке В2 концентрация нефтепродуктов также остается завышенной, но это не сказывается на процессах заращения, доминантом здесь является череда лучистая. Возможно восстановление замедленно из-за процессов повторного накопления загрязняющих веществ, мигрирующих из нижних горизонтов почвы [2; 9]. На участке В5 прибрежно-водная растительность развита хорошо несмотря на высокие концентрации нефтепродуктов и тяжелых металлов (марганец), вероятно проточный режим водоема играет важную роль в снижении токсичности загрязняющих веществ.

Литература:

1. Доклад об экологической ситуации в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре в 2020 г. Информационное издание. – Ханты-Мансийск, 2021. – 187 с.
2. Восстановление растительного покрова нефтезагрязненных земель Среднего Приобья после рекультивации / Л. Ф. Шепелева, Е. А. Тарусина, А. И. Шепелев, В. Н. Фролов // Вестник Томск. гос. ун-та. – 2007. – № 299. – С. 222-227.
3. ГОСТ 17.4.4.02-2017. Межгосударственный стандарт. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа.
4. Зубайдуллин А. А. К вопросу рекультивации нефтезагрязненных земель на верховых болотах // Биологические ресурсы и природопользование: сб. науч. тр. – Нижневартовск, 1998. – Вып. 2. – С. 106-116.
5. Зубайдуллин А. А. Рекультивация нефтезагрязненных земель в Среднем Приобье: недостатки и основные причины низкой эффективности // Биологические ресурсы и природопользование: сб. науч. тр. СурГУ. – Сургут : Дефис, 2003. – Вып. 6. – С. 129-139.
6. Львов Ю. А. Типы болотных земель по их мелиоративной ценности // Пути рационального использования почвенных, растительных и животных ресурсов Сибири. – Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1986. – 284 с.
7. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову / Л. Г. Раменский, И. А. Цаценкин, О. Н. Чижиков, Н. А. Антипин. – М., 1956. – 472 с.
8. Чижов Б. Е. Деградиционно-восстановительная динамика лесных фитоценозов после нефтяного загрязнения / Б. Е. Чижов, А. И. Захаров, Г. А. Гаркунов // Леса и лесное хозяйство Западной Сибири. – Вып. 6. – Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 1998. – С. 160-172.
9. Биологическое разнообразие ландшафтов тайги Западной-Сибири и нефтяное загрязнение: почвенно-генетические и геоботанические аспекты / А. И. Шепелев, Л. Ф. Шепелева, З. А. Самойленко. – Сургут: Изд. центр СурГУ, 2016. – 178 с.
10. Шепелева Л. Ф. Изменение почв и растительности ХМАО – Югры под влиянием нефтяного загрязнения. – Сургут: Изд. центр СурГУ, 2011. – 105 с.

Секция VIb.

*ПРИРОДНЫЕ, ТЕХНОГЕННЫЕ И УРБАНИЗИРОВАННЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ СЕВЕРА:
ГУМАНИТАРНЫЕ АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ.
ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА НА СЕВЕРЕ*

УДК 336.773

**«ЗЕЛЕНЫЙ» БАНКИНГ,
КАК ВАЖНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ СТРАТЕГИИ
КРЕДИТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ СЕВЕРНЫХ РЕГИОНОВ РОССИИ**

Долгов Е.В.
Сургутский государственный университет, Сургут,
e-mail: evgen.97@inbox.ru

Аннотация. Анализируется концепция «зеленого» банкинга, которая становится важной составляющей деятельности кредитных организаций. Рассматриваемая концепция направлена не только на достижение целей максимизации прибыли, но и бережливого отношения к природе. Однако, не каждый банк имеет возможность внедрить принципы «зеленого» банкинга ввиду ряда ограничений.

Ключевые слова: «зеленый» банкинг, банки, экология, environmental, social, governance.

**“GREEN” BANKING
AS IMPORTANT COMPONENT OF THE STRATEGY
CREDIT ORGANIZATIONS IN THE NORTHERN REGIONS OF RUSSIA**

Dolgov E. V.
Surgut State University, Surgut,
e-mail: evgen.97@inbox.ru

Abstract. The concept of "green" banking, which is becoming more and more resistant to the activities of credit organizations, is analyzed. Consideration of the conceptual focus not only on achieving the goals of maximizing profits, but also thrifty towards nature. However, every time the bank is unable to implement the green banking rationale due to restrictions.

Keywords: «green» banking, banks, ecology, environmental, social, governance.

В процессе жизнедеятельности человека в мире происходят необратимые изменения, которые оказывают воздействие на экологию. Влияние на окружающую среду больше всего заметно со стороны компаний, деятельность которых связана с промышленностью или нефтедобычей. Кроме того, оказывать влияние на окружающую среду могут и банки, поэтому в мире набирает популярность система «зеленого» банкинга («ESG-банкинг»), которая направлена на трансформацию банковской деятельности таким образом, чтобы минимизировать негативное воздействие кредитных организаций на экологию. В рамках

«ESG-банкинга» происходят разработки совершенно новых банковских продуктов на базе ESG-стандартов. К числу таких «зеленых» технологий можно отнести «зеленое» кредитование, «зеленые» облигации и многое другое.

Развитие экологических технологий в деятельности банков началось еще в 2000-х годах, когда тренд на устойчивое развитие только набирал популярность. Среди ученых, занимающихся вопросами «зеленого» банкинга, можно выделить Марка Д. и Стефана Ш., которые отмечали большие возможности в реализации этой концепции. По мнению авторов, «ESG-банкинг» служит не только инструментом получения выгоды, но и драйвером разработки эффективных стратегий нацеленных на смягчение негативных эффектов на среду обитания человека [1; 2].

Рассматривая более современное понимание, можно обратиться к работам Сарита Б. и Нира К. Авторы рассматривают «зеленый» банкинг, как возможность повышения бережливого отношения к окружающей среде. Здесь происходит трансформация банковских операций, развитие и финансирование эколого-ориентированных проектов [3; 4].

Исходя из вышеизложенного можно сказать, что сегодня система «зеленого» банкинга представляет стратегически важный формат деятельности банков, который направлен на достижение следующих целей: повышение экономической эффективности банковской системы, минимизация воздействия на окружающую среду, а также стимулирование повышения имиджа кредитной организации. Уже сейчас во многих банках развивают следующие направления в рамках ESG-банкинга:

1. Финансирование природоохранных проектов;
2. Внедрение «зеленого» офиса;
3. Развитие «зеленых» банковских продуктов [5].

Вышеизложенные направления характеризуют внешнюю и внутреннюю деятельность банков, которые направлены на достижение экологических целей. В рамках внешней деятельности кредитные организации снижают последствия неблагоприятных технологических или антропогенных факторов. Внутренняя деятельность представляет собой такие направления, как использование специальных ламп для сокращения потребления электроэнергии, рациональное использование материалов, мероприятия по утилизации мусора и многое другое.

Далее следует рассмотреть примеры в реализации концепции «зеленого» банкинга в российском банковском секторе. Сейчас в нашей стране ESG-повестка активно развивается и ведущие банки уже внедрили «зеленые» технологии на базе ESG-стандартов. В таблице 1 наглядно продемонстрированы «зеленые» банковские технологии, реализованные ведущими кредитными организациями России.

Таблица 1.

Реализация концепции ESG-банкинга российскими кредитными организациями

Банк	ESG-технологии
Сбербанк	ESG-стратегия, оценка на соответствие ESG-стандартам потенциальных кредитов, перевод закупок на принципы ESG, отказ от бумажного документооборота, разработка концепции «зеленого» офиса
Райффайзенбанк	Отказ от бумажного документооборота, оформление безбумажных кредитов, развитие цифровых технологий для минимизации использования ресурсов
Газпромбанк	Разработка банковских ESG-продуктов для корпоративных и розничных клиентов, инвестирование в возобновляемую энергетику

Примечание: составлено автором на основе [6; 7; 8].

Из таблицы следует, что рассмотренные банки переходят на совершенно новый вектор своего развития, где в основе лежат ориентиры на социально-экологические принципы

функционирования. Тенденция такого перехода может выражаться в том, что «ESG-банкинг» является современной концепцией ведения банковской деятельности. В качестве лидирующих направлений можно выделить разработку ESG-кредитов и новых «зеленых» банковских продуктов.

Несмотря на вышеизложенное, следует отметить, что не каждый банк готов рассматривать «ESG-банкинг» как основу осуществления своей деятельности. По итогам 2021 года лишь 15 % банков страны имели соответствующую стратегию и только 10 % внедрили ESG-стандарты. Наряду с этим, большая часть банков перенесла реализацию концепции «зеленого» банкинга на неопределенный срок. Причинами таких решений могут быть следующие факты:

1. Банки испытывают недостаток ресурсов для реализации стратегии «ESG-банкинга»;
2. Кредитные организации не считают концепцию «зеленого» банкинга важной составляющей для дальнейшего своего развития.

Действительно, при реализации «зеленого» банкинга необходимо задействовать большие объемы ресурсов, что проблематично для небольших кредитных организаций, не являющихся системообразующими банками страны. Такие банки основную часть ресурсов расходуют на нужды, которые обозначены в текущей стратегии развития, где принципы «зеленого» банкинга отражения не нашли.

Вторая причина дискуссионная, так как практика показала, что стратегия «зеленого» банкинга должна стать драйвером роста как отдельно взятых кредитных организаций, так и банковской системы в целом. В качестве примера можно рассмотреть Сбербанк, который один из первых разработал ESG-стратегию. В рамках своей новой «зеленой» концепции банк предполагает достичь следующих целей: развитие этических деловых подходов в практике корпоративного управления, совершенствование открытости и прозрачности отчетности, содействие экономическому благополучию, развитие ответственного финансирования, а также обеспечить минимизацию воздействия на окружающую среду [9]. Реализовывать поставленные цели банк планирует с помощью развития системы работы с персоналом, поддерживать федеральные и региональные социально-значимые проекты, внедрять принципы экологического менеджмента и многих других мероприятий.

Таким образом, концепция «зеленого» банкинга является важным элементом в деятельности кредитных организаций на современном этапе развития. Разработка стратегии на базе ESG-критериев поможет банкам не только снизить воздействие на окружающую среду, но и стать наиболее привлекательными для инвесторов, которые готовы финансировать в устойчивое развитие.

Литература:

1. Schmidhein S. Financing change: The Financial Community, Ecoefficiency and Sustainable Development / S. Schmidhein, F. J. L. Zorraquin. – Cambridge, MA: MIT press, 1996. – 211 p.
2. Dotzour M. G. Environmental Banking / M. G. Dotzour, S. Manning. – A Reprint from Tierra Grande, the Real Estate Center Journal. – April 2002.
3. Green Banking : A Step towards Sustainable Development / N. Kapoor (et al.) // International Journal of Research in Management, Economics and Commerce. – 2016. – № 7. – P. 69-72.
4. Bahl S. Green Banking – the New Strategic Imperative // Asian Journal of Research in Business, Economics and Management. – 2012. – Vol. 2. – Is. 2. – P. 767-775.
5. «Зеленые» проекты – сегмент внимания банков / Е. Г. Шершнева, С. А. Дубровина, Е. С. Кондюкова, Н. В. Земляницына // Вестник УГНТУ. Наука, образование, экономика. – Сер. : Экономика. – 2018. – № 3 (25).

6. ESG-деятельность Сбербанка. – Текст : электронный. – URL: <https://www.sberbank.com/ru/sustainability> (дата обращения: 05.03.2023).

7. Стратегия устойчивого развития Райффайзенбанка. – Текст : электронный. – URL: <https://www.raiffeisen.ru/about/bank/> (дата обращения: 05.03.2023).

8. Стратегия устойчивого развития Газпромбанка. – Текст : электронный. – URL: <https://www.gazprombank.ru/sustainability/> (дата обращения: 05.03.2023).

9. Политика в области социальной и экологической ответственности, корпоративного управления и устойчивого развития. – Текст : электронный. – URL: https://www.sberbank.com/common/img/uploaded/files/pdf/normative_docs/sber_esg_policy_rus.pdf (дата обращения: 05.03.2023).

УДК 613.1

РАСЧЁТ БАРИЧЕСКОГО ИНДЕКСА КОМФОРТНОСТИ МЕТЕОУСЛОВИЙ ДЛЯ ТЮМЕНИ ЗА ПЕРИОД 2010-2020 гг.

Марухленко М.М., Яворский Р.Э.

*Новосибирский государственный университет экономики и управления, Новосибирск,
e-mail: mariamarukhlenko0@gmail.com*

Аннотация. Рассмотрены основные факторы погоды, влияющие на самочувствие человека. С учетом изменившегося за последние десятилетия образа жизни предложен новый индекс климатической комфортности, основанный на данных о суточном изменении атмосферного давления. Значения этого индекса рассчитаны для г. Тюмени за период 2010–2020 гг.

Ключевые слова: медицинская климатология, патогенность метеорологической ситуации.

CALCULATION OF THE BARIC INDEX WEATHER COMFORT IN TYUMEN FOR THE PERIOD 2010–2020

Marukhlenko M.M., Yavorskiy R.E.

*Novosibirsk State University of Economics and Management, Novosibirsk,
e-mail: mariamarukhlenko0@gmail.com*

Abstract. The main weather factors that affect the well-being of a person are considered. Taking into account the way of life that has been changed over the past decades, a new index of climatic comfort has been proposed, based on data on daily changes in atmospheric pressure. The values of this index are calculated and analysed for Tyumen city for the period 2010–2020.

Keywords: medical climatology, pathogenicity of the meteorological situation.

Изучению биоклиматических условий с позиции сохранения здоровья человека и анализу уровня дискомфорта климата посвящены многочисленные исследования, см. подробный обзор в [1] и пример регионального анализа в [2]. Для оценки степени патогенности метеорологической ситуации и раздражающего действия изменений погоды на организм используют комплексный показатель [3], который был разработан В. Г. Бокшей во второй половине XX века:

$$I = I_t + I_h + I_V + I_n + I_{\Delta p} + I_{\Delta t}$$

Этот показатель представляет собой сумму индексов патогенности разных метеорологических величин: температуры и влажности воздуха, ветра, облачности и атмосферного давления. С момента разработки этого индекса и его первой публикации уже прошло почти полвека, за это время образ жизни большинства людей кардинальным образом изменился. Сейчас широкое распространение получили климатические системы, которые позволяют регулировать температуру и влажность в помещении, а поскольку всё больше людей работают в офисе, такие факторы как облачность и сила ветра совсем теряют свое

влияние. Таким образом, ключевым фактором метеорологической ситуации с точки зрения самочувствия человека становится атмосферное давление, поскольку давление в любом негерметичном помещении такое же, как и на улице.

В качестве исходных материалов для анализа были взяты находящиеся в открытом доступе данные Национального центра экологической информации [4]. Для рассматриваемых городов были рассчитаны минимальное и максимальное атмосферное давление в течение дня, а также максимальный перепад давления за 3-часовой интервал.

На рис. 1 представлена диаграмма со значениями этих двух параметров для г. Тюмени за период 2010–2020 гг. Каждая точка соответствует одному дню. По горизонтальной оси отложено среднесуточное атмосферное давление, по вертикальной – максимальный трехчасовой скачок давления в течение дня. Зеленой заливкой отмечена область, соответствующая комфортному сочетанию этих факторов: среднее атмосферное давление равно 760 ± 10 мм рт. ст. и перепады давления не превышают 3 мм рт. ст. Красной заливкой отмечена область, в которой дневной скачок атмосферного давления превышает 10 мм рт. ст.

На основе этих трех областей мы определяем *барический индекс комфортности метеоусловий*, значение которого рассчитывается для каждого дня по соответствующей формуле:

- 0 (зеленый уровень) – среднее атмосферное давление не ниже 750 мм рт. ст. и не превышает 770 мм рт. ст., при этом трехчасовые перепады в течение дня не превышают 3 мм рт. ст.;
- 1 (желтый уровень) – среднее атмосферное давление вне нормы, ниже 750 мм рт. ст. или выше 770 мм рт. ст., либо в течение дня случались перепады выше 3 мм рт. ст. (но не более 10 мм рт. ст.);
- 2 (красный уровень) – в течение дня зафиксированы перепады атмосферного давления, превышающие 10 мм рт. ст. с трехчасовым интервалом измерения.

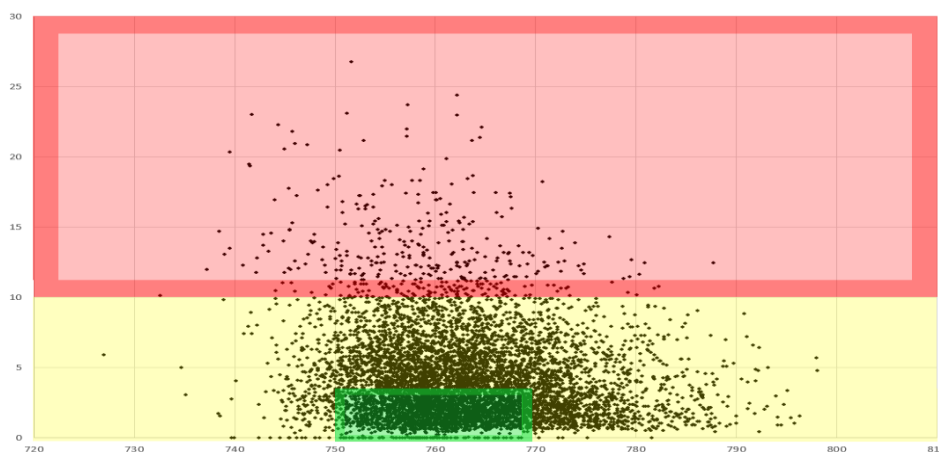


Рис. 1. Среднесуточное атмосферное давление (по горизонтали) и максимальный трехчасовой перепад давления в течение дня (по вертикали) для г. Тюмени в 2010–2020 гг.

На основе имеющихся в нашем распоряжении данных ежедневный барический индекс комфортности метеоусловий был вычислен для г. Тюмени за период 2010–2020 гг. Усредненные результаты по месяцам представлены на рис. 2.

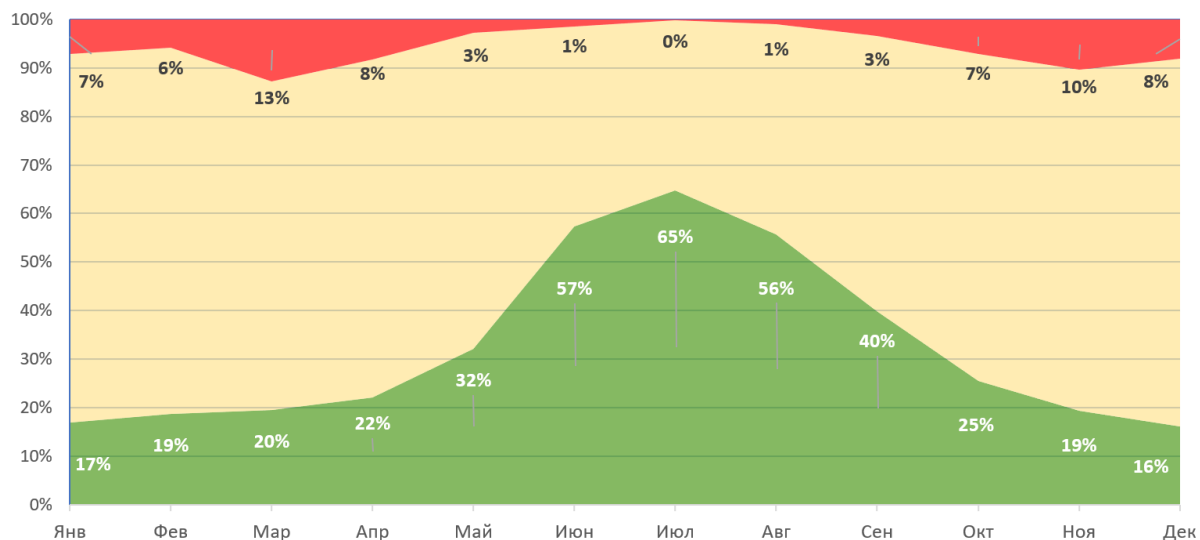


Рис. 2. Статистическая вероятность по месяцам для значений барического индекса комфортности метеоусловий в г. Тюмени за период 2010–2020 гг.

Полученные результаты демонстрируют явную сезонность для рассматриваемого показателя, зимой ситуация является существенно менее благоприятной, чем летом. При этом даже в самые благоприятные с точки зрения климата летние месяцы более 30 % дней попадают в желтую область. Минимальное число, менее 20 %, климатически благоприятных дней (зелёная область) наблюдается в зимние месяцы, с ноября по март. В этот период, в среднем, лишь один день в неделю метеоусловия являются комфортными, а остальные шесть дней неблагоприятны и некомфортны. В марте и ноябре заметен пик количества дней с красным уровнем барического индекса: с вероятностью более 10 %, то есть не менее 3 дней на протяжении месяца наблюдаются очень резкие перепады атмосферного давления, более 10 мм рт. ст. менее чем за три часа.

В качестве заключения отметим, что согласно данным Росстата Тюменская область входит в список регионов РФ с наибольшим миграционным потоком [5]. При смене места жительства ключевую роль играют факторы качества жизни и карьерных возможностей, но при принятии решения о переезде также нужно учитывать климатические особенности регионов. Представленный в данной работе барический индекс комфортности метеоусловий может быть использован для учёта этих обстоятельств.

Литература:

1. Основные механизмы, обуславливающие развитие метеотропных реакций / М. Ю. Яковлев, М. М. Салтыкова, А. Д. Банченко [и др.] // Междунар. журн. прикладных и фундаментальных исслед. – 2018. – № 10. – С. 187-192.
2. Сабирова М. В. Особенности сезонного хода индекса патогенности метеорологической ситуации в республике Татарстан / М. В. Сабирова, А. В. Шимарин // Вестник Удмуртского ун-та. – Сер. «Биология. Науки о Земле». – 2022. – № 32 (1). – С. 50-58.
3. Бокша В. Г. Медицинская климатология и климатотерапия / В. Г. Бокша, Б. В. Богуцкий // Здоровье. – 1980. – 261 с.
4. National Centers for Environmental Information. The Integrated Surface Dataset. – URL: <https://www.ncei.noaa.gov/>.
5. Кудаева М. Влияние миграционных потоков на экономическую активность и рынок труда России в целом и региональном аспекте. Сер. докладов об экономических исследованиях Банка России / М. Кудаева, И. Редозубов. – 2021.

УДК 61.612+159.9.07

ОПРЕДЕЛЕНИЕ БИОФИЗИЧЕСКИХ МАРКЕРОВ АДАПТАЦИИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЛИЦ ЮНОШЕСКОГО ВОЗРАСТА В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Рыжикова Е.М.¹, Соколова А.А.², Коленчукова О.А.³

¹*Сургутский государственный университет, Сургут,
e-mail: nagornykh.elena@mail.ru*

²*Сургутский государственный университет, Сургут,
e-mail: sokolova_aa@surgu.ru*

³*Сибирский федеральный университет, Красноярск,
e-mail: kalina-chyikova@mail.ru*

Аннотация. Выявлены региональные особенности телосложения лиц юношеского возраста, что говорит о формировании фенотипа, адаптированного к условиям проживания в северном регионе. Была показана связь между психологическим статусом лиц юношеского возраста и реакцией биолюминесцентной ферментативной системы на добавление образцов слюны, отобранных до и после нагрузки, что позволит эффективно проводить диагностику лиц юношеского возраста с учетом влияния внешних факторов. В исследовании разработаны критерии и получены физиологические маркеры, обеспечивающие динамическое наблюдение за состоянием физического здоровья человека в неблагоприятных условиях Северных территорий, его оценку и прогнозирование, а также действий, направленных на выявление, предупреждение и устранение влияния вредных факторов на здоровье населения.

Ключевые слова: слюна, биолюминесцентное тестирование, лица юношеского возраста, биоимпедансометрия, антропометрия, Крайний Север.

DETERMINATION OF BIOPHYSICAL MARKERS ADAPTATION THE PHYSIOLOGICAL STATE OF YOUTH IN THE CONDITIONS THE NORTHERN TERRITORIES

Rizhikova E.M.¹, Kolenchukova O.A.²

¹*Surgut State University, Surgut,
e-mail: nagornykh.elena@mail.ru*

²*Siberian Federal University, Krasnoyarsk,
e-mail: kalina-chyikova@mail.ru*

Abstract. Regional features of the physique of adolescents were revealed, which indicates the formation of a phenotype adapted to living conditions in the northern region. A relationship was shown between the psychological status of adolescents and the response of the bioluminescent enzymatic system to the addition of saliva samples taken before and after exercise, which will allow effective diagnosis of adolescents, taking into account the influence of external factors. The study developed criteria and obtained physiological markers that provide dynamic monitoring of the state of human physical health in the adverse conditions of the Northern Territories, its assessment and forecasting, as well as actions aimed at identifying, preventing and eliminating the impact of harmful factors on public health.

Keywords: saliva, bioluminescent testing, persons of youthful age, bioimpedancemetry, anthropometry, Far North.

В последние годы профилактическое направление в медицине претерпевает новый подъем. Если человек здоров, возникает необходимость оценить уровень его здоровья с учетом адаптации к условиям Севера. Для определения времени и причин утраты здоровья человеком, врач должен иметь четкие нормативные показатели (стандарты) здоровья, которые выражаются количественными критериями и доступны в использовании. Это своего рода биомаркеры различных состояний здоровья человека (физического, психологического, функционального) на всех уровнях его структурной организации (от организменного до молекулярного) [1]. Последние десятилетия отличают расширение методологии биомедицинских наук в сторону методов с большим количеством одновременно измеряемых параметров. Для выявления и расчета биомаркеров необходимо использование различных методов обследования, так как их сочетанное использование увеличивает объем получаемой информации о состоянии здоровья человека [2]. Функциональные системы юношеского организма, не достигшего дефинитивного уровня, находятся в режиме перегрузок. Адаптационные механизмы организма не всегда могут быстро отвечать суровым природно-климатическим условиям, что и приводит к возникновению и развитию хронических заболеваний [3].

Цель исследования: оценка влияния стрессовых факторов на физиологическое состояние лиц юношеского возраста в условиях Северных территорий.

Задачи исследования:

1. Дать оценку антропометрическим показателям лиц юношеского возраста в условиях Северных территорий.
2. Проанализировать общее психоэмоциональное состояние организма лиц юношеского возраста до и после умственного напряжения в условиях Северных территорий.
3. Выявить возможности использования билюминесцентного ферментативного биотеста для определения физиологического состояния лиц юношеского возраста при воздействии стресса в условиях Северных территорий.

Материалы и методы исследования. В обследовании приняли участие 117 студентов Сургутского государственного университета в юношеском возрасте (18–23 года) до (состояние покоя) и после экзаменационной сессии (умственное напряжение) во втором полугодии обучения (весна–лето 2021 г.). От каждого студента было получено письменное информированное согласие на проведение исследования.

Соматометрическое обследование проводили по классической методике В. В. Бунака с использованием стандартного набора инструментов: определение габаритных размеров (длина и масса тела), костных размеров тела (диаметры плеча и таза). Индекс L. Rees, H. J. Eisenk измеряли по формуле $\text{Индекс Rees-Eysenk} = \frac{\text{длина тела (см)} \times 100}{\text{диаметр грудной клетки (см)} \times 6}$. Индекс Rees-Eysenk меньше 96 соответствует пикническому типу телосложения, 96–106 – нормостеническому и больше 106 – астеническому.

Для определения психоэмоционального состояния использовались общепринятые специализированные психологические тесты: тест Спилбергера–Ханина – для выявления общего уровня тревожности, тест Немчина и Тейлора – для определения склонности к развитию стресса. Показатели стессоустойчивости (СУ), ситуативной (СТ) и личностной (ЛТ) тревожности оценивали по баллам: до 30 баллов – низкая, 31–45 баллов – умеренная, 46 и более – высокая. Вероятность развития стресса оценивали по уровню тревоги: при показателях 5–15 баллов – низкий уровень тревоги, при показателях выше 15 – повышенный уровень тревоги (снижение стрессоустойчивости), при показателях 40–50 – развитие дистресса. Для прогноза эустресса рассматривалась количественная сторона утверждений до 25 баллов.

Исследование интегральных показателей слюнной жидкости до и после умственного напряжения проводили с использованием авторской платформенной технологии биолюминесцентного биотестирования. Величину остаточного свечения системы (I/I₀) рассчитывали, как отношение средней максимальной интенсивности биолюминесценции измерения слюны (I) к средней максимальной интенсивности биолюминесценции в контроле (I₀), умноженное на 100 %.

Результаты исследования. Анализируя антропометрические показатели по индексу Rees-Eysenck все обследуемые были разделены по соматотипу на три группы: 1) пикнический – 52 % обследуемых; 2) астенический – 23 % обследуемых и 3) нормостенический – 25 % обследуемых (табл. 1).

Таблица 1.

Распределение типа телосложения лиц юношеского возраста, проживающих в условиях Северных территорий, по соматотипу

Соматотип по индексу Rees-Eysenck	Содержание студентов в группе, %	Тип телосложения по ИПД		
		Андроморфный (округлое)	Мезоморфный (атлетический)	Гинекоморфным (тонкокостное)
		Количество обследуемых от общего числа соматотипов, %		
Пикнический	52	53	21	26
Стенический	23	24	36	40
Нормостенический	25	28	44	28

Определено, что среди лиц юношеского возраста с пикническим соматотипом преобладали лица с андроморфным телосложением – 53 %, с мезоморфным – 21 %, с гинекоморфным – 26 % (рис. 1).

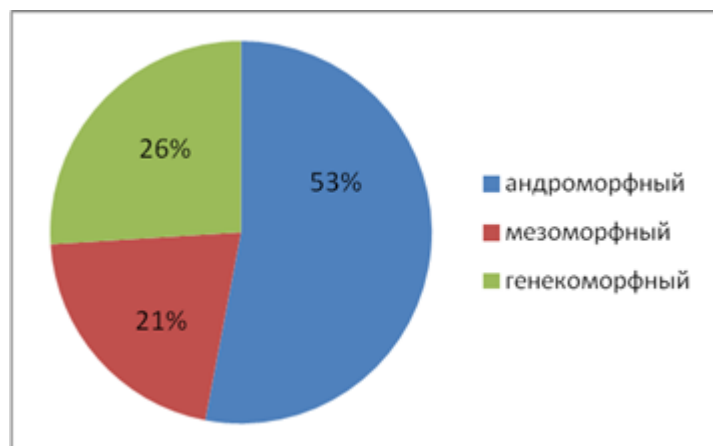


Рис. 1. Распределение лиц юношеского возраста с пикническим соматотипом по типу телосложения, проживающих в условиях Северных территорий

Психологическое исследование в состоянии покоя показало, что основная часть обследуемых имела средний уровень стрессоустойчивости, меньшая часть была с высоким показателем стресса, в состоянии стресса находились лишь 9 % обследуемых (рис. 2А).

Эмоциональное напряжение после экзаменационной сессии повысило число лиц юношеского возраста, входящих в состояние стресса до 30 %. Однако уменьшилось число с высокой и средней стрессоустойчивостью (рис. 2В). Следовательно, после экзаменационной сессии испытывала эмоциональный стресс, который вызывал снижение их средних и высоких показателей стрессоустойчивости.

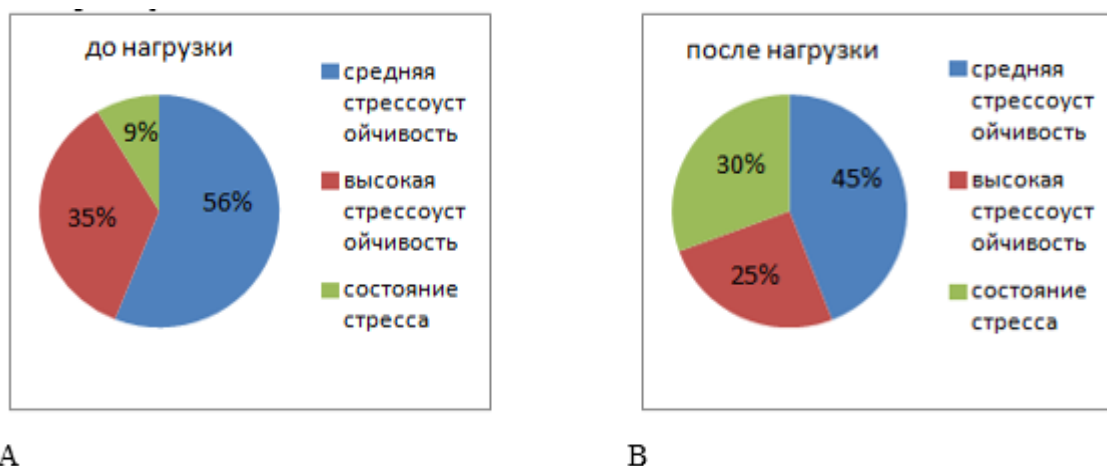


Рис. 2. Показатели стрессоустойчивости лиц юношеского возраста до (состояние покоя А) и после экзаменационной сессии (умственное напряжение В), проживающих в условиях Северных территорий

Обсуждение. Оценка оптимального или желательного уровня тревожности по тесту Спилберга – Ханина показала, что в исследованной выборке лиц юношеского возраста были выявлены молодые люди, у которых оценен уровень тревожности, как находящиеся в состоянии стресса, даже до начала умственной нагрузки.

По результатам влияния образцов слюнной жидкости на активность биoluminesцентной системы можно сделать вывод о том, что величина остаточного свечения биoluminesцентной системы в группе, находящейся в состоянии стресса, до нагрузки и после умственной нагрузки меняется незначительно. Данный факт может быть связан с тем, что организм лиц юношеского возраста в данной группе находится под постоянным стрессовым воздействием, независимо от наличия умственного напряжения и уровня, и степени оказываемых стрессовых факторов на организм, и это постоянное стрессовое воздействие, с точки зрения, изменения физико-химического состава слюнной жидкости, не оказывали значительного воздействия на интенсивность биoluminesцентного свечения.

Литература:

1. Агаджанян Н. А. Учение о здоровье и проблемы адаптации / Н. А. Агаджанян, Р. М. Баевский, А. П. Береснев. – Ставрополь: Изд-во СГУ, 2010. – 204 с.
2. Агаджанян Н. А. Адаптационная и этническая физиология: продолжительность жизни и здоровья человека. – М. : РУДН, 2009. – 34 с.
3. Абабков В. А. Адаптация к стрессу. Основы теории, диагностики, терапии / В. А. Абабков, М. Перре. – СПб : Речь, 2017.
4. Баевский Р. М. Концепция физиологической нормы и критерии здоровья // Рос. физиол. журн. им. И. М. Сеченова. – 2008. – Т. 89. – № 4. – С. 473-487.
5. Бойко Е. Р. Физиолого-биохимические основы жизнедеятельности человека на Севере / Рос. акад. наук, Урал. отд-ние, Коми науч. центр, Ин-т физиологии. – Екатеринбург: НИСО УрО РАН, 2010. – 189 с.

УДК 502.333

**ОЦЕНКА МАСШТАБОВ ЛЕСОЗАГОТОВОК
В ХАНТЫ-МАНСИЙСКОМ РАЙОНЕ ХМАО – ЮГРЫ НА НАЧАЛО 1960-х гг.
ПО КАРТАМ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Сташкин П.Р., Тюрин В.Н.
Сургутский государственный университет, Сургут,
e-mail: stashkin_pr@surgu.ru

Аннотация. В публикации представлены предварительные результаты анализа вырубок и путей транспортировки леса по топографическим материалам начала 1960-х гг. в современных границах Ханты-Мансийского района ХМАО – Югры.

Ключевые слова: Ханты-Мансийский район, лесные склады.

**ASSESSMENT OF LOGGING
IN KHANTY-MANSIYSK REGION OF KHMAO-YUGRA AT BEGINNING 1960-s
USING GENERAL PURPOSE MAPS**

Stashkin P.R., Tyurin V.N.
Surgut State University, Surgut,
e-mail: stashkin_pr@surgu.ru

Abstract. The article presents preliminary analysis of cutting areas and transporting ways to logging points based on topographic materials from the early 1960s within the modern borders of Khanty-Mansiysk region (Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra).

Keywords: Keywords: Khanty-Mansiysk rayon, logging points.

В рамках исследования, посвященного становлению и развитию лесопромышленного комплекса ХМАО – Югры в послевоенный период советского времени, мы столкнулись с необходимостью оценки масштабов лесозаготовок. Для этой цели привлечены топокарты масштаба 1:100000, позволяющие определить местоположение вырубок и (по лесовозным дорогам) возможные пути транспорта леса на пункты приема древесины (лесные склады).

Методика исследования. Работа велась в ГИС MapInfo. В ней выполнена привязка топокарт 1960-х гг., векторизация объектов (вырубок, лесовозных дорог, лесных складов), оценка площадей вырубок и протяженности дорог.

Результаты исследования. Площадь лесозаготовок в границах Ханты-Мансийского района в первой половине 1960-х гг. составила 228 кв. км (0,23 % от площади Ханты-Мансийского района). Вырубки по району распределены неравномерно и сконцентрированы на определенных площадях – лесозаготовки в основном велись в его центральной части и на северо-западе. По ним, а также по лесовозным дорогам, определены основные пункты приема древесины, приуроченные к главным водным артериям (Обь, Иртыш). Древесина, заготавливаемая в северо-западной части района, на площади 51 кв. км (22,4 %), транспортировалась к следующим населенным пунктам: Малый Атлым, Большие Леуши, Карымкары. В центральной части вырубки составили 147 кв. км (64,5 %). Отсюда древесина

поставлялась преимущественно в Красноленинский, Урманный, Назымка, Кедровый, Октябрьский, Нялинское, Зенково. В западной части Ханты-Мансийского района вырубки проводились на площади 19 кв. км (8,3 %), древесина поставлялась в Сеуль и Ягурьях. С оставшейся территории (4,8 %) транспортировка леса велась на менее значимые пункты приема древесины.

Заключение. Определена принципиальная возможность оценки ряда параметров эксплуатации лесов по топографическим материалам. В дальнейшем для уточнения масштабов лесозаготовок планируется привлечь архивные материалы лесозаготовительных предприятий.

УДК 502.31

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ВУЗЕ

Сторчак Т.В., Погоньшева И.А., Погоньшев Д.А.
Нижевартовский государственный университет, Нижневартовск,
e-mail: severina.i@bk.ru

Аннотация. Сложившиеся в течение десятилетий традиции российского экологического образования не теряют своей значимости, периодически пересматриваются в условиях новой действительности. В условиях роста экологических проблем остаются востребованными экологическое просвещение и формирование экологической культуры, значимая роль в их развитии отводится системе высшего образования. В статье рассматриваются современные направления развития экологического образования в Нижневартовском государственном университете.

Ключевые слова: экология, экологическое образование, экологическая культура.

MODERN TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF ENVIRONMENTAL EDUCATION AT THE UNIVERSITY

Storchak T.V., Pogonysheva I.A., Pogonyshev D.A.
Nizhnevartovsk State University, Nizhnevartovsk,
e-mail: severina.i@bk.ru

Abstract. The traditions of Russian environmental education that have developed over decades do not lose their significance and are periodically reviewed in the new reality. Environmental education and the formation of environmental culture remain in demand in the face of growing environmental problems, a significant role in their development is given to the system of higher education. The article discusses the current trends in the development of environmental education at the Nizhnevartovsk State University.

Keywords: ecology, environmental education, environmental culture.

Развитие экологического образования (ЭО) в системе общего образования, новые стандарты экологического образования в вузах, активно обсуждаются в средствах массовой информации и научных публикациях [1]. Отмечается потребность совершенствования основных образовательных программ высшего образования и программ переподготовки кадров по востребованным направлениям в области климатических и экологических исследований и проектной деятельности. Обозначена важная задача по формированию устойчивых связей между вузами, научно-исследовательскими центрами, российскими и зарубежными компаниями реального сектора экономики по вопросам перехода к низкоуглеродной экономике и развитию экологических проектов, реализации эффективных практик в рамках адаптации к изменению климата. Подчеркивается значимость актуализации

экологической повестки в образовательных программах и программах повышения квалификации педагогических работников.

Становление отечественного экологического образования относят к середине XX века, именно в этот период был подготовлен естественнонаучный фундамент российского ЭО [5]. Формируясь на основе естествознания, оно имеет давние традиции развития знаний о взаимоотношениях человека и природы. В это время в обществе обозначились проблемы, связанные с загрязнением окружающей среды, создавались экологические движения и общества, некоммерческие природоохранные организации. Экологию стали преподавать в ряде вузов страны. Для советского периода было характерно выделение в естественнонаучном образовании экологической компоненты [1]. Большое внимание экологическому образованию в РФ стало уделяться в 1990 годы, это было связано с актуализацией экологических проблем. С 1993 года «Экологию» стали преподавать в школах в форме самостоятельной дисциплины. Изменения в системе образования (1997 г) повлекли исчезновение урока «Экология» из школьной программы, преподавание стало носить необязательный характер, это негативно отразилось на уровне подготовки абитуриентов вузов. В последнее время идея организации непрерывного экологического образования всё чаще озвучивается представителями Общественной палаты, специалистами сферы образования, предлагается: введение уроков экологии в детском саду и в школе, развитие экологического образования в учреждениях среднего профессионального образования и в вузах. Высказываются и противоположные точки зрения: развивать экологические компетенции нужно в рамках дополнительного образования и проектной деятельности, а также стимулирования экологических акций и экологического просвещения населения [4; 6].

Сложившиеся в течение десятилетий традиции российского экологического образования не теряют своей значимости, периодически пересматриваются в условиях новой действительности. Новая концепция экологического образования в системе общего образования была принята федеральным учебно-методическим объединением по общему образованию 29 апреля 2022 года и разработана с учетом положений Стратегии национальной безопасности РФ. Концепция представляет собой совокупность взглядов, идей и положений улучшения эффективности экологического образования, поддержания непрерывности ЭО, формирования экологической культуры обучающихся. Введены новые понятия: эколого-культурная грамотность; базовая модель экологической культуры; внутренняя позиция личности [4]. Значимость экологического образования в РФ подтверждается на законодательном уровне, вопросы экологического просвещения являются элементом экологической политики [3; 7; 8; 9; 10; 11].

В условиях роста экологических проблем остаются востребованными экологическое просвещение и формирование экологической культуры, значимая роль в их развитии отводится системе высшего образования. К сожалению, в большинстве современных вузов не реализуются программы по экологическому воспитанию и просвещению, не ставится задача по снижению углеродного следа, не транслируются успешные экологические практики. Многие экологические проекты перестают существовать после того, как инициативная группа покидает стены учреждения [8]. Ряд вузов включились в реализацию общероссийской экологической программы «Зеленые вузы России», целью которой является формирование у студентов, профессорско-преподавательского состава и сотрудников компетенций в сфере экологии, повышение уровня экологической культуры, вовлечение студентов в «зеленые» практики, внедрение принципов «зеленого» администрирования в хозяйственную деятельность вуза в соответствии с Целями устойчивого развития. Организована Ассоциация «зеленых» вузов России (октябрь 2022 г – 123 вуза), куда вошли экологически ориентированные университеты, реализующие экологические практики и принципы устойчивого развития [2; 8; 12; 13].

Степень развития экологической компетентности студентов также зависит от наличия в образовательных программах дисциплин экологической направленности. В Нижневарттовском государственном университете (НВГУ) в образовательные программы реализуемых направлений включена дисциплина экология. Реализуются студенческие проекты в сфере экологии и устойчивого развития, студенты ежегодно принимают участие в международной экологической акции «Спасти и сохранить». Обучающиеся регулярно информируются о новостях в области экологии и устойчивого развития. В НВГУ проводятся публичные эколого-просветительские мероприятия: экологические квесты, интерактивные игры («Объекты Всемирного природного наследия ЮНЕСКО в России»; «Глобальное изменение климата на Земле»); фотоконкурсы («Биоразнообразие через объектив»); мероприятия популяризации экологической культуры (ведется пропаганда здорового образа жизни; физической активности – установлены велопарковки на территории кампусов); акции по сбору вторсырья; повышается ресурсоэффективность и энергосбережение в учебных корпусах. Реализуются совместные экологические и энергетические проекты с государственными организациями и бизнес сообществом. Проводится освещение деятельности университета в сфере экологизации и устойчивого развития.

Одна из актуальных мировых проблем, которая всё чаще отражается в новых образовательных программах российских вузов – это проблема перехода к углеродной нейтральности. Изменение климата – это вызов для будущего человечества, новый виток для развития экологической политики и экономики, один из ключевых приоритетов трансформации бизнес сообщества и образования. Для решения климатической проблемы объединяются научно-исследовательские институты, вузы, бизнес сообщество. В настоящее время на рынке труда наблюдается значимый дефицит специалистов по вопросам «углеродного регулирования» в государственном и корпоративном управлении, нехватка, а в некоторых регионах и отсутствие профильных программ высшего образования. Российские вузы начали реализовать образовательные программы, для подготовки специалистов, обладающих компетенциями в рамках климатической политики, углеродного менеджмента с 2022 года.

Кафедра экологии Нижневарттовского государственного университета образована в 1998 году, и уже 20 лет выпускает экологов. Кафедра ведет подготовку по направлению «Экология и природопользование» бакалавров и магистров. Выпускники работают на многих предприятиях округа. Получив профессию «эколог», наши выпускники могут планировать и оценивать эффективность природоохранных мероприятий, рекультивировать нарушенные хозяйственной деятельностью территории, наблюдать за состоянием окружающей среды, контролировать соблюдение экологического законодательства, создавать и руководить природоохранными предприятиями, следить за выполнением технологических норм и готовы к решению производственных задач в ведущих предприятиях нефтегазодобывающей отрасли и государственных надзорных органах России.

Специалисты – «экологи» продолжают оставаться востребованными на рынке труда. Одновременно возникают новые направления профессиональной деятельности в области экологии, возрастают и требования к таким специалистам. С 2023 года кафедра экологии реализует новую образовательную программу «Углеродное регулирование в целях устойчивого развития регионов». Выпускники программы приобретают компетенции использования методов и инструментов оценки и мониторинга выбросов парниковых газов, разработки мер климатической политики, реализации климатических проектов, получают информацию об углеродных рынках.

На кафедре имеется опыт реализации международных экологических проектов в рамках программы Jean Monnet, ряд из них в сфере изменения климата: Jean Monnet Module «Окружающая среда, здоровье и изменение климата»; Jean Monnet Chair «Эффективные решения для защиты окружающей среды и здоровья человека от последствий изменения

климата». Ведется развитие исследовательских навыков и расширение исследовательской деятельности студентов в области охраны окружающей среды и здоровья населения в условиях изменения климата. Студенты знакомятся с эффективными примерами по адаптации во всех сферах жизни общества к негативным последствиям изменения климата. Совершенствуя содержание учебных курсов, акцент делается на современных данных академических исследований, нацеленных на выявление причинно-следственных связей между загрязнением окружающей среды и здоровьем населения. Преподают учебные курсы: «Окружающая среда и изменение климата», «Окружающая среда и здоровье человека», «Оценка и сохранение биоразнообразия в условиях изменения климата». Реализуемая проектная деятельность содействует диалогу между академическим и профессиональным сообществом, вовлекая общественность в обсуждение вопросов охраны окружающей среды и здоровья населения в условиях меняющегося климата. Стимулируется научно-исследовательская деятельность студентов, аспирантов по вопросам охраны окружающей среды, смягчения последствий изменения климата и охраны здоровья населения, к исследованиям привлекаются обучающиеся и педагоги школ. Благодаря реализации проектов в сфере экологии и устойчивого развития университет не только решает собственные задачи в рамках экологизации деятельности, но и способствует экологическому просвещению и развитию экологической культуры широкой общественности.

Литература:

1. Дзятковская Е. Н. Новая концепция экологического образования: эволюция ключевых понятий // Ценности и смыслы. – 2022. – № 5 (81). – С.112-125. – <https://doi.org/10.24412/2071-6427-2022-5-112-125>.
2. Евсеева А. И. «ВузЭкоФест» как практика развития экологической культуры студентов // Высшее образование в России. – 2018. – № 5. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vuzekofest-kak-praktika-razvitiya-ekologicheskoy-kultury-studentov> (дата обращения: 18.03.2023). – Текст : электронный.
3. Зеленова Д. А. Экологическая культура: понятие и формирование в современных условиях / Д. А. Зеленова, А. Г. Сидельников // Аграрное и земельное право. – 2020. – № 10 (190). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskaya-kultura-ponyatie-i-formirovanie-v-sovremennyh-usloviyah> (дата обращения: 18.03.2023). – Текст : электронный.
4. Концепция экологического образования (в сист. общ. образования). ФУМО. – 2022. – URL: <https://docs.edu.gov.ru/document/3da3f2dbd81de632a44729cf4fc40ea9/download/5433/> (дата обращения: 18.03.2023). – Текст : электронный.
5. Левченко Н. В. Экологическое образование в вузах России: гражданский активизм в формальном образовании // Гуманитарий Юга России. – 2017. – № 5. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskoe-obrazovanie-v-vuzah-rossii-grazhdanskiy-aktivizm-v-formalnom-obrazovanii> (дата обращения: 11.03.2023). – Текст : электронный.
6. Морозова Е. А. Система непрерывного экологического образования // Система управления экологической безопасностью: сб. тр. XIII междунар. науч.-практ. конф. (Екатеринбург, 31 мая 2019 г.). – Екатеринбург: УрФУ, 2019. – С. 281-288.
7. Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 г. (утв. Президентом РФ 30.04.2012). – URL: https://www.consultant.ru/law/podborki/osnovy_gosudarstvennoj_politiki_v_oblasti_ekologicheskogo_razvitiya_rossii_na_period_do_2030_g.%252C_utverzhdennyh_prezidentom_rossijskoj_federacii_30_aprelya_2012_g./. – Текст : электронный.
8. Программа «Зеленые вузы России» на 2021–2026 гг. – М., 2021. – 22 с.
9. Свечкарев В. Г. Формирование современной экологической культуры, как основы культуры будущего // Сб. м-лов XXI междунар. науч.-практ. конф. – Краснодар: Акад. маркетинга и социально-информационных технологий. – ИМСИТ, 2021. – С. 122-126.

10. Ст. 114. Конст. РФ (12.12.1993 г., с изм., одобр. в ходе общерос. голос. 01.07.2020 г).
– КонсультантПлюс : [сайт]. – URL:
https://www.consultant.ru/document/cons_do.c_LAW_28399/0b3885e36003852fe32df6bcfefdcdb6e7ec85e/. – Текст : электронный.

11. Ст. 71. Всеобщность и комплексность экологического образования. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 14.07.2022) «Об охране окружающей среды». – URL:
https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/1ebe1ae0326a8d353aaca601ee8fb927f82dc79d/. – Текст : электронный.

12. Чмелева К. В. «Зелёный университет»: внедрение экологических практик в вузе / К. В. Чмелева, А. С. Князькина / В сб.: Фундаментальные и прикладные аспекты устойчивого развития ресурсных регионов: Сб. науч. ст. III (XX) Всерос. науч. конф. с междунар. участием; под общ. ред. О. С. Андреевой. – Новокузнецк, 2022. – С. 156-161.

13. Щенина А. Э. Анализ результатов внедрения экологической программы в пермском национальном исследовательском политехническом университете / А. Э. Щенина, Ю. Н. Юдина, Е. И. Панькова // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. – 2019. – Т. 1. – С. 216-219.

УДК 612.13, 57.087

ВЛИЯНИЕ ТРАНСШИРОТНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ НА ПАРАМЕТРЫ СЕНСОМОТОРНЫХ РЕАКЦИЙ ШКОЛЬНИКОВ ЮГРЫ

Филатов М.А., Еськов В.В., Самойленко И.С., Кухарева А.
Сургутский государственный университет, Сургут,
e-mail: samojlenko_is@edu.surgu.ru

Аннотация. Большинство детей Севера РФ пребывает в условиях гипокинезии. Поэтому изучение влияния экофакторов среды на состояние двигательных функций человека на Севере РФ является актуальной проблемой экологии человека. Выборки данных показали преобладание непараметрических распределений. Парное сравнение (всего 6 разных пар для 4-х точек сравнения) показало наличие статистических совпадений (критерий Вилкоксона $p \geq 0,05$ у 8-ми пар из 12-ти) выборок.

Ключевые слова: сенсомоторные параметры, изменение экологических зон, стохастика.

TRANS LATITUDE DISPLACEMENT INFLUENCE ON THE SCHOOLBOYS' SENSOR-MOTOR REACTIONS PARAMETERS

Filatov M.A., Eskov V.V., Samoilenko I.S., Kuchareva A.
Surgut State University, Surgut,
e-mail: samojlenko_is@edu.surgu.ru

Abstract. Most of the children in the North of the Russian Federation are in conditions of hypokinesia. Therefore, the study of the environmental factors influence on the state of human motor functions in the North of the Russian Federation is an urgent problem of human ecology. The data samples showed the predominance of nonparametric distributions. Pairwise comparison (6 different pairs for 4 comparison points) showed the presence of statistical samples coincidences (Wilcoxon's test $p \geq 0,05$ in 8 pairs out of 12).

Keywords: sensorimotor parameters, ecological zones changes, stochastics.

Введение. Известно, что многие школьники страдают гипокинезией в условиях длительного проживания на Севере РФ. Особенно это характерно для зимнего периода, когда занятия спортом на открытом воздухе всегда проблемы (при -20 и -30°C). Уроков физкультуры внутри школы вообще недостаточно. Низкая физическая активность приводит к существенным изменениям в параметрах сенсомоторной реакции $x_i(t)$, что в итоге показывает изменения в параметрах двигательной активности.

В этой связи нами предприняты усилия по изучению влияния комплексных экологических воздействий на эти параметры $x_i(t)$. В качестве этих воздействий были: трансширотные перемещения (с Севера РФ на Юг и обратно), смена климатической зоны (от -15°C до $+20^\circ\text{C}$) и повышенная двигательная активность (при пребывании на Юге РФ, в г. Туапсе). Повышение активности связано со всем нейромоторным комплексом [1; 6–9].

В итоге, мы исследовали выборки трех параметров сенсомоторных реакций 30-ти мальчиков (учащихся 1–4-х классов Югры) в четырех разных экологических условиях: 1 – перед вылетом из г.Сургута; 2 – после прилета в г.Туапсе (оздоровительный комплекс Юный Нефтяник – ЮН); 3 – после двух недель пребывания в ЮН; 4 – после возвращения в г. Сургут. Использовались методы традиционной статистики для оценки влияния экофакторов на параметры двигательной активности.

Объект и методы. Как уже было сказано выше использовались 3 теста (P₁-й – сенсомоторная реакция на звук, P₂-й – аналогично на появление красного квадрата на экране ЭВМ, P₃-й – появление одного квадрата в произвольном поле экрана ЭВМ одного из двух разных цветов). При этом нажималась цифра 1 или 2 на клавиатуре ЭВМ. Для каждого испытуемого предъявлялось по 10 таких тестов и ЭВМ рассчитывала среднее значение $\langle x_i(t) \rangle$. В итоге мы получили 3 выборки (для всех трех параметров $x_i(t)$) для группы мальчиков (в каждой выборке по 30 средних значений каждого из этих трех $x_i(t)$). Всего таких измерений было четыре (в четырех, выше указанных точках измерений). Была выполнена проверка на нормальность и статистически обработаны все 3 параметра.

В итоге были получены статистические результаты по этим 12-ти выборкам $x_i(t)$. Для этих 4-х точек мы рассчитывали статистическое сравнение (по 6-ти разным парам для каждого из этих трех параметров $x_i(t)$ состояния двигательных функций детей). По полученной матрице парных сравнений выборок мы можем сделать заключение об эффективности статистических методов оценки данных психофизиологических параметров, обследуемых двух групп. С позиции статистики мы оценивали эффекты влияния экофакторов на эти параметры. В итоге мы приходим к сравнительному анализу состояния психофизиологических функций младших школьников Югры в сравнительном аспекте, т.е. мы сравниваем параметры $x_i(t)$ группы мальчиков в четырех точках измерений.

Результаты. Прежде всего, отметим, что все выборки указанных трех параметров $x_i(t)$ мы изучили на предмет их нормального распределения. Большинство выборок $x_i(t)$ показали отсутствие параметрических распределений. Это потребовало в дальнейшем использования непараметрических распределений (см.табл. 1).

Использовался критерий Вилкоксона P (для непараметрических распределений). Далее выборки всех 3-х параметров были попарно изучены на предмет их статистических различий. Поскольку всего было четыре состояния (четыре точки измерения), то для каждого из трех параметров мы рассчитали 6 пар сравнения. Если критерий Вилкоксона $P \geq 0,05$, то такая сравниваемая пара может иметь общую генеральную совокупность. При критерии Вилкоксона $P < 0,05$ мы имеем статистические различия выборок $x_i(t)$.

В таблице 1 мы представляем результаты измерений всех параметров (P₁, P₂, P₃) для всей группы из 30-ти человек. Однако остается открытой проблема реальных статистических различий этих P_i во всех 4-х точках измерений.

Таблица 1.

Результаты проверки на нормальное распределение и статистическая обработка параметров сенсомоторных функций мальчиков ($n=30$) в условиях трансширотных перемещений

Точки исследования	Нормальность распределения		Описательная статистика							
			$X_{\text{ср}}$	Dx (\pm)	σ	min	max	процентили %		
	W	p						5, %	50, Me (медиана)	95, %
P1 (мс)										
1	0,68	0,00	0,32	0,02	0,14	0,16	0,96	0,2	0,28	0,6
2	0,91	0,01	0,28	0,00	0,04	0,23	0,4	0,23	0,28	0,38
3	0,86	0,00	0,29	0,01	0,05	0,23	0,46	0,23	0,28	0,42
4	0,97	0,73	0,3	0,00	0,05	0,18	0,43	0,24	0,29	0,38

P2, (мс)										
	W	p	X _{ср}	dx	σ	min	max	5, %	50, Me	95, %
1	0,8	0,00	0,3	0,01	0,07	0,19	0,57	0,23	0,29	0,45
2	0,91	0,02	0,25	0,09	0,05	0,18	0,43	0,19	0,25	0,34
3	0,96	0,31	0,26	0,09	0,05	0,17	0,37	0,18	0,25	0,37
4	0,83	0,00	0,28	0,01	0,06	0,21	0,46	0,21	0,25	0,45
P3 (мс)										
	W	p	X _{ср}	dx	σ	min	max	5, %	50, Me	95, %
1	0,92	0,03	0,3	0,01	0,06	0,2	0,52	0,21	0,29	0,41
2	0,88	0,00	0,33	0,01	0,05	0,25	0,51	0,26	0,32	0,46
3	0,96	0,41	0,35	0,01	0,05	0,25	0,51	0,28	0,35	0,47
4	0,46	0,00	0,37	0,04	0,23	0,23	1,52	0,24	0,32	0,65

В таблице 2 мы видим критерии P для каждой пары и для каждого параметра $x_i(t)$. Всего в таблице 2 мы имеем 18 таких разных пар сравнения, и большая часть из этих пар показала $P \geq 0,05$.

Таблица 2.

Результаты попарного сравнения средних значений рангов допустимого уровня значимости параметров сенсомоторных реакций учащихся мальчиков (n=30) 1 – 4 групп с помощью непараметрического критерия Вилкоксона (критерий значимости различий $p < 0,05$)

Параметр	Величины критерия p при попарном сравнении					
	1 – 2	1 – 3	1 – 4	2 – 3	2 – 4	3 – 4
P1	0,32	0,89	0,98	0,21	0,07	0,6
P2	0,004*	0,02*	0,1	0,43	0,13	0,11
P3	0,02*	0,001*	0,19	0,27	0,63	0,19

Это доказывает возможность их статистического совпадения, что фактически отрицает факт влияния трансширотных перемещений и оздоровительных мероприятий (для данных двух состояний). С позиции традиционной статистики эти внешние воздействия весьма малы (они почти не проявляются).

Для выявления достоверных различий между состояниями параметров сенсомоторной реакции (для всех трех P_1 , P_2 , P_3) мы использовали попарное сравнение выборок этих параметров для всех четырех измерений. В этом случае мы имеем для каждого параметра $x_i(t)$ всего 4 разные пары сравнения. Это пары: 1-2; 1-3 (для P_2 и P_3). Пара сравнения в 1-м и во 2-м состоянии (1-2) показывает эффект влияния трансширотных перемещений на все 3 параметра. Очевидно, что P_2 и P_3 показывает существенное различие. Аналогичный результат показала и пара сравнения 1-3, здесь тоже параметры P_2 и P_3 существенно различаются.

Характерно, что реакция на звук (параметр P_1) не дает различий во всех состояниях. Этот параметр наименее информационно значим. Однако, остальные пары уже не показывают существенных статистических различий, так как их критерий Вилкоксона $P \geq 0,05$ (все эти P_{ij} намного больше 0,05). Влияние трансширотных перемещений и двухнедельного оздоровления имеет значение, но нет суммарного эффекта по параметру P_2 . Для пары 1-3 мы имеем даже некоторое увеличение критерия Вилкоксона P до $P_{1-3}=0,02$ (против $P_{1-2}=0,04$). В целом, даже обратный перелет (пара сравнений 3-4) не показал существенных изменений по всем трем параметрам. Отсутствие статистических различий сейчас нами трактуется, как неопределенность 1-го типа. Это требует разработки и применения новых методов и моделей. В качестве такого нового подхода мы предлагаем методы теории хаоса-самоорганизации (ТХС) [4–9].

Обсуждение. Состояние параметров двигательной активности учащихся младших классов (проживающих на Севере РФ) является важным принципом влияния экофакторов и гипокинезии на состояние нервно-мышечной системы человека в целом. В наших

исследованиях мы выявили достоверные статистические различия только при анализе влияния перелета с Севера РФ на Юг (пара 1-2) и сочетанного влияния перелета и проведения оздоровительных мероприятий (пара 1-3). Само пребывание на Юге (и проведение оздоровительных мероприятий: пара 2-3) и обратный перелет (пара 3-4) не показали существенных изменений в параметрах нервно-мышечной системы детей. Более того, (сравнение в паре 1-4) показателей до выезда из Сургута и после возвращения в Сургут тоже не дает отличий. Очевидно, что сам перелет может привести к активации нейровегетативной системы, что обычно проявляется в учащенном сердцебиении [2; 3]. Отметим, что в ЮН дети резко повысили двигательную активность.

Очевидно, выраженный статистический эффект дает только первое трансширотное перемещение (температура изменяется от -15°C до $+20^{\circ}\text{C}$) и пребывание (две недели) на Юге РФ (пара 1-3). Остальные пары сравнения существенных различий в рамках традиционной статистики. Для более точного анализа требуется применение новых методов теории хаоса-самоорганизации (ТХС). Можно высказать предположение, что высокая двигательная активность в ЮН (точка измерения 3) обеспечила существенный сдвиг, и обратный перелет уже не имел выраженный эффект [10].

Выводы. Обработка полученных статистических данных методами непараметрической статистики (три параметра (P_1, P_2, P_3) в четырех точках измерения) показала некоторое различие в статистических средних всех этих параметров нервно-мышечной системы. При этом все эти параметры преимущественно показывали отсутствие параметрических распределений почти во всех 4-х точках измерений.

Однако, остальное (попарное) статистическое сравнение выборок (всего 6 разных для каждого параметра P_i пар сравнения) показало крайне низкую эффективность статистики. Из 18-ти разных пар сравнения только 4-е пары показали статистическое различие (у них $P_{ij} < 0,05$). Остальные 14 пар статистически совпадают. Характерно, что достоверные различия показали только трансширотные перемещения (пара 1-2) и пребывание на Юге РФ (пара 1-3). Остальные факторы не показали статистические различия для группы мальчиков. Даже обратный перелет (пары 3-4) не демонстрирует существенных статистических различий.

Литература:

1. Postural control of arm and fingers through integration of movement commands / S. T. Albert, A. M. Hadjiosif, J. Jang [et al.] // *Elife*. – 2020. – Vol. 9. – P. 1-35.
2. Brown R. Skin sympathetic nerve activity in humans during exposure to emotionally-charged images: sex differences / R. Brown, V. G. Macefield // *Frontiers in Physiology*. – 2014. – V. 5. – P. 111.
3. Chan N. Screening for atrial fibrillation in 13 122 Hong Kong citizens with smartphone electrocardiogram / N. Chan, C. Choy // *Heart*. – 2017. – V. 103. – P. 24-31.
4. Eskov V. M. Models of hierarchical respiratory neuron networks // *Neurocomputing*. – 1996. – V. 11 (2-4). – P. 203-226.
5. Measurement of chaotic dynamics for two types of tapping as voluntary movements / V. M. Eskov, T. V. Gavrilenko, Y. V. Vokhmina [et al.] // *Measurement techniques*. – 2014. – V. 57 (6). – P. 720-724.
6. The Evolution of the Idea of Homeostasis: Determinism, Stochastics and Chaos-Self-Organization / V. M. Eskov, O. E. Filatova, V. V. Eskov, T. V. Gavrilenko // *Biophysics*. – 2017. – V. 62 (5). – P. 809-820.
7. Shannon entropy in the research on stationary regimes and the evolution of complexity / V. M. Eskov, V. V. Eskov, Y. V. Vochmina // *Moscow University Physics Bulletin*. – 2017. – V. 72 (3). – P. 309-317.

8. Stochastic and chaotic analysis of students' attention parameters of different ecological zones / M. A. Filatov, L. K. Ilyashenko, A. I. Kolosova, S. V. Makeeva // *Human Ecology*. – 2019. – №7. – P. 11-16.
9. Filatov M. A. Psychophysiological parameters of students before and after translatitude travels / M. A. Filatov, L. K. Ilyashenko, S. V. Makeeva // *Human Ecology*. – 2019. – № 4. – P. 18-24.
10. An analysis of the attention indices in students from Surgut and Samara oblast from the standpoint of stochastics and chaos / A. I. Kolosova, M. A. Filatov, E. V. Maistrenko, L. K. Ilyashenko // *Biophysics*. – 2019. – Vol. 64 (4). – P. 662-666.

УДК 007.2, 573.7

ПАРАМЕТРЫ НЕЙРОВЕГЕТАТИВНОЙ СИСТЕМЫ СПОРТСМЕНОВ СЕВЕРА РФ

Чемпалова Л.С.¹, Музиева М.И.², Газя Н.Ф.², Байтуев И.А.²

¹Самарский государственный технический университет, Самара

²Сургутский государственный университет, Сургут,

e-mail: nata_stratan@mail.ru

Аннотация. Проведено исследование влияния спортивных тренировок на параметры вегетативной нервной системы мужчин, проживающих длительное время на Севере РФ. Выявлено резкое падение (почти в 2 раза) параметров парасимпатической и пятикратное увеличение параметра симпатической систем. Отмечено изменение параметров квазиаттракторов нейровегетативной системы в двумерном фазовом пространстве состояний.

Ключевые слова: нейровегетативная система, эффект Еськова-Зинченко, квазиаттракторы Еськова.

PARAMETERS OF THE ATHLETES NEURO-VEGETATIVE SYSTEM IN THE NORTH OF THE RUSSIAN FEDERATION

Chempalova L.S.¹, Muzieva M.I.², Gazya N.F.², Baituev I.A.²

¹Samara State Technical University, Samara

²Surgut State University, Surgut,

e-mail: nata_stratan@mail.ru

Abstract. A study of the influence of sports training on the parameters of the autonomic nervous system of men living for a long time in the North of the Russian Federation was carried out. A sharp drop (almost 2 times) in the parameters of the parasympathetic and a fivefold increase in the parameter of the sympathetic systems was revealed. A change in the parameters of quasiattractors of the neurovegetative system in the two-dimensional phase space of states was noted.

Key words: neurovegetative system, Eskov-Zinchenko effect, Eskov quasi-attractors.

Введение. В настоящее время остается недостаточно изученной проблема спортивных достижений человека, длительно проживающих в условиях Севера РФ. Поскольку для кардиоинтервалов (основных параметров сердечно-сосудистой системы (ССС) человека) уже считается доказанным [7–9; 20] эффект Еськова-Зинченко (ЭЕЗ), то в настоящих исследованиях мы особое внимание уделяем параметрам вегетативной нервной системы (ВНС) [7; 13; 16; 20].

Динамика параметров ВНС существенно определяет качество жизни человека на Севере РФ. Известно, что при нормальном физиологическом старении (у аборигенов Югры) параметры симпатической вегетативной нервной системы (ВНС) – СВНС нарастают, а параметры парасимпатической ВНС снижаются. Одновременно закономерно уменьшаются размеры квазиаттракторов кардиоинтервалов (КИ) жителей Севера РФ с возрастом. Ряд исследователей такую динамику связывают с длительной физической нагрузкой у аборигенов [8; 12; 15; 17].

В этой связи возникает проблема влияния физических нагрузок на параметры СВНС и ПВНС у жителей Севера РФ. Может ли такая нагрузка обеспечить устойчивый сдвиг ВНС в сторону симпатической ВНС? Отметим, что параметры КИ и ВНС пришлого населения существенно отличаются от параметров аборигенов Югры.

Объекты и методы исследования. Исследовалась группа из 15-ти мужчин (средний возраст 29 лет) по параметрам ССС с помощью прибора «Элокс-01». Находились (после 5 минут регистрации параметров ССС) выборки СВНС, ПВНС и КИ (не менее 300 значений в каждой выборке). Для всей группы рассчитывались матрицы парных сравнений выборок этих 3-х параметров и далее в двумерном фазовом пространстве состояний x_1 – СВНС и x_2 – ПВНС всего вектора состояния ВНС $x=x(t)=(x_1, x_2)^T$ строились фазовые траектории движений $x(t)$ для каждого испытуемого.

Полученные выборки x_1 , x_2 и x_3 (КИ в миллисекундах) обрабатывались статистически и находились средние значения площадей квазиаттракторов (КА) вектора $x(t)$. Полученные выборки КА для $x(t)$ обрабатывались до доверительного интервала перед нагрузкой и после часовой игры в мини-футбол (всей этой группы). Выполнен анализ выборок и параметров КА до и после нагрузки. Находились также межаттракторные расстояния по описанной ранее методике [1–6; 9–11; 18–20].

Результаты исследования. Прежде всего следует отметить, что эффект Еськова-Зинченко (ЭЭЗ) мы зарегистрировали и для выборок СВНС и ПВНС. Иными словами, для параметров ВНС по исследуемой группе испытуемых мы не можем наблюдать статистическое совпадение выборок. Для примера мы представляем матрицу парных сравнений выборок СВНС для 15-ти испытуемых (табл. 1). Очевидно, что число k пар выборок очень мало (число меньше 95 % из всех 105 пар сравнений) и это доказывает ЭЭЗ для ВНС [7; 13; 16; 20].

На рис. 1 мы представляем динамику изменения СВНС и ПВНС до и после тренировки. Очевидно, что x_1 (СВНС) после мини-футбола вырос почти в 5 раз, с $x_1^1=1,75\pm 0,61$ у.е. до $x_1^2=8,19\pm 0,87$ у.е. после нагрузки (критерий Вилкоксона $p=0,0004$). При этом парасимпатическая ВНС изменилась только почти в 2 раза, с $x_2^1=16,44\pm 2,99$ у.е. до нагрузки до $x_2^2=7,87\pm 1,86$ у.е. после тренировки. Таким образом, мы имеем более существенные изменения СВНС - x_1 , чем ПВНС - x_2 . Подчеркнем, что после нагрузки наши спортсмены не стали выраженными симпатотониками (несмотря на увеличение x_1^2).

Таблица 1.

Матрица парных сравнений выборок параметров симпатической ВНС группы 15-ти испытуемых (мужчин) ($k_1=18$) до нагрузки

	1 R:15 63,3	2 R:15 99,8	3 R:26 89,4	4 R:32 48,7	5 R:94,4 17	6 R:43 05,3	7 R:12 43,8	8 R:28 33,2	9 R:2 240,	10 R:32 93,9	11 R:23 22,0	12 R:26 61,6	13 R:23 66,3	14 R:17 56,4	15 R:689 ,37
1		1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
2	1,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
3	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,06	1,00	0,24	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
6	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
7	0,27	0,08	0,00	0,00	0,50	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	1,00	0,01	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	1,00	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	1,00	0,01	1,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00		0,14	1,00	0,00	0,00

12	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,01	0,00	0,14		0,56	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,56		0,00	0,00
14	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00
15	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Можно сказать, что тренировка перевела выраженных парасимпатотоников (ПВНС – x_2 больше СВНС – x_1 почти в 9 раз до нагрузки). Иными словами, парасимпатотоники стали нормотониками и только. Такие результаты в средней полосе РФ мы не наблюдали. Обычно после нагрузки у спортсменов (например, Самарской области) всегда наблюдается выраженная симпатотония. Рис. 1 этого не показывает для спортсменов Севера РФ.

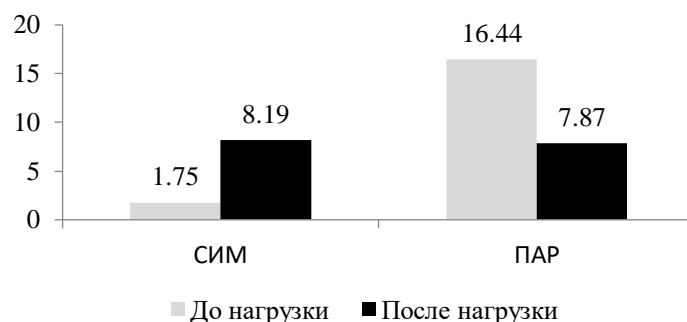


Рис. 1. Динамика изменения симпатической и парасимпатической ВНС группы мужчин до и после тренировки

Определенные изменения произошли и для КИ: до нагрузки $x_3^1 = 737$ мсек., а после тренировки $x_3^2 = 539$ мсек. Однако статистические изменения наблюдаются и после повторных измерений для одной и той же группы испытуемых. Это мы обозначаем как ЭЭЗ и поэтому мы производили расчет площадей квазиаттракторов в фазовом пространстве с координатами x_1 – СВНС и x_2 – ПВНС. Для примера мы представляем характерный рисунок фазовых портретов для одного из испытуемых (до и после тренировки). Очевидно, что различаются не только площади S_1 – до тренировки и S_2 – после тренировки, но и координаты центров этих двух квазиаттракторов (см. рис. 2).

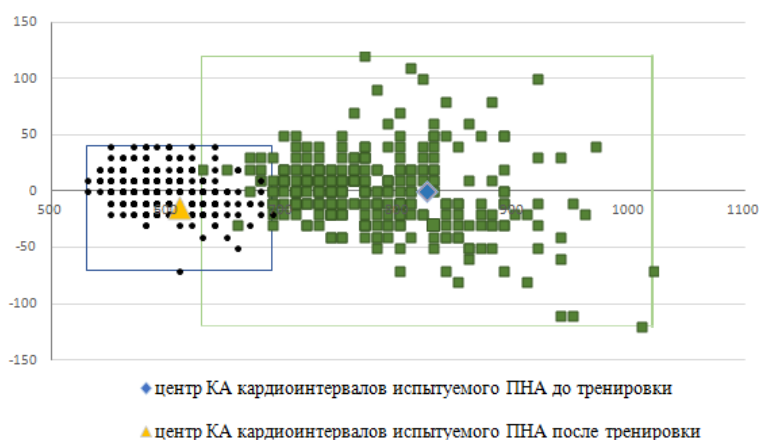


Рис. 2. Фазовые портреты состояния параметров кардиоинтервалов испытуемого ПНА (24 года) до тренировки ($S_1 = 0,09 \cdot 10^6$ у.е.) и после тренировки ($S_2 = 0,02 \cdot 10^6$ у.е.)

Таблица 2.

Расчет площадей S кардиоинтервалов 15-ти испытуемых (мужчин) до и после тренировки

	Спортсмены (мужчины)	
	До нагрузки	После нагрузки
	$S, \text{ у.е.} * 10^6$	$S, \text{ у.е.} * 10^6$
	$NN, \text{ у.е.}$	$NN, \text{ у.е.}$
1	0,55	0,50
2	0,26	0,01
3	0,10	0,01
4	0,28	0,13
5	0,19	0,10
6	0,06	0,02
7	0,33	0,01
8	0,09	0,02
9	0,09	0,01
10	0,03	0,01
11	0,09	0,05
12	0,09	0,01
13	0,12	0,83
14	0,14	0,01
15	0,37	0,01
Хср.	0,19	0,11
Me	0,12	0,01
5%	0,03	0,01
95%	0,55	0,83
D	0,02	0,05
P <i>(кр. Вилкоксона)</i>	0,011	

Заключение. Для параметров СВНС и ПВНС мы также наблюдали статистическую неустойчивость выборок как для одного человека (при $n=15$ повторных регистрациях), так и для группы. В табл. 1 мы демонстрируем этот ЭЭЗ для группы, т. е. получается, что выборки неоднородны. Выход из такого положения один – расчет площадей квазиаттракторов.

Существенно, что средние значения x_1 , x_2 и x_3 все-таки изменяются в рамках статистики (это для всей группы). Поэтому мы сейчас говорим и о статистических результатах, когда после тренировки СВНС – x_1 резко нарастает, а ПВНС двукратно уменьшается.

Однако мы показали, что интенсивная нагрузка в виде мини-футбола все-таки не переводит выраженных парасипатотоников (спортсменов) в симпатотонию. Максимум чего мы добились – это перевести всю группу (после нагрузки) в нормотонию. Для средней полосы РФ это не характерно, там большинство спортсменов – это симпатотоники. В целом, это очень тревожный результат, т.к. с возрастом мы в идеале должны иметь выраженную симпатотонию (а у нас даже спортсмены – парасимпатотоники).

Расчет площадей квазиаттракторов и межаттракторных расстояний позволяет четко различать состояния ВНС у спортсменов перед тренировкой и после. Все это доказывает целесообразность использования S для КА и R_x в оценке состояния ВНС человека, длительно проживающего на Севере РФ. Характерно, что такая двумерная фазовая плоскость позволяет сразу получать интегративный показатель ВНС (в виде одного параметра S или R_x).

Литература:

1. Eskov V. M. Cyclic respiratory neuron network with subcycles // Neural network world. – 1994. – Vol. 4 (4). – P. 403-416.

2. Es'kov V. M. Computer identification of compartmental neuron circuits / V. M. Es'kov, O. E. Filatova, V. P. Ivashenko // *Measurement Techniques*. – 1994. – Vol. 37 (8). – P. 967-971.
3. Eskov V. M. Hierarchical respiratory neuron networks // *Modelling, Measurement and Control C*. – 1995. – Vol. 48 (1-2). – P. 47-63.
4. Eskov V. M. Models of hierarchical respiratory neuron networks // *Neurocomputing*. – 1996. – Vol. 11 (2-4). – P. 203-226.
5. Eskov V. M. Problem of identity of functional states in neuronal networks / V. M. Eskov, O. E. Filatova // *Biophysics*. – 2003. – Vol. 48 (3). – P. 497-505.
6. Es'kov V. M. A computerized system for measuring mammalian-tissue biomechanical parameters / V. M. Es'kov, V. A. Papshev, O. E. Filatova // *Measurement Techniques*. – 2003. – Vol. 46 (3). – P. 304-310.
7. N. A. Bernstein hypothesis in the Description of chaotic dynamics of involuntary movements of person / V. M. Eskov, A. E. Bazhenova, U. V. Vochmina [et al.] // *Russian Journal of Biomechanics*. – 2017. – Vol. 21 (1). – P. 14-23.
8. Effect of cold on involuntary movements in men with different levels of physical fitness in the Russian North / V. M. Eskov, A. E. Bazhenova, L. K. Ilyashenko, S. V. Grigorieva // *Human ecology*. – 2019. – Vol. 6. – P. 39-44.
9. The heuristic work of the brain and artificial neural networks / V. M. Eskov, V. F. Pyatin, V. V. Eskov, L. K. Ilyashenko // *Biophysics*. – 2019. – Vol. 64 (2). – P. 293-299.
10. Phenomenon of statistical instability of the third type systems – complexity / V. V. Eskov, T. V. Gavrilenko, V. M. Eskov, Y. V. Vokhmina // *Technical Physics*. – 2017. – Vol. 62 (11). – P. 1611-1616.
11. Classification of uncertainties in modeling of complex biological systems / V. V. Eskov, D. Y. Filatova, L. K. Ilyashenko, Y. V. Vochmina // *Moscow university physics bulletin*. – 2019. – Vol. 4 (1). – P. 57-63.
12. Age-related changes in heart rate variability among residents of the Russian North / V. V. Eskov, O. E. Filatova, Y. V. Bashkatova [et al.] // *Human ecology*. – 2019. – Vol. 2. – P. 21-26.
13. Chaotic dynamics parameters of the tremorgrams at the stress exposure / L. K. Ilyashenko, A. E. Bazhenova, D. K. Berestin, S. V. Grigorieva // *Russian Journal of Biomechanics*. – 2018. – Vol. 22 (1). – P. 62-71.
14. Filatova O. E. Computer identification of the optimum stimulus parameters in neurophysiology / O. E. Filatova, V. M. Eskov, Y. M. Popov // *International RNNS/IEEE symposium on neuroinformatics and neurocomputers*. – 1995. – P. 166-172.
15. The influence of industrial electromagnetic fields on cardio-respiratory systems dynamics of oil-gas industry complex female workers / O. E. Filatova, E. V. Maystrenco, G. V. Gazya, A. V. Boltaev // *Ecology and Industry of Russia*. – 2017. – Vol 21 (7). – P. 46-51.
16. Estimation of the parameters for tremorgrams according to the Eskov–Zinchenko effect / O. E. Filatova, A. E. Bazhenova, S. V. Grigorieva, L. K. Ilyashenko // *Biophysics*. – 2018. – Vol. 63 (2). – P. 262-267.
17. New methods for gerontology in the longevity projections of the indigenous population of Ugra / T. V. Gavrilenko, V. M. Eskov, A. A. Khadartsev, A. A. Sokolova // *Advances in Gerontology*. – 2014. – Vol. 27 (1). – P. 30-36.
18. Automation of the diagnosis of age-related changes in parameters of the cardiovascular system / B. I. Leonov, V. V. Grigorenko, V. M. Eskov [et al.] // *Biomedical Engineering*. – 2018. – Vol. 52 (3). – P. 210-214.
19. Measuring order parameters based on neural network technologies / Y. V. Vokhmina, V. M. Eskov, T. V. Gavrilenko, O. E. Filatova // *Measurement techniques*. – 2015. – Vol. 58 (4). – P. 462-466.

20. Experimental study of statistical stability of cardiointerval samples / V. G. Zilov, A. A. Khadartsev, V. V. Eskov, V. M. Eskov // *Bulletin of experimental biology and medicine.* – 2017. – Vol. 164 (2). – P. 115-117.

Секция VIIc.

*ПРИРОДНЫЕ, ТЕХНОГЕННЫЕ И УРБАНИЗИРОВАННЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ СЕВЕРА:
ОЗЕЛЕНЕНИЕ И БЛАГОУСТРОЙСТВО СЕВЕРНЫХ ГОРОДОВ*

УДК 712.4

ОЗЕЛЕНЕНИЕ АРКТИЧЕСКИХ ГОРОДОВ РОССИИ

Голова В.Д.¹, Воротников А.М.^{1,2}

¹*Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ,*

²*Экспертный центр ПОРА (Проектный офис развития Арктики), Москва,*

e-mail: golova.valeriya@inbox.ru; vdep14@yandex.ru

Аннотация. В работе рассмотрено как местное самоуправление и российские компании с ESG-рейтингом стремятся устойчиво развивать арктические города. Показаны особенности АЗРФ и их влияние на внедрение «зеленой» энергетики. Приведены примеры использования альтернативных источников энергии, а также «зеленых» проектов, реализуемые компаниями. Даны рекомендации, способствующие более быстрой интеграции устойчивого развития в арктические города России.

Ключевые слова: ESG-трансформация, «зеленая» экономика, «зеленая» энергетика, экология, «зеленые» проекты, озеленение городов, ESG-факторы, устойчивое развитие, особо охраняемые природные территории (ООПТ), Арктическая зона Российской Федерации (АЗРФ), Северный форум.

GREENING OF ARCTIC CITIES OF RUSSIA

Golova V.D.¹, Vorotnikov A.M.^{1,2}

¹*Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration,*

²*Expert Center PORA (Arctic Development Project Office), Moscow,*

e-mail: golova.valeriya@inbox.ru; vdep14@yandex.ru

Abstract. The paper examines how local self-government and Russian companies with an ESG rating strive to sustainably develop Arctic cities. The features of the AZRF and their impact on the introduction of "green" energy are shown. Examples of the use of alternative energy sources, as well as "green" projects implemented by companies, are given. Recommendations are given that contribute to a more rapid integration of sustainable development into the Arctic cities of Russia.

Keywords: ESG transformation, "green" economy, "green" energy, ecology, "green" projects, urban greening, ESG factors, sustainable development, specially protected natural areas (PAs), the Arctic zone of the Russian Federation (AZRF), the Northern Forum.

Озеленение арктических городов достаточно важная проблема и является актуальной повесткой на сегодняшний день для нашей страны. На территории АЗРФ России большое количество промышленных компаний, которые эффективно функционируют уже несколько

десятилетий, что оказывает сильное воздействие на окружающую среду городов Арктики. В связи с чем, появляется ряд проблем, связанных как с климатом, так и вопросами здоровья жителей. Важно отметить, что под термином «озеленение городов», согласно словарю Ожегова, понимается не только высадка деревьев и облагораживание территорий, но и работы, направленные на улучшение экологического состояния окружающей среды. Одним из таких важнейших и актуальных направлений, является использование альтернативных источников энергии в АЗРФ.

С 70-х годов 20 века люди и организации стали уделять большое внимание вопросам экологии и окружающей среды в целом. Далее в процессе дискуссий были сформулированы Цели развития тысячелетия (2000–2015), а затем и Цели устойчивого развития (2015–2030) на глобальном уровне, инициатором которого выступила ООН.

За последнее десятилетие внимание к Арктической зоне РФ значительно возросло. Важно понимать, что АЗРФ имеет некоторые специфические особенности, в связи с чем применить общие практики, которые использовались в других регионах России, будет не всегда возможно. Арктические города и компании на территории своего присутствия стремятся внедрять Цели устойчивые развития, но опять же ЦУР стоит адаптировать для данной местности.

С 1990-х годов большинство регионов АЗРФ испытывают спад населения, что в первую очередь, связано и с качеством жизни. В последние несколько лет крупные производственные компании стали делать акцент на социальный аспект своей деятельности, куда в том числе входит обеспечение жителей доступным и качественным жильем. Например, ПАО ГМК «Норникель» ежегодно принимает участие в реновации жилищного фонда, модернизации ЖКХ, благоустройстве территорий и обеспечении инфраструктурой [1].

Во многих деревнях Севера основную часть жилого фонда составляют деревянные дома, которые в силу изношенности и климатических условий находятся в аварийном состоянии. Важно отметить, что даже несмотря на это компании проявляют свою инициативу в рамках реновации жилья, но этого недостаточно в силу большого количества жилого фонда. Однако вектор в Арктической зоне направлен больше на промышленное строительство, поскольку на данной территории функционирует большое количество крупных российских компаний в сфере тяжелой промышленности.

Более того, стоит обратиться к городам Арктики, которые в том числе имеют ряд особенностей. Как упоминалось выше, на территории Севера, значительный масштаб промышленных районов и низкая устойчивость ландшафтов к антропогенным нагрузкам. Для того, чтобы минимизировать воздействие и поспособствовать развитию арктических территорий необходимо внедрять ЦУР в систему управления городами. К такой инициативы присоединяется не только местное самоуправление, но также и компании на данных территориях.

Большое значение в северных городах придается озеленению и благоустройству территорий. Люди, месяцами лишённые солнечного света, обостренно воспринимают природу, испытывают особую потребность в «общении» с ней. Отсутствие зеленой природы и солнечного света повышает у людей тревожность, которая сказывается на их психофизическом состоянии. Зеленые насаждения оказывают положительное эстетическое воздействие на человека, создают особую природную среду, выполняя защитные функции. В настоящее время, на российском Севере, существует хорошие примеры практики реализации проектов озеленения и благоустройства территорий. Это способствует участие арктических и северных регионов в федеральном проекте «Формирование комфортной городской среды», который входит в национальный проект «Жильё и городская среда». Однако многие города реализуют и свои инициативы, используя, например, такой инструмент, как инициативное бюджетирование.

Ещё одна важная проблема – изменение климата и антропогенное воздействие на природу. Поскольку Арктика испытывает на себе последствия изменения климата в среднем сильнее, чем многие регионы мира, предпринимать действия для смягчения последствий и адаптации к ним становится насущной необходимостью для наших северных городов. Учет климатических рисков – необходимость в нынешних условиях, и города Арктики не остаются в стороне от этого глобального тренда. Например, Мурманская область стала модельным примером для разработки климатической стратегии – документа, который анализирует возможные последствия изменения климата в регионе и возможности устойчивого развития в данных условиях.

Действительно, Мурманск обладает высоким потенциалом и для развития альтернативной энергетики, и для повышения энергоэффективности, которые способствовали бы устойчивому городскому развитию. Здесь могут быть реализованы программы по адаптации к изменению климата сельского и лесного хозяйства, по повышению эффективности этих секторов.

Также для перехода к устойчивому развитию региона эксперты заявляют, что необходимо внедрять «зеленую» энергетику: устанавливать ветряные, солнечные и гибридные энергетические установки. Более того, в 2020 году ввели в эксплуатацию плавучую атомную электростанцию (ПАТЭС) «Академик Ломоносов». Данный опыт может быть экстраполирован и на другие районы АЗРФ, а также и в другие регионы России в будущем [2].

Арктический климат считается благоприятным для использования ветрогенераторов. За последние несколько десятилетий средняя температура в Арктике значительно возросла, вызванного глобальным потеплением. По мере усиления потепления ветра будут усиливаться, что делает установку ветряков в АЗРФ весьма перспективным. Уже сейчас в российской Арктике работает ряд ветроэлектростанций: станция в Лабытнанги, проект «Полярис», Анадырская ветроэлектростанция, ветропарк в поселке Тикси. Важно отметить, что переход к «зеленой» энергетике значительно сократит воздействие на окружающую среду АЗРФ.

Ответ на климатические вызовы – внедрение новых технологий, направленных на снижение уровня антропогенного воздействия, а также декарбонизацию. По мнению авторов, у АЗРФ большой потенциал в этом. Группа «РусГидро» создает сеть автоматизированных гибридных энергокомплексов. Также они реализуют проект по строительству гибридных дизельно-солнечных установок. До 2024 планируется установить в 72 поселках Якутии и 7 на Камчатке таких комплексов. Это даст возможность обновить энергосистему и снизить ввоз дизельного топлива на 30 % [3].

Более того, обратившись к бизнесу, можно заметить, что крупные компании проявляют свою озабоченность по отношению к существующим экологическим проблемам и поэтому следуют экологической повестке, внедряя в свою деятельность «зеленые» проекты. Например, ПАО ГМК «Норникель» – компания, которая всегда рассматривала вопросы обеспечения экологической и промышленной безопасности в качестве главных приоритетов в своей деятельности и стремился быть лидером в горнодобывающей отрасли по количеству реализуемых экологических проектов. До 2024 года планируется инвестировать около 100 млрд руб. в модернизацию и повышение уровня безопасности, полученные средства будут направлены на замену оборудования, улучшение энергосистем, изучение свойств и динамик многолетнемерзлых пород, усиление системы мониторинга [5].

Одним из направлений политики «Норникеля» является помощь и софинансирование внешних проектов. Компания начала реализовывать масштабные и многопрофильные проекты. Каждый год традиционно «Норникель» участвует в озеленении ООПТ (особо охраняемые природные территории). Принимают участие администрации, корпоративные и местные волонтеры, их главная задача – очистка муниципальных территорий, охрана водных зон и обустройство туристических мест.

В 2015 году Компания утвердила волонтерскую программу «Комбинат добра» под девизом «Стань инженером добрых дел» и начала реализовывать во всех городах своего присутствия. Она состоит из пяти основных направлений: личное пожертвование, профессиональная помощь, собственные проекты, благотворительные акции и «Клуб волонтера». Компания заявляет, что необходимо вырабатывать системный подход к корпоративному волонтерству в стране в целом. Программа соответствует стратегическим подходам Компании, повышая и E, и S, и G факторы.

В условиях текущей геополитической ситуации вопрос об международном обеспечении устойчивости в Арктическом регионе стоит достаточно остро. В 2022 году были опубликованы результаты проекта «Полярный индекс – регионы и компании – 2022». Полярный индекс в отличие от всех других методологически основан на концепции ESG. Эколого-экономические показатели отражают результаты взаимодействия власти и бизнеса, где государство выступает в роли регулятора, а частные игроки оказывают воздействие на окружающую среду. Социально-экономические показатели отражают результаты взаимодействия власти и общества, и в этом случае государство побуждает компании на создание и поддержание определенного уровня условий труда. И, наконец, социально-экологические показатели отражают результат взаимодействия бизнеса и общества, иными словами, то, как экономические игроки меняют качество жизни в регионе, создавая определенные экологические условия [4].

В рамках рейтинга за 2022 год было охвачено 22 крупных компании, расположенных в АЗРФ: 9 – нефтегазовых, 3 – металлургические, 3 – нефтехимические, а также в рейтинг попали два энергетических концерна, одна алмазодобывающая, одна судостроительная, а также госкорпорация атомной отрасли и морской порт. В тройку лидеров вошли: ПАО ГМК «Норникель», ПАО «Роснефть», ПАО «Т Плюс».

Из различных исследований экспертов можно заметить, что ни одна из арктических стран не достигла эффективных показателей устойчивого развития в Арктике. В связи с чем необходимо продолжать сохранять диалог между экспертами как единственный возможный и доступный на сегодняшний день инструмент международного арктического сотрудничества. На территории Арктики действует Северный форум по устойчивому развитию – это международная организация, объединяющая 5 арктических государств. С 2022 года в рамках данной организации открывается новое направление – Молодежный Северный Форум. Организаторы надеются, что это поможет привлечь молодых специалистов и инновации, которые вместе станут новым вектором развития арктических городов, в том числе и российских [4].

Учитывая вышесказанное, можно сформировать ряд задач, которые приблизят арктические города к устойчивому переходу и как следствие к их озеленению:

1. Формирование у граждан экологического мышления. Люди – это главный ресурс не только компаний, но и всей страны в целом. Внедрение экологического образования в сферы жизни помогает постепенно формировать у общества эко-мышление. Кроме того, 73 % россиян уже требуют от российских компаний экологическую ответственность, 62 % людей, в большей степени миллениумы, выбирают продукты, исходя из степени их вреда окружающей среде и экологического имиджа производственных компаний.

Уже сейчас ведется активная дискуссия о создании непрерывного экологического образования, то есть это не дополнительное направление к формальному образованию, а уже целая самостоятельная единица. Такое экологическое образование следует также ввести дополнительно в обязательном порядке и для специалистов крупных компаний, которые занимаются общественно значимой деятельностью. Организации признают, что повышение квалификации и обучение сотрудников чему-то новому напрямую связано с ростом потенциала самой компании и распространением эко-информации в массы.

2. Развитие экоактивизма и эковолонтерства в частности на территории АЗРФ.

Все чаще можно заметить, что создаются различные эко-организации, которые выступают за защиту определенной природной зоны. Большинство людей выступают не столько в виде протеста, а сколько в целях привлечения внимания к особо важным объектам и созданию проектов, направленных на системное взаимодействие с обществом и государством. Благодаря деятельности активистов во второй половине 1980-х гг. в СССР и в России были созданы государственные экологические органы.

Компании играют не малую роль в привлечении внимания к важным экологическим проблемам в России. Более того, они создают корпоративные проекты и с волонтерами помогают различным природным объектам.

3. Модернизация экономики.

Российская экономика движется в сторону «зеленой» экономики и старается уходить от сырьевой зависимости. Российский бизнес переходит на ресурсоэффективные технологии, возобновляемую энергетику, переработку отходов. Без развития этих технологий и инструментов, касающихся устойчивого развития, существует большой риск серьезной задержки в развитии, и как результат это может привести к стагнации национальной экономики. Как утверждают эксперты, Россия имеет большие возможности зеленого перехода. Планируется к 2030 году внедрить 33 проекта в 18 регионах страны по производству низкоуглеродного аммиака и к 2030 году Россия планирует занять 20 % мирового рынка водорода.

4. Развитие национальной таксономии.

Государство поддерживает те проекты, которые поддерживают переход к «зеленой» экономике с низким выбросом углерода в окружающую среду и борьбу с изменением климата.

Осенью 2021 года правительство РФ утвердило таксономию «зеленых» и переходных проектов, главным создателем которой стал ВЭБ.РФ. Это российский документ, разработанный во многом с учетом принципов западных таксономий и адаптированный для отечественного производства. Несмотря на нестабильную геополитическую ситуацию принципы устойчивого развития остаются неизменными и достижение углеродной нейтральности в России к 2060 году остается также актуальным. В настоящее время вектор ESG проектов немного изменился. Сейчас в первую очередь будут реализовываться те проекты, в которых соблюдение ESG принципов помогает получить осязаемый результат. Кроме того, отказ иностранных компаний в сотрудничестве с российскими ухудшает и замедляет мировую экологическую ситуацию. Мировой тренд устойчивого развития должен оставаться неизменными вне зависимости от геополитической ситуации, поскольку изменение окружающей среды затрагивает абсолютного каждого человека на земле.

5. Развитие ESG-бизнеса и появление новых возможностей.

Необходимость принятия и адаптации бизнеса к новым правилам уже воспринимается как фундамент самого становления организации. Мир диктует жесткие требования в отношении ведения бизнеса с точки зрения практичности, экологичности и рациональности экономической деятельности и инвестиционных решений. В такой ситуации компании адаптируются к новым реалиям, меняя стратегию видения. Те, кто принимают новые правила игры – обладают серьезным конкурентным преимуществом, а те, кто неспособен принять новые условия – вскоре могут погибнуть из-за потери доверия инвесторов и покупателей.

Применяя ESG-стратегию, компания автоматически начинает борьбу за эффективное использование, сокращение расходов. Используют усовершенствованные технологии и модернизированное оборудование, с помощью которого сокращают выбросы в атмосферу. Российский фондовый рынок с недавнего времени стал выпускать облигации из сектора устойчивого развития: сегмент «зеленых», «социальных» облигаций и национальных проектов.

6. Внедрение национальных экологических проектов на территории АЗРФ.

Распространение «зеленых» технологий – важное направление для России. Однако сейчас

существует проблемы при внедрении экологических принципов. Не все экономические секторы стремятся перейти на «зеленое» производство, в частности нефте- и газодобывающие компании. Кроме того, выделяют и другие препятствия: рост производственных издержек, сокращение рабочих мест, увеличение налоговой нагрузки, недостатки регулирования данной сферы, длительность процесса разработки и внедрения, сложность перестройки инфраструктуры.

Экономические выгоды от «перехода на зеленый» пока не получили должного внимания в корпоративном мире, и это нужно менять. Рыночная среда также играет важную роль в решении компании внедрить зеленые технологии. Ведь резкий переход к ним может затруднить операции и привести к рискам и неопределенности в инновационном процессе. Однако такое характерно только на начальном этапе, и когда он минует, зеленые технологии позволят сократить расходы, станут катализатором инноваций и новых рыночных возможностей.

Вместе с тем, экономический рост и повышение уровня доходов населения стимулирует изменение предпочтений потребителей в пользу экологически чистых товаров и технологий, которые могут способствовать решению многих проблем окружающей среды. Кроме того, расширение потребительского спроса влечет за собой рост цен на товары и способствует повышению рентабельности производства зеленых технологий. На мировых рынках фиксируется беспрецедентный спрос на эту продукцию. Развитие экологически чистых технологий становится одной из главных составляющих зеленой экономики – создающегося нового уклада мирового хозяйства. И это, по нашему мнению, станет важнейшим преимуществом арктических городов, в мировой экономике.

Литература:

1. Проектный офис по развитию Норильска представил // ПАО ГМК «Норникель». – URL: <https://www.nornickel.ru/news-and-media/press-releases-and-news/proektnyy-ofis-po-razvitiyu-norilaska-predstavil-pervye-proekty-renovatsii/> (дата обращения: 10.04.23). – Текст : электронный.
2. Озеленение Арктики // Коммерсант. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4602856> (дата обращения: 11.04.23). – Текст : электронный.
3. Потенциал возобновляемых источников энергии обсудили на Конференции по развитию «зеленой» энергетики в Арктике // Междунар. арктич. форум. – URL: <https://forumarctica.ru/news/potentsial-vozobnovljaemyh-istochnikov-energii-obsudili-na-konferentsii-po-razvitiyu-«zelenoj»-energetiki-v-arktike/> (дата обращения: 10.04.23). – Текст : электронный.
4. Arctic Sessions: устойчивое развитие в эпоху нестабильности // Go Arctic. – URL: <https://goarctic.ru/politics/arctic-sessions-ustoychivoe-razvitie-v-epokhu-nestabilnosti/> (дата обращения: 12.04.23). – Текст : электронный.
5. Официальный сайт ПАО ГМК «Норникель». Отчет об устойчивом развитии 2020 // Норникель. – URL: https://ar2020.nornickel.ru/download/full-reports/ar_ru_annual-report_pages_nornickel_2020.pdf (дата обращения: 12.04.2023). – Текст : электронный.

УДК 581.5:582.47

РАЗРАБОТКА АССОРТИМЕНТА ХВОЙНЫХ ДЛЯ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ ГОРОДА СУРГУТА (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)

Егоров А.А.^{1,2}, Кукуричкин Г.М.²

¹*Институт лесоведения РАН (ИЛАН РАН), Успенское, Московская обл.,
e-mail: egorovfta@yandex.ru*

²*Сургутский государственный университет, Сургут,
e-mail: lesnik72@mail.ru*

Аннотация. Используя методический подход, основанный на выделении районов доноров, и современный инструмент – эколого-географическое моделирование в среде ГИС, был составлен перспективный ассортимент из 30 таксонов хвойных для экспериментального выращивания в г. Сургуте.

Ключевые слова: районы доноры, эколого-географическое моделирование, хвойные, ассортимент для озеленения, Сургут.

DESIGNING OF AN ASSORTMENT OF CONIFERS FOR CULTIVATION IN GREEN SPACES OF SURGUT (WESTERN SIBERIA)

Egorov A.A.^{1,2}, Kukurichkin G.M.²

¹*Institute of Forest Science, RAS, Uspenskoe, Moscow region., e-mail:
egorovfta@yandex.ru*

²*Surgut State University, Surgut, e-mail:
lesnik72@mail.ru*

Abstract. Using a methodological approach based on the allocation of donor areas and a modern technical tool – environmental niche modelling, a promising assortment of 30 coniferous taxa for cultivation in Surgut was compiled.

Keywords: donor areas, environmental niche modelling, coniferous, assortment for landscaping, Surgut.

Зеленые насаждения в городах выполняют защитные и рекреационные функции. В населенных пунктах севера Западной Сибири растения, помимо неблагоприятного воздействия городской среды, испытывают сильное влияние климатических факторов высоких широт в виде короткого вегетационного периода, суровых зим, а также эдафических факторов – бедные песчаные почвы, часто просто намывные грунты и др.

Сургут – самый крупный город Ханты-Мансийского автономного округа (ХМАО), в котором создание эффективных зеленых насаждений является актуальным [4]. Поэтому нами была поставлена цель – разработать перспективный ассортимент хвойных растений для создания устойчивых зеленых насаждений в г. Сургут.

При разработке перспективного ассортимента хвойных для зеленых насаждений г. Сургута был использован методический подход, основанный на выделении районов доноров [5]. Под районами донорами понимаются регионы климатических аналогов, которые впервые

предложил Н. Мауг [7] в интродукции растений и регионы, характеризующиеся более экстремальными значениями лимитирующих факторов [2]. Техническая реализация этого подхода была обеспечена с помощью эколого-географического моделирования в среде ГИС. Последовательность действий при проведении эколого-географического анализа и моделирования ареала вида подробно описаны А. Н. Афониним и Ю. В. Соколовой [1].

Анализ литературы и наших данных [1; 3; 4; 6] показал, что распространение одного и того же вида лимитируется различными факторами на разных пределах своего распространения. Общая закономерность для умеренного пояса Северной Евразии пока установлена следующая:

- северная граница вида лимитируется теплообеспеченностью;
- южная граница – недостатком влагообеспеченности;
- восточная граница – суровостью зимы.

Для территории ХМАО, которая располагается по большей части в пределах средней тайги Западной Сибири, были смоделированы регионы доноры, которые включают бореальные леса Северной Америки, северной части таежной зоны Сибири, северо-востока европейской части России, высокогорья Восточной Азии.

Для подбора устойчивого ассортимента из умеренных и холодных областей Северного полушария, гор Восточной Азии, было проанализировано распространение 123 таксонов хвойных разного ранга на предмет принадлежности к выделенным районам донорам.

В результате эколого-географического анализа был составлен перспективный ассортимент хвойных деревьев и кустарников из районов доноров для экспериментального выращивания в среднетаежной подзоне Западной Сибири, в которую входит г. Сургут. Такой перспективный список насчитывает 30 таксонов, относящихся к 2 семействам: сосновые (*Pinaceae*) и кипарисовые (*Cupressaceae*). Перспективный ассортимент включает 8 аборигенных (27 %) и 22 экзотических (73 %) хвойных. Среди аборигенных видов: сосны *Pinus sibirica* Du Tour и *P. sylvestris* L., лиственницы *Larix sibirica* Ledeb. и *L. × czekanowskii* Szaf., ель *Picea obovata* Ledeb., пихта *Abies sibirica* Ledeb., можжевельники *Juniperus communis* L., *J. sibirica* Burgsd. Среди экзотических сосновых: североамериканские сосна Банкса (*Pinus banksiana* Lambert), ель черная (*Picea mariana* (Miller) Britton, Sterns & Poggenburg) и лиственница американская (*Larix laricina* (Du Roi) K. Koch), дальневосточные ель аянская (*Picea jezoensis* (Siebold & Zucc.) Carrière), пихта белокорая (*Abies nephrolepis* (Trautv.) Maxim.), сосна кедровая стланиковая (*Pinus pumila* (Pall.) Regel) и др.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Департамента образования и молодежной политики Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (приказ № 10-П-1308 от 04.09.2020 г.). Эколого-географическое моделирование выполнили к.с.-х.н. А. Н. Афонин и магистр Е. С. Кузнеченкова, которых авторы благодарят за это.

Литература:

1. Афонин А. Н. Эколого-географический анализ и моделирование распространения биологических объектов с использованием ГИС / А. Н. Афонин, Ю. В. Соколова: учеб. пособие. – СПб. : ВВМ, 2018. – 114 с.
2. Егоров А. А. Применение современных методов эколого-географического анализа в интродукции растений // Леса России: политика, промышленность, наука, образование: материалы IV науч.-техн. конф. (СПб., 22–25 мая 2019 г.). – СПб. : Политех-пресс, 2019. – С. 395-397.
3. Егоров А. А. эколого-географический потенциал ели сизой (*Picea glauca* (Moench) Voss, Pinaceae) и возможность ее интродукции в Северную Евразию / А. А. Егоров, А. Н. Афонин // Журн. общ. биологии. – 2017. – Т. 78. – № 1. – С. 67-76.
4. Егоров А. А. Прикладные ботанико-экологические исследования на севере Западной Сибири / А. А. Егоров, Г. М. Кукуричкин // Безопасный Север – чистая Арктика: м-лы III

Всерос. науч.-практ. конф. – Сургут, 2020. – С. 168-173.

5. Коропачинский И. Ю. Очередные задачи интродукции древесных растений в Азиатской России / И. Ю. Коропачинский, Т. Н. Встовская, М. А. Томошевич // Сибирский экологич. журн. – Т. 18 (2). – 2011. – С. 147-170.

6. Egorov A. A. Ecogeographical potential of the white spruce (*Picea glauca* (Moench) Voss, Pinaceae) and the possibility of its introduction into Northern Eurasia / A. A. Egorov, A. N. Afonin // *Biology Bulletin Reviews*. – 2018. – Vol. 8 (3). – P. 203-211.

7. Mayr H. *Waldbau auf naturgeschichtlicher Grundlage*. – Berlin : Verlagsbuchhandlung Paul Parey, 1909. – 568 p.

УДК 630.18

МОРОЗОСТОЙКОСТЬ ИНТРОДУЦИРОВАННОЙ КУСТАРНИКОВОЙ ФЛОРЫ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА

Залывская О.С., Александрова Ю.В., Антонов А.М.

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

Аннотация. Статья посвящена исследованию устойчивости интродуцентов арборифлоры к зимним условиям. Рассмотрены представители кустарниковых форм в урбаносреде Архангельской агломерации. Выявлено, что наиболее успешными при интродукции в данной среде являются следующие породы: арония черноплодная, бузина красная, боярышник кроваво-красный, карагана древовидная.

Ключевые слова: интродуценты, зимостойкость, морозоустойчивость.

FROST RESISTANCE OF INTRODUCED SHRUB FLORA IN THE NORTH

Zalyvskaya O.S., Alexandrova Yu.V., Antonov A.M.

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

Abstract. The article is devoted to the study of the resistance of introduced arboriflora to winter conditions. Representatives of shrubby forms in the urban environment of the Arkhangelsk agglomeration are considered. It was revealed that the following breeds are the most successful at introduction in this environment: aronia, red elderberry, blood-red hawthorn, tree-like caragana.

Keywords: introducents, winter hardiness, frost resistance.

В отечественной и зарубежной литературе встречается тезис, что инорайонные кустарники являются более успешными при интродукции, чем более крупные формы – деревья [1; 4], поэтому исследование их зимостойкости и морозоустойчивости представляет отдельный интерес для интродукторов.

Устойчивость кустарников к зимним условиям зависит от их защитных покровов, способности длительно переносить обезвоживание клеток, интенсивности образования запасных питательных веществ, от возраста и условий произрастания. Зимостойкость – одно из основных свойств, определяющих способность той или иной культуры расти в условиях холодного климата. Сильное влияние на зимостойкость оказывает и то, как кустарники успевают подготовиться к зимнему периоду. Растения, родом из мест с суровыми зимами, но достаточно тёплым и продолжительным летом, не успевают завершить свой рост и подмерзают даже при небольших снижениях температуры. Повреждение кустарников может быть вызвано не только вымерзанием, но и солнечными ожогами, вымоканием, обламыванием ветвей под тяжестью снега. После слишком продолжительной оттепели кустарники с неглубоким покоем способны начать развитие, становясь чувствительными даже к незначительным морозам. Морозоустойчивость кустарников во многом зависит от

наследственных признаков, но для разных форм одного вида она может существенно отличаться, поэтому для северных условий рекомендуется посадочный материал местной репродукции интродуцентов [2; 3].

Натурные исследования проведены нами в Архангельской агломерации (64° с.ш, 39° в.д), являющейся одним из пунктов интродукции в урбаноусловиях. Методический подход, примененный в данной работе, основан на общепринятой шкале морозоустойчивости ГБС АН и дополнен шкалой, характеризующей их устойчивость в городской среде.

Анализ результатов первичных исследований представлен в таблице 1.

Таблица 1.

Морозоустойчивость представителей дендрофлоры в Архангельской агломерации

Порода	Индекс обмерзания, %	Характеристика обмерзания
Арония черноплодная	0,5	слабо
Боярышник кроваво-красный	0,4	слабо
Бузина красная	0,1	слабо
Дёрен белый	8,3	значительно
Жимолость татарская	4,3	умеренно
Ирга обильноцветущая	0,6	слабо
Карагана древовидная	4,0	умеренно
Кизильник блестящий	5,4	умеренно
Роза морщинистая	10,0	значительно
Сирень обыкновенная	2,0	умеренно

На основании полученных данных морозостойкости и в зависимости от способности переносить пониженные температуры кустарниковая флора разделена нами на группы:

1. Морозостойкие – способные зимовать при температурах до -35°C .
2. Умеренной морозостойкости – переносят морозы до -25°C
3. Слабой морозостойкости – зимуют при температуре до -15°C
4. Неморозостойкие – способные расти при температуре не ниже -10°C .

К первой группе мы отнесли такие интродуцированные виды, как арония черноплодная, бузина красная, боярышник кроваво-красный, карагана древовидная; ко второй – ирга обильноцветущая, кизильник блестящий, жимолость татарская, сирень обыкновенная; к третьей группе – дерен белый, роза морщинистая.

Представителей четвертой группы в урбаноусловиях Архангельска, Новодвинска и Северодвинска нами не встречено, что не исключает возможности исследования их адаптации в специальных питомниках и лабораториях, занимающихся вопросами интродукции в регионе.

Литература:

1. Успешность акклиматизации и натурализации видов дендрофлоры / Н. А. Бабич, Е. Б. Карбасникова, М. М. Андропова [и др.] // М-лы III Нац. конф. по итогам науч. и произв. работы преп. и студ. в обл. ландшафтной архитектуры и лесного дела. – Саратов: Амирит, 2021. – С. 7-11.

2. Малаховец П. М. Зимостойкость интродуцированных древесных растений в условиях Севера / П. М. Малаховец, В. А. Тисова // Лесной журн. – 1995. – № 2. – С. 25-30.

3. Нилов В. Н. Зимостойкость и отпад древесных интродуцентов в условиях дендрологического сада АИЛиЛХ // М-лы годичной сессии по итогам науч.-исслед. работ за 1979 г. - Архангельск: АИЛиЛХ, 1980. – С. 7-9.

4. Extreme low temperature tolerance in woody plants / G. R. Strimbeck, P. G. Schaberg, C. G. Fossdal [et al.] // *Frontiers in Plant Science*. – 2015. – V. 6. – Article 884. – P. 1-15.

УДК 504.5:574

ОСНОВНЫЕ ТRENДЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЗЕЛЕННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ СЕВЕРА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Копцева Е.М.

*Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург,
e-mail: e.koptseva@spbu.ru*

Аннотация. Процессы формирования флоры и растительности в северных городах Ямало-Ненецкого автономного округа (далее – ЯНАО) не стабилизированы. Наблюдается рост числа видов и изменение состава растений. Нарастающее зонирование городской среды сопровождается усилением различий между растительностью в основных функциональных зонах: селитебной, промышленной, рекреационной. Также выявлено флористическое своеобразие городов севера России.

Ключевые слова: флора, растительность, функциональное озеленение.

THE MAIN TRENDS IN THE FORMATION OF GREEN INFRASTRUCTURE IN URBAN CONDITIONS OF THE NORTH OF WESTERN SIBERIA

Koptseva E.M.

*Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg,
e-mail: e.koptseva@spbu.ru*

Abstract. The process of flora and vegetation development in the northern cities of the Yamal-Nenets Autonomous District is not stabilized. There is an increase in number of species and a change in the composition of plants. Zoning of the urban environment enhances the differences between vegetation in the main functional zones: residential, industrial, recreational. Floristic unification of the northern cities of Russia has not been also revealed.

Keywords: plant species composition, urban vegetation, functional zone.

Активно развивающиеся северные города России представляют собой своеобразные научно-практические полигоны для изучения частных и общих вопросов урбанофлорогенеза и ценогенеза. Теоретические и прикладные аспекты изучения зеленой инфраструктуры находят все более широкое применение при разработке систем озеленения городской среды, включая дифференцированный подход к благоустройству различных функциональных зон городов. Данное обстоятельство немаловажно для северных городов страны, где с помощью растительности можно повысить комфортность проживания и работы человека.

В 2018–2020 гг. в рамках контрактов с Российским Фондом Фундаментальных Исследований – Ямал (проект № 19-416-890002) и Санкт-Петербургским государственным университетом «Урбанизированные экосистемы Арктического пояса Российской Федерации: динамика, состояние и устойчивое развитие» были проведены флористические и геоботанические исследования растительности в четырех населенных пунктах севера Западной Сибири (г. Надым, г. Новый Уренгой, н. п. Правохеттинский, н. п. Пангоды, ЯНАО).

В растительном окружении городов преобладают редкостойные лиственничные, а также лиственнично-еловые и лиственнично-сосновые разреженные леса. Новый Уренгой располагается в лесотундре, остальные населенные пункты относятся к северной тайге.

В результате проведенных исследований удалось выявить основные черты урбаноценогенеза северных городов. В обследованных населенных пунктах продолжительное, растянувшееся на десятилетия, отсутствие систем планирования озеленения привело к спонтанному формированию флоры и растительности на начальных этапах становления городской среды. В небольших поселках видов сосудистых растений отмечено, ожидаемо меньше, чем в более крупных городах [10]. Основу растительности северных городов составляют аборигенные виды, среди которых преобладает группа апофитов. Их доля максимальна (63 %) в небольшом и молодом поселке Правохеттинский, и меньше – в более крупном Новом Уренгое (55 %).

В настоящее время в городах севера ЯНАО все чаще фиксируют появление растительных инвазий [1; 5; 9]. Однако, виды-пришельцы не всегда устойчивы в городской среде Севера. Среди сдерживающих факторов, прежде всего абиотические, связанные с суровым климатом, наличием мерзлоты, коротким вегетационным периодом и длинным световым днем в летний период.

По мере развития города на его территории обособляются функциональные зоны (селитебная, промышленная, рекреационная), требующие дифференцированного подхода к озеленению с учетом приоритетных функций растительности в них. В растительном покрове всех функциональных зон населенных пунктов преобладают луговые виды, что не удивительно, поскольку акценты в озеленении смещены в сторону травянистой растительности по причине климатически обусловленного ослабленного роста древесных растений. В целом виды городской флоры связаны с различными типами естественной растительности (лесами, тундрами, лугами, болотами) (рис. 1).

На начальных этапах формирования в зеленую инфраструктуру северного города включаются фрагменты естественной растительности. На части из них уже сейчас организуют городские скверы и парки. Подобные биотопы имеют и высокое природоохранное значение, поскольку позволяют «задерживаться» в них видам «негородских» биотопов – лесным, болотным, тундровым, повышая биоразнообразие, поскольку со временем по мере развития города доля этих видов заметно снижается (48 % – в Правохеттинском, против 21 % – в Новом Уренгое).

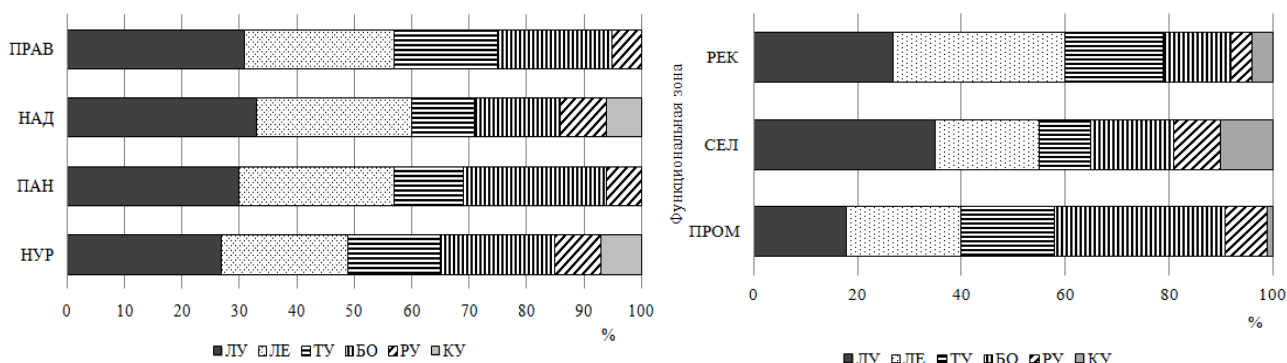


Рис. 1. Соотношение эколого-ценотических групп видов (ЛУ – луговые, ЛЕ – лесные (таежные), ТУ – тундровые, БО – болотные, РУ – рудеральные, КУ – культивары) в растительности функциональных зон (ПРОМ – промышленная, СЕЛ – селитебная, РЕК – рекреационная) и населенных пунктах (НУР – Новый Уренгой, ПАН – Пангоды, НАД – Надым, ПРАВ – Правохеттинский).

Многолетние травы составляют значительную часть (70 %) всего списка. Среди них семейство Poaceae, насчитывающее в общей сложности 27 видов, лидирует в озеленении всех типов городских функциональных зон. Большое разнообразие граминоидов связано с наличием культурных сортов в травосмесях, используемых для газонов и искусственного восстановления нарушенных территорий в северных населенных пунктах. Граминоиды также играют главную роль в самозарастании городских промзон.

В настоящее время доля интродуцированных древесных растений, используемых в озеленении северных территорий, невелика и составляет менее 30 % от общего числа видов деревьев и кустарников. Наибольшее количество древесных видов принадлежит только двум семействам – Salicaceae (11 видов) и Rosaceae (10 видов). Тем не менее, существуют предложения по расширению ассортимента и испытанию перспективных для озеленения видов древесных растений [7].

Несмотря на близкое подзональное положение населенных пунктов, тенденции унификации их городских флор не выявлено. Коэффициент флористического сходства Жаккара не превышает 40–47 %, даже для близко расположенных населенных пунктов. Напротив, растительность функциональных зон в пределах одного населенного пункта весьма специфична как в отношении видового состава, так и слагающих ее фитоценозов. Причина таких различий – разнообразие действующих факторов урбанофлоро- и ценогенеза, а также незначительный контроль процессов озеленения со стороны человека. Объединяет растительность городских зон небольшая группа широко распространенных видов с высокой потенциальной способностью освоения нарушенных биотопов.

Растительность урбанизированных местообитаний экологически неоднородна. Метод главных компонент выявил смещение экологических оптимумов растительности селитебной зоны в ксеротермическом направлении, промышленной зоны – в сторону наименее термофильных условий, менее кислых, но при этом более влажных почв; рекреационной зоны – к практически нейтральным, но заметно более богатым почвам [8].

На непостоянство городских флор указано во многих исследованиях [3; 4]. За промежуток времени почти в четверть века видовой состав растений не только увеличился, но также и существенно изменился (рис. 2).



Рис. 2. Число видов сосудистых растений в городах и поселках севера ЯНАО в разные периоды наблюдений. Цветом обозначено число видов: темно-серый – число выпавших видов, отмечены только по данным 1990-х гг. [2; 6], светло-серый – только в 2018 г., белый – общие виды для двух периодов наблюдений.

Спустя почти 25 лет нам не удалось повторно подтвердить ряд индигенных видов, например, лесных (*Trientalis europaea* L., *Solidago virgaurea* L., *Pyrola minor* L.), а также инорайонных видов, например, *Poa nemoralis* L., *P. glauca* Vahl. По-видимому, эти инвазии были импульсными, чего не хватило для успешной адаптации видов к суровым условиям северных городов.

Происходящие изменения свидетельствуют о незавершенности процессов урбанофлорогенеза и урбаноценогенеза в северных городах. В дальнейшем можно ожидать расширение городских флор за счет инвазионных видов, особенно на фоне меняющегося климата и увеличения доли интродуцентов в составе озеленения.

Литература:

1. Бялт В. В. Новые находки заносных видов сосудистых растений в Ямало-Ненецком автономном округе / В. В. Бялт, Е. В. Письмаркина, А. А. Егоров // Бот. журн. – 2017. – Т. 102. – № 12. – С. 1663-1682.
2. Вильчек Г. Е. Флора антропогенных местообитаний окрестностей г. Новый Уренгой / Г. Е. Вильчек, Д. В. Кузнецов // Флора антропогенных местообитаний Севера / ред. Г. Е. Вильчека, О. И. Суминой, А. А. Тишкова. – М., 1996. – С. 100-121.
3. Горышина Т. К. Растение в городе. – Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1991. – 152 с.
4. Ильминских Н.Г. Флорогенез в условиях урбанизированной среды / Российская акад. наук, Уральское отд., Тобольская комплексн. науч. станция. – Екатеринбург : Тобольская комплексная науч. станция, 2014. – 469 с.
5. Ильминских Н. Г. Полигоны ТБО как эпицентры синантропизации флоры Арктики и Субарктики в Западной Сибири: м-лы Всерос. конф. «Человек и Север: антропология, археология, экология» (Тюмень, 6–10 апреля 2015 г.) – Тюмень : Изд-во ИПОС СО РАН, 2015. – Вып. 3. – С. 319-324.
6. Ишбирдин А. Р. О некоторых закономерностях флоры и растительности населенных пунктов севера Западной Сибири / А. Р. Ишбирдин, Л. М. Ишбирдина, А. Ф. Хусаинов // Флора антропогенных местообитаний Севера / ред. Г. Е. Вильчека, О. И. Суминой, А. А. Тишкова. – М., 1996. – С. 79-97.
7. Кириллов П. С. Агротехника выращивания растений в Ямало-Ненецком автономном округе: методические рекомендации для учреждений и подразделений, занимающихся строительством и благоустройством территории в населенных пунктах / П. С. Кириллов, А. А. Егоров. – СПб : ТАКСОН, 2017. – 36 с.
8. Копцева Е. М. Особенности растительного покрова некоторых населенных пунктов севера Западной Сибири / Е. М. Копцева, Е. В. Абакумов // Ботанич. журн. – 2021. – Т. 106. – № 2. – С. 177-191.
9. Письмаркина Е. В. Находки чужеродных видов растений в Ямало-Ненецком автономном округе (Россия) / Е. В. Письмаркина, В. В. Бялт, А. А. Егоров // Тр. КарНЦ РАН. – 2019. – № 1. – С. 75-84.
10. Plant species diversity in urban areas of Northwest Siberia / E. Koptseva, O. Sumina, P. Kirillov [et al.] // Biological Communications. – 2021. – Vol. 66 (2). – С. 129-143.

УДК 635.92

ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ *PICEA PUNGENS* ENGELM. В ОЗЕЛЕНЕНИИ СЕВЕРНЫХ ГОРОДОВ

Сунгурова Н.Р., Страздаускене С.Р., Стругова Г.Н.

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

Аннотация. В практике садово-паркового и ландшафтного строительства очень широко применяются декоративные виды и сорта деревьев и кустарников. Расширение ассортимента городских зеленых насаждений возможно благодаря введению декоративных хорошо зарекомендовавших себя интродуцированных растений. В статье анализируются процессы роста и фенологического развития ели колючей (*Picea pungens* Engelm.). Наблюдения проводились в городских насаждениях Архангельска. Зафиксированы фенологические даты сезонного развития данного вида и предложены рекомендации по использованию интродуцента в системе озеленения северных городов.

Ключевые слова: интродуценты, ель колючая, озеленение, вегетационный период, древесные виды.

THE PROSPECTS OF USING *PICEA PUNGENS* ENGELM. IN THE GREENING OF NORTHERN CITIES

Sungurova N.R., Strazdauskene S.R., Strugova G.N.

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

Abstract. Decorative types and varieties of trees and shrubs have long been widely used in the practice of landscape and landscape construction. Significant enrichment of the assortment of urban green spaces is possible due to the introduction of introduced plants. The article analyzes the processes of growth and phenological development of the prickly spruce (*Picea pungens* Engelm.). Observations were carried out in urban plantations of Arkhangelsk. The phenological dates of the seasonal development of this species are recorded and recommendations for the use of the introduced plant in the landscaping system of northern cities are proposed.

Keywords: introducers, prickly spruce, landscaping, vegetation period, tree species.

Древесные растения в урбанистической среде выполняют множество функций: эстетическую (оформление населенных мест); санитарно-гигиеническую (защита от пыли, шума, солнечной радиации, фитонцидное обогащение, поглощение углекислого газа и оксида серы, выделение кислорода и т.п.); микроклиматическую (регулирование влажности воздуха и почвы, изменение температурного режима, уменьшение скорости ветра и т.д.) [1–6].

В озеленении северных городов используется небольшой ассортимент деревьев и кустарников. Это ввиду малого количества аборигенных видов. Среди интродуцентов большое внимание уделяется декоративным красивоцветущим кустарникам. Среди деревьев большого внимания заслуживает североамериканский вид – ель колючая.

Ель колючая (*Picea pungens* Engelm.). Родина – скалистые горы Северной Америки. Успешно растет на севере и на юге России, достигая в Архангельске к 20 годам высоты 5 м. Созревание семян в умеренно континентальной зоне начинается с 25 лет. Обильные урожаи повторяются через 3–4 года. После суровых зим может наблюдаться покраснение хвои, что положительно сказывается на декоративности вида. Устойчива к стрессфакторам города – пыли, дыму и газу. Летучие фитонциды и выделяемые эфирные масла выполняют успокаивающее действие, помогают при лечении психических заболеваний, способствуют снятию стрессовых состояний [2]. Ель колючая способна поглощать тяжёлые металлы из почвы. Согласно исследованиям Н. А. Бабича и др. [1] в ассимиляционном аппарате данного интродуцента содержится свинца 0,63 мг/кг, кадмия 0,06, цинка 74,69. Поэтому этот вид включают в основной ассортимент древесно-кустарниковой растительности и высаживают у парадных входов в административные здания, на театральных и привокзальных площадях, у лечебных учреждений, на приусадебных участках, включают в придорожные полосы.

Приоритетным методом исследования инорайонных видов считается сравнительное изучение ритмов сезонного роста, которое направлено на определение сроков прохождения различных фаз развития растений, на оценку декоративности, устойчивости, продуктивности в условиях урбанизированной среды.

При проведении фенологических наблюдений пользовались методиками Главного ботанического сада [7], П.М. Малаховца и В.А. Тисовой [8]. Сумму эффективных температур рассчитывали согласно практическим рекомендациям А.П. Лосева [9]. При этом суммировали среднесуточные температуры воздуха выше +5°C за определенный промежуток времени для установления прохождения растениями определенной фенологической фазы.

При изучении роста побегов фиксировали начало и окончание роста, закладку верхушечной почки. При этом с южной стороны растения подбирали и помечали 5–10 модельных побегов. На каждом побеге краской делали отметку у основания верхушечной почки, от которой с точностью до 1 мм с интервалом 5 дней линейкой измеряли длину побега в течение всего периода роста.

Для определения зимостойкости интродуцентов использована шкала ГБС [7].

Обилие цветения и плодоношения устанавливали по шкале В.Г. Каппера [10].

Весь диапазон данных, полученных за три вегетационных периода, обработан с помощью пакета программ Microsoft Excel с 95 %-ным уровнем надежности.

Сроки наступления фенологических фаз исследуемых видов варьируют в зависимости от погодных условий текущего года в различные вегетационные периоды. Средние показатели наступления фенофаз и суммы эффективных температур за три вегетационных периода приведены в табл. 1.

Анализ результатов фенологических наблюдений показал, что в умеренно-континентальной зоне вегетационный период наступает 21–24 мая, при сумме накопленных эффективных температур 257–294°C.

Активный рост побегов ели колючей в г. Архангельске длится в среднем 14±4 дней (например, в Республике Адыгея [11] – 53 дня). Причём, в сутки интенсивность роста побегов составляет 1,8±0,20 мм.

Таблица 1.

Средние сроки наступления фенологических фаз изучаемых видов и суммы эффективных температур

Набухание почек	Конус листьев	Появление первых листьев	Цветение		Созревание плодов
			начало	конец	
<u>21.05</u> 257	<u>24.05</u> 294	<u>01.06</u> 375	<u>10.06</u> 447	<u>16.06</u> 523	<u>29.09</u> 2284

*Примечание: в числителе приведена календарная дата, в знаменателе – сумма эффективных температур, при которой наступает данная фенологическая фаза.

Пыление ели колючей наблюдается в середине июня при достижении показателя эффективных температур 447°C. В Республике Адыгея [11] данная фенологическая фаза рассматриваемого вида укладывается в период 30 апреля – 6 мая. В Дендрарии Поволжского государственного технологического университета ель колючая начинает пыление 29 мая [12].

Одним из основных биологических признаков, устанавливающих успешность интродукции на Севере, является зимостойкость растений. Зимостойкость оценивается наивысшим баллом 1 у ели колючей, что свидетельствует о том, что она перезимовывает без повреждений.

Календарный период прохождения всех фенологических фаз у ели колючей на севере равняется 132 дням, в то время как сумма эффективных температур за этот временной интервал составляет 2027°C.

Из недостатков этого вида можно отметить быстрое старение кроны в урбанистической среде, что сказывается на декоративности, что требует дополнительного ухода.

В заключении отметим, североамериканский вид – ель колючая – успешно адаптировался в суровых условиях Европейского Севера. Он вегетирует, цветет и плодоносит, что говорит об устойчивости к стресс-факторам урбанистической среды. Ель колючая применяется в уличных посадках, а также при формировании декоративных групп города Архангельска. Результаты наших исследований могут использоваться ландшафтными архитекторами при планировании интродукционных работ, ухода, борьбе с вредителями и болезнями, сборе посевного материала и так далее.

Литература:

1. Бабич Н. А. Интродуценты в зелёном строительстве северных городов / Н. А. Бабич, О. С. Залывская, Г. И. Травникова. – Архангельск : АГТУ, 2008. – 144 с.
2. Малаховец П. М. Декоративные деревья и кустарники на Севере / П. М. Малаховец, В. А. Тисова. – Архангельск, 2002. – 127 с.
3. Малаховец П. М. Краткое руководство по озеленению северных городов и поселков / П. М. Малаховец, В. А. Тисова. – Архангельск, 2002. – 108 с.
4. Dover J. W. Introduction to Urban Sustainability Issues: Urban Ecosystem. Nature Based Strategies for Urban and Building Sustainability / Ed. by G. Pérez, K. Perini. – Butterworth-Heinemann, 2018. – P. 3-15. – DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812150-4.00001-X>.
5. Ecological Potentials of Trees, Shrubs and Hedge Species for Urban Green Spaces by Multi Criteria Decision Making / S. Ghafari, B. Kaviani, Sh. Sedaghatoor, M. S. Allahyari // Urban Forestry & Urban Greening. – 2020. – Vol. 55/ – art. 126824. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126824>.
6. Hedayat K. M. Chapter 16 – Introduction to the Usage of Medicinal Plants. The Theory of Endobiogeny / K. M. Hedayat, J.-C. Lapraz. – Vol. 1: Global Systems Thinking and Biological Modeling for Clinical Medicine. – Academic Press, 2019. – P. 255-266. – DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816903-2.00016-1>.
7. Методика фенологических наблюдений в Ботанических садах СССР // Бюлл. ГБС АН СССР. – 1979. – Вып. 113. – С. 3-8.
8. 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.
9. Лосев А. П. Практикум по агрометеорологическому обеспечению растениеводства: Учеб. пособие для с.-х. вузов по агр. спец. – СПб. : Гидрометеиздат, 1994. – 246 с.
10. Лесные культуры и защитное лесоразведение: учеб. для студ. вузов / Г. И. Редько, М. Д. Мерзленко, Н. А. Бабич, Ю. И. Данилов. – М. : Академия, 2008. – 400 с.

11. Кучинская Е. А. Влияние экологических факторов на сезонный ритм развития голосеменных интродуцентов Адыгеи // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2006. – № 23. – С. 303-311.
12. Лазарева С. М. Фенология видов рода *Picea* (Pinaceae) Ботанического сада-института // SCI-ARTICLE.RU. – 2013. – № 1. – URL: <http://sci-article.ru/> (дата обращения: 20.03.2021). – Текст : электронный.

УДК 635.92:58.006

СОЗДАНИЕ БИОРЕСУРСНЫХ КОЛЛЕКЦИЙ РОДОВЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЕКОРАТИВНЫХ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ В БОТАНИЧЕСКИХ САДАХ И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ УЧРЕЖДЕНИЯХ

Ханбабаева О.Е.¹, Левко Г.Д.², Кукуричкин Г.М.³

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

²*Федеральный научный центр овощеводства, Московская обл.*

³*Сургутский государственный университет, Сургут,
e-mail: hanbabaeva@yandex.ru*

Аннотация. В настоящее время создание биоресурсных коллекций родовых комплексов полезных растений – распространенная практика в ботанических садах и других научно-исследовательских учреждениях. Такие коллекции позволяют оценивать адаптивный потенциал растений и решать другие научные задачи. Они также важны для образовательной, культурно-просветительской деятельности, привлекательны для широких слоев населения и натуралистов, садоводов-любителей.

Ключевые слова: интродукция, ботанические сады, родовые комплексы, декоративные многолетние травянистые растения.

CREATION OF BIORESOURCE COLLECTIONS GENERIC DECORATIVE COMPLEXES HERBACEOUS PLANTS IN BOTANICAL GARDENS AND RESEARCH INSTITUTIONS

Khanbabaeva O.E.¹, Levko G.D.², Kukurichkin G.M.³

¹*Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev,
Moscow, e-mail: hanbabaeva@yandex.ru*

²*Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Scientific Center of Vegetable Growing»,
Moscow region*

³*Surgut State University, Surgut*

Abstract. Currently, the creation of beneficial plants generic complexes bioresource collections is a common practice in botanical gardens and other research institutions. Such collections allow you to assess the adaptive potential of plants and solve other scientific problems. They are also important for educational, cultural and educational activities, attractive to the general population and naturalists, amateur gardeners.

Keywords: introduction, botanical gardens, birth complexes, *ornamental perennial herbaceous plants*.

Исследования по интродукции растений, рациональному использованию и воспроизводству биологических ресурсов актуальны и в настоящее время входят в число основных направлений фундаментальных исследований (Постановление Президиума РАН от 1 июля 2003 г. № 233). В план фундаментальных исследований Российской академии наук на период до 2025 г. включены научно-исследовательские работы по созданию баз данных по

различным видам и категориям биологических ресурсов, имеющих хозяйственное значение, выявлению приоритетных видов и других категорий, перспективных для хозяйственного использования, включая озеленение населенных пунктов.

Декоративные растения имеют прямое отношение к повышению качества жизни людей, формированию комфортной среды жизни (положительные эмоции способствуют достижению психологического равновесия, восстановлению от возрастающих стрессовых нагрузок), поэтому вопросы благоустройства и озеленения территорий различного назначения, создания парков культуры и отдыха отмечены среди очередных задач в Указах Президента Российской Федерации (от 7 мая 2018 г. № 204, от 21 июля 2020 г. № 474), Постановлениях Правительства РФ (от 31.05.2019 № 696), Постановлении Правительства Московской области (от 17.10.2017 № 864/38) [1–5].

Доказано, что вовлечение в цветники травянистых многолетников с учетом стоимости посадки и последующего содержания экономически выгоднее в несколько раз по сравнению с использованием красивоцветущих однолетников [6; 9]. Коллекции родových комплексов декоративных многолетних травянистых растений созданы в ряде научно-исследовательских учреждений. Но без дублирования и их регулярного пополнения ценные коллекции сложно сохранять; известны случаи их резкого сокращения, потери входящих в них сортов, включенных в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, после смены кураторов коллекций [7; 8].

Так как большое количество посадочного материала, семян декоративных многолетних растений поступает по-прежнему из-за рубежа, коллекции декоративных растений могут служить базой для развития отечественного питомниководства – распространения и внедрения наиболее перспективных для озеленения видов и сортов травянистых многолетников в питомники, специализирующиеся в области декоративного растениеводства, тем самым внося вклад в проблему снижения уровня импортозависимости, отраженную в Постановлении Правительства Российской Федерации от 25 августа 2017 г. № 996.

Новизна исследований состоит в тщательном анализе и отборе ассортимента многолетних зимостойких декоративных травянистых многолетников, наиболее адаптивных в условиях городского озеленения и перспективных для питомниководства и селекции, создания новых генетических коллекций родových комплексов, включающих виды, зарубежные и отечественные высокодекоративные сорта, сеянцы от свободного опыления и направленных скрещиваний, способных к вегетативному и семенному размножению в условиях открытого грунта.

Полученные в результате проведенных исследований данные могут быть использованы в научной, учебной работе и при создании новых сортов. Внедрение в озеленение образцов созданных генетических коллекций многолетних, высоко адаптивных декоративных растений позволит снижать затраты на их культивирование, сохранение и размножение. Данные коллекции являются качественным исходным материалом для селекционной работы по совершенствованию отечественного сортимента декоративных культур.

Выбор объектов и направлений исследования обусловлен опытом и анализом литературных данных, достижений в цветоводстве и селекции красивоцветущих высокодекоративных растений, предложениями на российском цветочном рынке. Несмотря на успехи в интродукции коллекций родových комплексов декоративных растений на базе ботанических садов, научных и высших учебных заведений, питомников, спрос на отечественные адаптивные сорта высок, однако предложения на рынке минимальны. Отсутствуют отечественные сорта многолетних зимостойких астр и гераней [1; 3; 5].

Для успехов в отечественной селекции и питомниководстве цветочных растений, кроме создания представительных по составу коллекций, необходимо оптимизировать ассортимент коллекций, включив в них наиболее адаптивные виды, формы и сорта, способные к семенному и вегетативному размножению, устойчивые к факторам среды в местах их интродукции.

Особого внимания заслуживают экспериментальные исследования в северных городах, где приходится развивать зеленое строительство в неблагоприятных почвенно-климатических условиях, что делает актуальной проблему разработки устойчивого ассортимента декоративных растений. В частности, в Сургуте на решение этих вопросов направлена деятельность специально созданного и курируемого Сургутским государственным университетом ботанического сада; в его коллекции возделывается более 300 видов и сортов декоративных многолетников, в том числе, 18 таксонов из биоресурсной коллекции МСХА им. К.А. Тимирязева, переданных для испытания в условиях Сургута.

Благодарности. Работа выполнена при поддержке Минобрнауки России в рамках соглашения № 075-15-2022-317 от 20 апреля 2022 г. о предоставлении гранта в форме субсидий из федерального бюджета на осуществление государственной поддержки создания и развития научного центра мирового уровня «Агротехнологии будущего».

Литература:

1. Бондорина И. А. Подходы к формированию и поддержанию коллекционного фонда сортов травянистых многолетников отдела декоративных растений ГБС РАН / И. А. Бондорина, А. В. Кабанов, Н. А. Мамаева // Вестник Удмуртского ун-та. – Сер. Биология. Науки о Земле. – 2016. – Т. 26. – № 3. – С. 40-45.
2. Методические аспекты изучения биоресурсных коллекций редких и хозяйственно ценных растений / О. Ю. Васильева, О. В. Дорогина, И. Н. Кубан [и др.] // Садоводство и виноградарство. – 2018. – № 4. – С. 12-18.
3. Корякина О. В. Значение полевых коллекций видов и сортов рода *Geranium* / О. В. Корякина, О. А. Сорокопудова // Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия флоры. Материалы международной научной конференции, посвященной 90-летию Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси / ред.: В. В. Титок [и др.]. – В 2 ч. – Минск, 2022. – С. 300-302.
4. Корякина О. В. Особенности развития декоративных зимостойких гераней в первый год после деления кустов / О. В. Корякина, О. А. Сорокопудова, Е. А. Наскидаева // Агробиотехнология – 2021: Сб. ст. междунар. науч. конф. / Российский гос. аграрн. ун-т – МСХА им. К. А. Тимирязева. – 2021. – С. 713-717.
5. Мамаева Н. А. Коллекция представителей рода *Iris* L. ОДР ГБС РАН в аспекте сохранения биоразнообразия культурной флоры и перспектив интродукции современных сортов ириса // Роль ботанических садов в изучении и сохранении генетических ресурсов природной и культурной флоры : М-лы Всерос. науч. конф. – 2013. – С. 154-157.
6. Сорокопудова О. А. Коллекции родовых комплексов как основа ассортимента для зеленого строительства и его совершенствования // Роль ботанических садов в сохранении и обогащении природной и культурной флоры : М-лы Всероссийской конф. с междунар. участием, посв. 20-летию Ботанического сада Северо-Восточного федерального университета им. М. К. Аммосова. – Якутск, 2021. – С. 32-36.
7. Сорокопудова О. А. Характеристика видов и сортов ирисов коллекции Всероссийского селекционно-технологического института садоводства и питомниководства / О. А. Сорокопудова, А. В. Артюхова // Сб. науч. тр. Государственного Никитского ботанического сада. – 2019. – Т. 148. – С. 235-245.
8. Сорокопудова О. А. Лилии в культуре. – М.: ФГБНУ ВСТИСП; Саратов: Амирит, 2019. – 186 с.
9. Ткаченко К. Г. Сохранение и воспроизводство полезных растений через культивирование и создание коллекций родовых комплексов // Актуальные проблемы экологии и природопользования в современных условиях : м-лы Междунар. науч.-практ. конф. – 2018. – С. 109-113.

УДК 502:711.2(211-17)

БИОСФЕРНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ – ФАКТОР ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ СЕВЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Чайка Е.А.

*Московский Архитектурный институт (Государственная академия), Москва,
e-mail: archichaika@yandex.ru*

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы градостроительной и пространственной организации северных и арктических территорий России. Вопрос затрагивается с точки зрения формирования общей системы развития региона в контексте актуальных предпосылок и ограничений развития, и экосистемного подхода, основанного на принципах биосферосовместимого развития территорий и доктрине градоустройства.

Ключевые слова: биосферная совместимость, экосистема, Арктика, пространственная организация, градостроительные системы.

BIOSPHERE COMPATIBILITY – A FACTOR OF URBAN PLANNING ORGANIZATION THE NORTHERN TERRITORIES

Chaika E.A.

*Moscow Architectural Institute (State Academy), Moscow,
e-mail: archichaika@yandex.ru*

Abstract. The article deals with the problems of urban planning and spatial organization of the northern and Arctic territories of Russia. The issue is touched upon from the point of view of the formation of a common system of regional development in the context of current prerequisites and constraints of development, and an eco-systemic approach based on the principles of biosphere-compatible development of territories and the doctrine of urban planning.

Keywords: biosphere compatibility, ecosystem, Arctic, spatial organization, urban planning systems.

Северные пределы Российской Федерации на протяжении веков были центром притяжения междисциплинарного и международного внимания, а стратегическую значимость региона сегодня практически невозможно переоценить, Арктика – это: национальные интересы социо-культурного, промышленно-экономического и научного профиля; зона охраны национальных интересов и государственной границы; арена международных событий; территории пролегания важнейшей межконтинентальной магистрали – Северного Широтного транспортного коридора (СШТК); уникальный природный комплекс и многое другое. Для России, как для страны чьи арктические территории простираются на 3 млн км кв, составляя практически 1/5 территории, население – 2,5 млн чел – более половины населения мировой Арктики и национальные стратегические приоритеты лежат в высоких широтах, задача

качественного переустройства, а, следовательно, и пространственной организации – крайне актуальны.

На данном этапе выработка целостной градостроительной модели развития северных и арктических территорий – потребность сегодняшнего дня, поскольку необходимо отойти от спародических и локальных решений и разработать стратегически устойчивую модель территориального развития Арктики. Залогом формирования подобной модели может стать смена парадигмы развития. Основой разрабатываемой модели должен стать комплексная концепция, разработка решений и методов для всей территории на основе экологоориентированного биосферосовместимого подхода.

Базой для выработки эколого-ориентированных принципов формирования системы может стать концепция биосферной совместимости и доктрина градоустройства и расселения, выдвинутая Ильичевым В. А., и группой соавторов Емельяновым С. Г., Колчуновым В. И., Каримовым А. М., Гордоном В. А., Бакаевой Н. В. В труде авторов поднимается крайне актуальная для северных и арктических территорий проблема «антагонизма между жизнедеятельностью человека и окружающей природной средой» [1]. Корнем этого противоречия разработчики считают «деструктивные способы существования людей на территории городов, а также разрушительные методы добычи и распределения ресурсов» и говорят о «необходимости изменения подобных способов существования и методов добычи и распределения вместе с мировоззренческими воззрениями людей, усиливающими разрушительный характер антагонизма человека и природы и препятствующими биосферной совместимости» [1]. А путь решения этих проблем может начаться с разработки градостроительных подходов, поскольку градостроительная отрасль во многом определяет сценарий жизнедеятельности людей в урбанизированной среде.

Концепция биосферной совместимости базируется на том, что ключевыми критериями прогрессивного поступательно развития урбанизированной среды являются гуманитарный и экологический – «состояние биосферы прилегающих территорий и уровень человеческого потенциала». Одновременно с этим основные факторы дестабилизации городской среды и регресса – это «ингредиентное и параметрическое загрязнения компонентов природной среды, территориальное наступление («экспансия») города на природную среду через прямой непосредственный контакт – транспортные сети, инженерные коммуникации и т.п., приводящие к сокращению размеров и нарушению целостности природных каркасов, а также снижению их устойчивости и эффективности благоприятного воздействия на городскую среду» [2]. Для формирования биосферосовместимого города «предлагается разрабатывать и применять тройственные балансы биотехносферы по следующим направлениям: а) население; б) техносфера; в) биосфера. Тройственные балансы биотехносферы устанавливают соотношения между населением, техносферой и биосферой» [2].

При разработке стратегии пространственного развития северных и арктических территорий также имеет смысл обратиться к урбоэкологической концепции А. Н. Тетиора. Основной акцент этой концепции заключается в развитии экологической инфраструктуры, за счет которой обеспечивается сохранение человека и природы, а посредством этого обеспечивается высокое качество среды. Концепция подразумевает максимальное сохранение природных ресурсов, как полезных ископаемых, так и природных ландшафтов, экосистем и биоразнообразия, за счет широкого применения экологоориентированных решений и ресурсосберегающих технологий в строительстве, а также обоснованность системы расселения и освоения территорий.

На основе вышеупомянутых экологоориентированных и биосферосовместимых подходов, а также междисциплинарных предпосылок и ограничений развития, отечественного и международного циркумполярного опыта была разработана принципиальная модель и ряд ключевых подходов.

В основе принципиальной модели система разноуровневых опорных пунктов. Опорные пункты – компактные градостроительные единицы, сформированные на основе мультимодальных «идеальных моделей», характеризующихся мобильностью внутренней организации. Система основывается на опорных пунктах деверсифицированного уровня и существующих, реконструируемых и формируемых продольных и меридиональных связях. Меридиональные связи в свою очередь базируются на гидрологической системе – крупных реках (Обь, Енисей, Лена, Яна, Индигирка, Колыма, Анабар, Омолон), связывающих побережье Ледовитого океана – порты СМП и СШТК с основным продольным поясом расселения и логистическими маршрутами – Транссибом и БАМом.

В свою очередь, элементы единой системы системы разного уровня связаны между собой логистически и функционально, обеспечивая работоспособность системы. Нарращивание связности и формирование регулярной транспортной сети необходимо для решения основных задач региона, так как реальный вклад Русского Севера в экономику во многом будет определяться масштабами и темпами развития уникальной Арктической транспортной системы.

Градостроительная модель, сочетающая разные типы проживания на базе поясного подхода нацеленная на формирование комфортной среды, способной успешно реагировать на потенциальные запросы нового времени и минимизацию вреда окружающей среде и экосистемам, за счет преемственности функционального использования лежащих в основе мультимодальных систем; выбора мест расположения дополнительных опорных баз; транспортных связей, путепроводов и нефтепроводов, и логистических маршрутов в первом поясе, учитывающих все аспекты арктического расселения.

Применение единой базовой «идеальной модели» позволит обеспечить этапность реализации всей системы, последующую простую интеграцию новых элементов – при возникновении необходимости – и эффективно отвечать на потенциальные функционально-планировочные запросы, используя механизмы преемственности использования территорий.

Прибрежные опорные пункты – порты, поддерживаются опорными узлами первого и второго порядков, обеспечивают и дополняют функционирование социальной, научной и технической поддержкой. Опорные узлы обеспечивают: снабжение кадрами, за счет профильного образования (средне специальное, повышение квалификации, высшее), дополнительную медицинскую, рекреационную поддержку и организацию зоны потенциального приема жителей после их трудовой выработки в зоне «дальнего» Севера. Такой подход может обеспечить гарантию продолжения трудовой деятельности; альтернативное место проживания; регулярное пополнение предприятий кадрами профильных специальностей и непрерывное повышение уровня образования и трудовых навыков. Такая форма более адаптивна и комфортна с точки зрения медицинских показаний. «Ближняя» Арктика более благоприятна, чем миграции в южные широты. Этот принцип способствует формированию мобильного общества и отсутствию «усталости», повышенной эффективности труда и наращивания меридиональной связности региона, что, в свою очередь, повлияет на круглогодичное использование транспортных маршрутов и понижение стоимости товаров и услуг, продовольственной стабильности на территориях «дальней» Арктики.

В статье поднимается проблема необходимости разработки градостроительной стратегии формирования Северных и Арктических территорий на основе принципов биосферной совместимости и урбозоологической концепции. Предлагается поясный интерзональный подход на основе формирования опорных пунктов разного порядка. Градостроительные системы призваны пространственно упорядочивать территориальные структуры расселения населения, формировать социальную и инженерную инфраструктуру нового типа, что в свою очередь в условиях Арктики обеспечит реализацию ряда задач Стратегических задач. Описанные принципы организации могут использоваться при дальнейшей стратегической и проектной разработке Арктических территорий,

проектировании и реконструкции портов СШТК, логистических сетей и других задействованных в хозяйственной деятельности территориях Севера, а также применяться для решения локальных градостроительных задач. Помимо этого, возможно развитие системы и в долгосрочной перспективе, за счет формирования четвертого пояса, связующего северную морскую и южную сухопутную границы России, обеспечивая транспортную проницаемость, вариативность маршрутов системы, и ускорение логистических цепей.

Литература:

1. Ильичев В. А. Биосферная совместимость природы человека – пути к системному решению глобальных проблем // Стратегические приоритеты. – 2014. – № 1. – С. 42-58.
2. Концепция биосферной совместимости как основы Доктрины градостроительства и расселения / В. А. Ильичев, В. И. Емельянов [и др.] // Стратегические приоритеты. – 2014. – № 1. – С. 71-84.

Безопасный Север – чистая Арктика:
V Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием:
Сургут, СурГУ, 13-14 апреля 2023 г.

Научное издание

БЕЗОПАСНЫЙ СЕВЕР – ЧИСТАЯ АРКТИКА

*Материалы
V 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