

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ**

---

**Неправительственный экологический фонд им. В.И. Вернадского  
Московский государственный объединенный музей-заповедник  
Институт зоологии КН МОН Республики Казахстан  
Казахский национальный университет им. Аль-Фараби  
Международный государственный экологический институт им. А.Д.Сахарова  
Белорусского государственного университета  
Самаркандский государственный университет  
Научно-исследовательский центр «Экология и водные проблемы»  
Каршинского инженерно-экономического института**

# **АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

**Сборник трудов XXIII международной  
научно-практической конференции**

*Москва, 21-23 апреля 2022 г.*

**Том 2**

**Москва  
2022**

УДК 574:502/504:59(063)  
ББК 20.1+28.08  
А43

Утверждено  
РИС Ученого совета  
Российского университета  
дружбы народов

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Ответственный редактор –  
Кандидат физико-математических наук, доцент *Т.Н.Ледяцева*

### Члены редколлегии:

доктор экономических наук, профессор *М.М. Редина*,  
доктор геолого-минералогических наук, профессор *А.П. Хаустов*,  
кандидат технических наук, профессор *Е.В. Станис*,  
кандидат биологических наук, доцент *Е.Ю. Прудникова*,  
кандидат биологических наук, доцент *Е.А. Парахина*

**А43 Актуальные проблемы экологии и природопользования.**  
Сборник трудов XXIII Международной научно-практической конференции: в 3 т. Москва, 21-23 апреля 2022 г. – Москва: РУДН, 2022.

ISBN 978-5-209-11277-8

Т. 2. – 503 с.: ил.

ISBN 978-5-209-11279-2 (т.2)

Сборник содержит материалы научных докладов двадцать третьей международной конференции «Актуальные проблемы экологии и природопользования», в институте экологии Российского университета дружбы народов. В работе конференции принимали участие ученые, преподаватели, аспиранты и студенты российских и зарубежных вузов, а также сотрудники научно-исследовательских учреждений, и производственных предприятий. Во второй том сборника вошли материалы докладов, представленных в секциях «Прикладная экология», «Экологическая безопасность и качество продукции и продовольственная безопасность», «Экология человека», «Экологическое воспитание и образование и государственная экологическая политика».

ISBN 978-5-209-11279-2 (т. 2)  
ISBN 978-5-209-11277-8

© Коллектив авторов, 2022  
© Российский университет  
дружбы народов, 2022

# СОДЕРЖАНИЕ

## ПРИКЛАДНАЯ ЭКОЛОГИЯ

Krivosheeva E., Kharlamova M. IMPLEMENTATION OF TECHNOLOGY FOR COMPOSTING FISHERY WASTE IN THE ADVERSE CLIMATIC CONDITIONS OF KARELIA .....	14
Panasyugin A.S., Tsyganov A.R., Masherova N.P. EFFECT OF STRUCTURE-FORMING ADDITIVES ON ION-EXCHANGE PROPERTIES OF FERROCYANIDE- ALUMINOSILICATE SORBENTS .....	18
Selamavit Naizgi Tesfatsion INTRODUCTION OF SUSTAINABLE WASTEWATER SLUDGE MANAGEMENT AT BISHA MINING SHARE COMPANY (IN ERITREA) .....	26
Алейникова А.М., Воронова Т.С., Гайворон Т.Д., Майнашева Г.М. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КАРКАС МОСКВЫ И ОСОБО ОХРАНЯЕМЫЕ ПРИРОДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ.....	32
Андреев Т.И., Киселева С.В., Рафикова Ю.Ю. ПОТЕНЦИАЛ ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛОЙ ЭНЕРГИИ ИЗ ОТХОДОВ АГРОБИОМАССЫ НА ПРИМЕРЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ .....	37
Берёзкин М.Ю., Нефедова Л.В., Дегтярев К.С. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕЛЕННОГО ВОДОРОДА В РОССИИ .....	43
Благоразумова О.А., Пашинин В.А., Попов В.Г., Сухов Ф.И. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ. ....	48
Богданов В.Л., Малинин В.Э., Гарманов В.В. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЭКОСИСТЕМЫ НА ТЕРРИТОРИИ ПОЛИГОНА (СВАЛКИ) ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ ПОД РЕКРЕАЦИОННОЕ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЕ.....	53

Брехова А.А., Тюльгина А.Ю. КЛАССИФИКАЦИИ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ .....	59
Буэнаньо Баутиста Б.Б. ЭКОТОКСИКАНТЫ В СТОЧНЫХ ВОДАХ И В ШЛАМАХ ЗОЛОТОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ И ОСОБЕННОСТИ ИХ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ И БИОТУ .....	64
Васильченко Ю.Н. ПРОБЛЕМА УТИЛИЗАЦИИ КОНЦЕНТРАТА ФИЛЬТРАТА ОБЪЕКТОВ ПО ОБРАБОТКЕ, УТИЛИЗАЦИИ И РАЗМЕЩЕНИЮ ТВЁРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ .....	71
Вершинина Д.Д., Бузанова А.С., Глинская Е.В., Воронин М.Ю., Нечаева О.В. БИООБРАСТАНИЯ В СИСТЕМЕ ТЕХНИЧЕСКОГО И ОБОРОТНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ.....	77
Воронин В.Л. ПРОБЛЕМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД, ВЫЗВАННЫЕ НЕСОВЕРШЕНСТВОМ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА .....	82
Глубокая А.С., Атаманова О.В., Тихомирова Е.И., Подоксенов А.А., Симонова З.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА АДСОРБЦИИ ИОНОВ Ni <sup>2+</sup> И Cd <sup>2+</sup> НА МОДИФИЦИРОВАННОМ БЕНТОНИТЕ, ПОСЛЕ КИСЛОТНО-СОЛЕВОЙ АКТИВАЦИИ .....	88
Губарь Е.В., Тупицына О.В. МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ.....	91
Двинин Д.Ю. Даванков А.Ю., Плаксина А.Л., Юсифов Э.Ф. МОДЕЛИРОВАНИЕ СОЦИО-ЭКОЛОГО- ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ РЕГИОНА ПРИ УСЛОВИИ ПЕРЕХОДА К ВОЗОБНОВЛЯЕМЫМ ИСТОЧНИКАМ ЭНЕРГИИ И СОХРАНЕНИИ УГЛЕРОДНОГО БАЛАНСА .....	96

Достовалова Д.А., Подгородецкий Н.С., Завадский Я.В., Володин А.В. ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ УГЛЯ.....	99
Ибрагимова А.Н. ОЦЕНКА АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ НОВЫХ ПОЛИФЕНОЛЬНЫХ И ХИНОИДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ – ПЕРСПЕКТИВНЫХ КОМПОНЕНТОВ ТОПЛИВНЫХ ПРИСАДОК.....	104
Кавеленова Л.М., Прохорова Н.В., Розенберг Г.С. РЕГИОНАЛЬНАЯ СТРАТЕГИЯ СОХРАНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ РЕАЛИЗАЦИИ .....	109
Капранов А.В., Капранова К.А. О ВОЗМОЖНОСТЯХ ОЧИСТКИ ВОДЫ С ПОМОЩЬЮ НАНОМАТЕРИАЛОВ.....	113
Клубов С.М., Третьяков В.Ю., Дмитриев В.В., Рожкова Ю.О. ОЦЕНКА ВКЛАДА КОММУНАЛЬНЫХ СЛУЖБ В СНИЖЕНИЕ ПОСТУПЛЕНИЯ ОБЩЕГО АЗОТА И ФОСФОРА В БАЛТИЙСКОЕ МОРЕ С ВОДОСБОРНЫХ БАССЕЙНОВ РЕК ВОЛКОВКИ И ОХТЫ Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГА.....	118
Коломиец Т.В. ТЕПЛОУСТОЙЧИВОСТЬ КОНСТРУКЦИИ ПОЛА КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ .....	124
Кругова Е.О. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	129
Кулешова М.Л., Сергеев Р.В. ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ГЕОХИМИЧЕСКИХ БАРЬЕРОВ НА ПУТИ МИГРАЦИИ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ .....	134

Кучер О.Д., Липатов В.С. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ ПРИ ОБРАЩЕНИИ С ОТХОДАМИ СТРОИТЕЛЬСТВА .....	139
Лесун Е.В. МОДЕЛИРОВАНИЕ СОЦИО-ЭКОЛОГО- ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ГОРОДА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ СТРАТЕГИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ .....	145
Любов В.К., Попов А.Н. ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ .....	150
Максимова О.А., Киреев П.Е. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАБОТЫ ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ С ЕСТЕСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ .....	153
Мирзалиева Е.М., Нистратов А.В., Курилкин А.А., Со Вин Мьинт, Клушин В.Н. АДСОРБЕНТЫ ИЗ ОТХОДОВ ДРЕВЕСИНЫ И ПОЛИПРОПИЛЕНА ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА ОТ ПАРОВ РАСТВОРИТЕЛЕЙ.....	158
Мурадов Ш.О., Тураев У.М. ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЕМИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ВОД КАК ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ РЕСУРС .....	166
Мурадов Ш.О., Турдиева Ф.А. УЛУЧШЕНИЕ ЭКОЛОГО-МЕЛИОРАТИВНЫХ И ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ЗОНЫ АЭРАЦИИ .....	171
Нгуен М., Дяченко А.А., Смятская Ю.А. СОРБЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ КОКОСОВЫМ ВОЛОКНОМ.....	178
Нефёдова Л.В., Дегтярев К.С., Киселева С.В., Берёзкин М.Ю., Синюгин О.А. ГЛОБАЛЬНЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПЕРЕХОД КАК БЕЗУГЛЕРОДНЫЙ ПУТЬ РАЗВИТИЯ: ОЦЕНКИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ЗАТРАТ.....	182

Пашинин В.А., Попов В.Г., Сухов Ф.И., Благоразумова О.А., Чамова Ю.А. СПОСОБЫ ОБНАРУЖЕНИЯ АГРЕССИВНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ И СОЕДИНЕНИЙ УРАНА НА ПОВЕРХНОСТЯХ ОБЪЕКТОВ И В ВОДЕ.....	188
Плотникова О.А., Тихомирова Е.И., Мельников Г.В. СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ СЕЛЕКТИВНОСТИ ФЛУОРЕСЦЕНТНОГО МЕТОДА В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ ЭКОТОКСИКАНТОВ.....	194
Прохоров И.С., Метечко Л.Б., Сорокин А.Е. НАКОПЛЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ МУСОР: ПРОБЛЕМЫ ООПТ.....	199
Пыстин В.Н., Шушанян Г.А., Тупицына О.В., Чертес К.Л. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ШЛАМОВЫХ ОТХОДОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И РЕКУЛЬТИВАЦИИ.....	208
Радионова С.Г. РАСШИРЕННАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ КАК МЕХАНИЗМ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ .....	213
Ратникова О.Н., Лисицына И.П., Борш А.Т. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ТОРФЯНИКА РУДЯНЕЦ.....	219
Рафикова Ю.Ю., Нефедова Л.В. РОЛЬ ГЕЛИОЭНЕРГЕТИКИ КАК ИНСТРУМЕНТА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПЕРЕХОДА В РОССИИ .....	222
Савченко Е.А. ОЦЕНКА РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ЛЕСОВ И ЛЕСОПАРКОВ СОСЕНСКОГО, Г. МОСКВА.....	226
Слабоспицкая А.С. ФАКТОРЫ, ПРЕПЯТСТВУЮЩИЕ РАЗВИТИЮ ЭКОНОМИКИ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.....	232

Смирнов А.А., Хованский И.Е., Чекалдин Ю.Н. АНТРОПОГЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В РЕЧНЫХ ИХТИОЦЕНОЗАХ В СВЯЗИ СО СТРОИТЕЛЬСТВОМ ГЭС И ОБРАЗОВАНИЕМ ВОДОХРАНИЛИЩ.....	237
Ткаченко С.В., Смирнова Т.В. ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ЖЕСТОВ РУКИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ.....	243
Федорченко Л.Ю., Бобкова А.А., Никифоров А.И. РЕВАЙЛДИНГ В МЕГАПОЛИСАХ: ОТ КОНЦЕПЦИИ К РЕАЛИЗАЦИИ .....	248
Харламова М.Д., Баютина А.А., Ельцова Е.А. РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ К УСТАНОВЛЕНИЮ СРОКОВ И ЭТАПОВ ПРОВЕДЕНИЯ КВОТИРОВАНИЯ ФЕДЕРАЛЬНОГО ПРОЕКТА “ЧИСТЫЙ ВОЗДУХ” .....	251
Хованский И.Е., Смирнов А.А. ЭПУТИ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ РЕЧНОГО И ОЗЕРНОГО ФОНДА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА .....	256
Цешковская Е.А., Цой Н.К., Оралова А.Т., Обухов Ю.Д., Захаров А.М. ПЫЛЕПОДАВЛЕНИЕ НА ПОВЕРХНОСТЯХ НАКОПИТЕЛЕЙ ТЕХНОГЕННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ.....	262
Чердакова А.С., Гальченко С.В. МИКРОБИОРЕМЕДИАЦИЯ ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ ДИЗЕЛЬНЫМ ТОПЛИВОМ, В ПРИСУТСТВИИ ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ .....	266
Шергина О.В., Миронова А.С. МЕТОДЫ И ПОДХОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ЭКОСИСТЕМНЫХ ФУНКЦИЙ ГОРОДСКИХ ЛЕСОВ.....	272



Шимко Т.Г., Кулешова М.Л., Воронин В.Л. СОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ГЛИН ПРИ ИХ ОЦЕНКЕ В КАЧЕСТВЕ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ БАРЬЕРОВ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЗАХОРОНЕНИИ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ .....	278
Шмаль А.Г. ЧТО ТАКОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОПАСНОСТЬ.....	284
Якимов А.В. СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ НЕРАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В 2022 ГОДУ НА ПРИМЕРЕ .....	289

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ,  
КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ  
И ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

Аликариева Д.М., Мерганов А.Т., Камалова М.Д. НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ПЛОДОВ <i>LYCIUM CHINENSE</i> MILL. И <i>LYCIUM BARBARUM</i> L.....	293
Батиров Х.Ф., Рахимов Г.Ю. РОСТ, РАЗВИТИЕ И УРОЖАЙНОСТЬ БЕЗВЫСАДОЧНЫХ СЕМЕННИКОВ СВЕКЛЫ В УЗБЕКИСТАНЕ .....	301
Батиров Х.Ф., Файзуллаев Б., Маликов Д. ЗИМУЮЩИЕ ДВУЛЕТНИКИ В КАЧЕСТВЕ СИДЕРАТОВ .....	309
Васильев Д.В. ПОСЛЕДСТВИЯ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ЦИНКОМ ДЛЯ СЕМЕННОГО ПОТОМСТВА ЯЧМЕНЯ .....	313
Зайцева М.В. ХАРАКТЕРИСТИКА ТОКСИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ДВУХКОМПОНЕНТНОЙ СИСТЕМЫ ЭКОТОКСИКАНТОВ «ТЯЖЁЛЫЙ МЕТАЛЛ+ПИЩЕВАЯ ДОБАВКА» В РАСТИТЕЛЬНОМ БИОТЕСТЕ.....	318

Ковалев И.С., Ковалева Е.С., Соколова Ю.А., Коновалов А.М. СРАВНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ НЕКОТОРЫХ ГРУПП БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ТРАВЕ КРЕСС-САЛАТА, ВЫРАЩЕННОЙ ГИДРОПОННЫМ И ПОЧВЕННЫМ СПОСОБОМ .....	323
Епимахов В.Г., Мирзоев Э.Б. ОЦЕНКА КОНСТАНТ СКОРОСТИ ПЕРЕХОДА СВИНЦА ИЗ ЖЕЛУДОЧНО - КИШЕЧНОГО ТРАКТА В ПЕРИФЕРИЧЕСКУЮ КРОВЬ ОВЕЦ ПРИ ХРОНИЧЕСКОМ ПОСТУПЛЕНИИ С РАЦИОНОМ.....	327
Некбаева Ф.З., Кобилов Э.Э., Батиров Х.Ф. ЗИМНИЕ ОВОЩНЫЕ КУЛЬТУРЫ И ИХ ПРОДУКТЫ В ПИТАНИИ ЛЮДЕЙ .....	332
Резмонова К.Ш., Абдуллаев А., Партоев К. АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ЛИНИИ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ИЗ КОЛЛЕКЦИИ ВИР-а В УСЛОВИЯХ ЮГА ТАДЖИКИСТАНА .....	337
Рузимова Х.К. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВ ХОРЕЗМСКОЙ ОБЛАСТИ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ КУЛЬТУРЫ .....	343
Серветник Г.Е. ЩУКА <i>ESOX LUCIUS</i> (L.) – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ОБЪЕКТ ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ .....	349
Симонова Е.В., Денисова Т.П. ТОКСИКО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СМЕСИ СЕРООРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ .....	354
Трубецкая Г.М., Орлова В.С. БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА БИОМАССЫ СПИРУЛИНА ( <i>ARTHROSPIRA SP.</i> ): ВЫДЕЛЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ. ....	360
Файзуллаев Б., Батиров Х.Ф., Абдуллаева Р. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФЕРМЕРСКОГО ПОЛЯ В ХЛОПКОВО-ЗЕРНОВОМ КОМПЛЕКСЕ .....	368

Шеремета А.В., Васильев В.Г., Ивлев В.А., Горяинов С.В., Хажжар Ф., Эспарса С., Калабин Г.А. ИДЕНТИФИКАЦИЯ АНТРАХИНОНОВЫХ ПРОИЗВОДНЫХ В ЭКСТРАКТЕ ИЗ КОРНЕЙ И КОРНЕВИЩ МАРЕНЫ КРАСИЛЬНОЙ ( <i>RUBIA</i> <i>TINCTORUM</i> ) МЕТОДОМ СПЕКТРОСКОПИИ ЯМР <sup>1</sup> H .....	373
Шишканова М.С., Никифоров А.И. СОВРЕМЕННАЯ ПРАКТИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛЬГОРЕСУРСОВ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ: ТЕНДЕНЦИИ И ВОЗМОЖНОСТИ .....	378
Щипцова Н.П., Максимова Е.Н., Столяр С.В., Ярославцев Р.Н. ЭФФЕКТ ДЕЙСТВИЯ НАНОЧАСТИЦ МАГНЕТИТА НА КУЛЬТУРУ ЗЕЛЕННЫХ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ.....	381

### **ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА**

Власова Н.В., Мазоха К.С., Кавеленова Л.М., Манжос М.В. ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ ИТОГИ АЭРОПАЛИНОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА УРБОСРЕДЫ В ЛЕСОСТЕПИ (НА ПРИМЕРЕ Г. САМАРЫ) .....	386
Бияшева З.М., Дьячков В.В., Зарипова Ю.А., Гладких Т.М., Хамдиева О.Х., Юшков А.В., Бигельдиева М.Т., Кадырхан Ш.А., Эм М.А. МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ В БИОТЕСТАХ В УСЛОВИЯХ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ С ПОМОЩЬЮ ЛИНЕЙНОГО УСКОРИТЕЛЯ EЛЕКТА AXESSE .....	390
Кокорина Л.А., Симонова Е.В., Денисова Т.П., Курляндская Г.В. НАРУШЕНИЕ ДИНАМИКИ РОСТА В СТРУКТУРЕ ЭУКАРИОТИЧЕСКИХ МИКРООРГАНИЗМОВ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА ЖЕЛЕЗА .....	398
Пинаев С.К., Чижов А.Я., Пинаева О.Г. СВЯЗЬ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ И ДЫМА С ГЕМОБЛАСТОЗАМИ У ДЕТЕЙ .....	405

Поддубная Н.Я., Смирнова А.А., Никандрова В.А. СОДЕРЖАНИЕ ОБЩЕЙ РТУТИ В ВОЛОСАХ ЖИТЕЛЕЙ С. БАРАБАШ ПРИМОРСКОГО КРАЯ, РОССИЯ.....	409
Рашидов Н.Д., Мазина С.Е. ВОЗДЕЙСТВИЕ ШУМА: ПРОБЛЕМА И ПРИОРИТЕТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ .....	413
Ротанова И.Н. МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ В КОНТЕКСТЕ ЗДОРОВЬЕСБЕРЕЖЕНИЯ .....	421
Русакова М.А., Колесников Р.А., Шинкарук Е.В. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА КАК ФАКТОР ВЛИЯНИЯ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ АРКТИЧЕСКОГО ГОРОДА.....	427
Ускова С.С., Мартынова А.В. АНАЛИЗ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ШТАММОВ РОДА ENTEROCOCCUS К АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫМ ПРЕПАРАТАМ.....	431
Хаят С.Ш., Курило Л.Ф., Черных В.Б. ВЛИЯНИЕ ЭНДОКРИННОГО ДИЗРАПТОРА БИСФЕНОЛА А НА СПЕРМАТОГЕНЕЗ ЧЕЛОВЕКА .....	436
Alexeyev Daniil M., Kulieva G.A. ASSESSMENT OF INDIVIDUAL RADIATION DOSES OF PERSONNEL .....	444
Alexeyev Dmitry M., Kulieva G.A. MONITORING OF THE RADIATION SITUATION IN THE MS OF A RADIATION-HAZARDOUS OBJECT.....	451
<b>ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ВОСПИТАНИЕ И ОБРАЗОВАНИЕ И ГОСУДАРСТВЕННАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА</b>	
Litvinovich A.D., Sharipova E.I., Konovalova E.E. ENVIRONMENTAL PERSONHOOD AND PROSPECTS FOR ITS IMPLEMENTATION IN RUSSIA .....	458

Marija Stevanović, Violeta Jovanović THE IMPORTANCE OF INTRODUCE THE SUSTAINABLE BUSINESS CONCEPT IN THE ENERGY SECTOR IN THE REPUBLIC OF SERBIA.....	463
Благина А.А., Железная Е.Л. ОСОБЕННОСТИ ЖИЗНИ ПЛЕМЕН ТАНЗАНИИ И СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИСТОЩЕНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ .....	471
Ломоносов М.Ю. ПРИВЯЗАННОСТЬ К МЕСТУ И ТЕОРИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ГРАЖДАНСТВЕННОСТИ: ВМЕСТЕ ИЛИ ПОРОЗНЬ?.....	477
Попова Л.В. СОВРЕМЕННЫЕ ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ .....	481
Соколова А.А., Стригельская Н.П., Соколова С.Н. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В ИНФОРМАЦИОННОМ ОБЩЕСТВЕ: АКСИОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ .....	485
Таранец И.П., Пикуленко М.М. ОЧНЫЙ И ДИСТАНЦИОННЫЙ ФОРМАТ ФОРУМА МОЛОДЫХ ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ В МГУ: СЕКЦИЯ ЭКОЛОГИЯ .....	488
Хрибар С.Ф. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ТРОПА ПО МУЗЕЙНЫМ ПРАВИЛАМ ....	493
Чибилева Т.В. ГОРНО-РАВНИННАЯ СИСТЕМА УРАЛА В ПРОГРАММЕ ЮНЕСКО «ЧЕЛОВЕК И БИОСФЕРА» .....	497

# ПРИКЛАДНАЯ ЭКОЛОГИЯ

*Krivosheeva E., Kharlamova M.*

## **IMPLEMENTATION OF TECHNOLOGY FOR COMPOSTING FISHERY WASTE IN THE ADVERSE CLIMATIC CONDITIONS OF KARELIA**

*RUDN University, Russia*

[krikate2000@mail.ru](mailto:krikate2000@mail.ru)

The fish industry including fish farms is a system where production, economic benefits and environmental protection are interrelated.

The proposed composting technology, adapted to the climatic conditions of Karelia, helps to reduce the negative environmental impact of fish breeding and primary processing.

In connection with various kinds of sanctions from other states, the Russian economy is focused on import substitution, due to the high demand for fish products. According to data from the Federal State Statistics Service (Rosstat), the consumption of fish and fishing products is increasing every year, over the past 20 years it has grown by an average of almost 1.5 times [1]. At the same time waste is forming inevitable in any production activity and the negative impact on the environment increases in proportion to the amount of fish waste generated. If waste cannot be recycled, then it has to be disposed of.

The climatic conditions of the north part of the country are the most severe, the period of natural ecosystems self-healing is the longest, therefore traditional technics of waste disposal require improvement. Currently, there are only two permitted ways to dispose waste: incineration in special furnaces – cremators and burial in biothermal pits.

As a result of adverse climatic conditions of Karelia, close groundwater occurrence and fish manufacture location near the lake, such method as burial is prohibited by the Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation

of October 26, 2020 No. 626 "On approval of the Veterinary rules for the movement, storage, processing and disposal of biological waste". Based on this, the only legal method of disposal is incineration in cremators, which, however, is a source of particulate matter, sulfur dioxide, nitrogen oxides and unpleasant odors.

So the only alternative way for waste processing is composting, which allows to receive additional income and significantly reduce the negative impact on the environment. This technology is one of the ways to force waste decomposition in controlled conditions [2]. Based on adverse climatic conditions of Karelia, composting technology may be implemented according to the following general plan:

1. To arrange compost pits (lagoons) of required size depending on the amount of waste generated at a distance that is more 200 meters from the water body (in accordance with the Water Code of the Russian Federation).

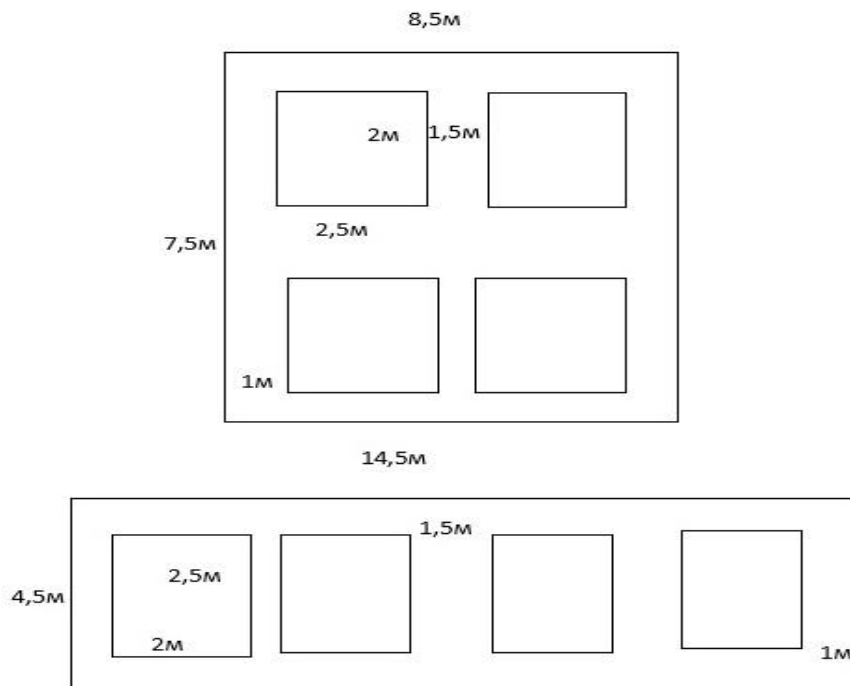
2. To minimize the risks of environmental impact a depth of pits must be 1,0 m and the bottom must be covered with a layer of clay 0.25 m thick and waterproof membrane.

3. To absorb the filtrate formed during decomposition, use water-absorbing local materials - peat or sawdust

4. To increase the efficiency of composting, fish waste generated during cleaning of cages should be crushed and special bio-drugs must be added.

According to the data, waste mass of small fishing manufacture is about 12 tons, so waste volume is  $12 \text{ m}^3$  (waste moisture is 100%, so the density is taken equal to 1). It was decided to make four square pits in such way that they would form one large square (option 1) or elongated in length rectangle (option 2) in order to save space and reduce the cost (Fig.1). Thus, three tons ( $\text{m}^3$ ) of waste should be in each pit. The project also includes passages between compost pits with a width of 1.5 m. It will also allow workers to easily exclude the compost from the pit without special equipment.

It was considered that the most optimal method for placing pits is in option 1, as it will take square 63,75 m<sup>2</sup> instead of 65,25 m<sup>2</sup> (option 2). As shown by the experiments and calculations for the absorption of the liquid filtrate formed during the decomposition of waste, it is more efficient and cost-effective to use peat.



**Fig. 1** Options (1, 2) for planning a fish waste composting site

The introduction of composting allows to reduce man-made impact and to make fish waste disposal more cost-effective. Appropriate calculations help to minimize the space and resources used for the methods implementation.

### *References*

1. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki: Rybolovstvo i rybovodstvo. [Electronic resource] Available at: <https://rosstat.gov.ru/folder/14305> (access date 27.03.2022)



2. *Petrenko I.M.* Processy kompostirovaniya othodov zhivotnovodstva i rastenievodstva. Krasnodar: Agro – prompoligrafist, 2002 (In Russian)

*Кривошеева Е., Харламова М.*

**ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КОМПСТИРОВАНИЯ  
РЫБНЫХ ОТХОДОВ В СЛОЖНЫХ  
КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ КАРЕЛИИ**

*Российский университет дружбы народов, Россия*

Рыбная промышленность, включая рыбоводческие хозяйства, представляет собой систему, в которой производство, экономическая выгода и охрана окружающей среды взаимосвязаны. Предлагаемая технология компстирования, адаптированная к климатическим условиям Карелии, позволяет снизить негативное воздействие на окружающую среду при выращивании и первичной переработке рыбы.

*Panasyugin A.S.<sup>1</sup>, Tsyganov A.R.<sup>2</sup>, Masherova N.P.<sup>2</sup>*  
**EFFECT OF STRUCTURE-FORMING ADDITIVES  
ON ION-EXCHANGE PROPERTIES  
OF FERROCYANIDE-ALUMINOSILICATE SORBENTS**

<sup>1</sup>*Belarusian National Technical University, Belarus*

<sup>2</sup>*Belarusian State Technological University, Belarus*

[niilogaz@tut.by](mailto:niilogaz@tut.by)

The removal of radioactive cesium from aqueous solutions using clinoptilolite modified by various modifiers (ferrocyanides Ni, Cu, Fe and H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>) was carried out. The influence of chemical composition of solution, concentration of components in solution and ratio of solution volume and amount of adsorbent on the sorption process was studied. We showed high selectivity towards <sup>137</sup>Cs (K<sub>d</sub> = 4.38×10<sup>3</sup> – 3.1×10<sup>4</sup> ml/g). The mechanism of increasing the selectivity with respect to <sup>137</sup>Cs when using H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> as a structure-forming additive was considered.

The use of radioactive materials for medical, scientific and industrial purposes produces large amounts of low- and intermediate-level radioactive waste. Cesium-137 is one of the most dangerous radionuclides because of its long half-life and high compound solubility. Natural aluminosilicate materials, particularly clinoptilolite, are widely used to remove cesium from radioactive solutions [1]. Clinoptilolite is a natural zeolite. It has a low cost and is readily available. The spent solutions have a complex composition. This imposes stringent requirements for the selectivity of adsorbents. Natural ion-exchange materials are characterized by sufficiently high exchange capacity, but low selectivity.

It is well known that ferrocyanides possess high selectivity towards cesium [2-8]. The aim of the present study was to increase the selectivity of clinoptilolite. For this purpose, various additives (nickel, iron, and copper ferrocyanides and boric acid as a structure-forming agent) were applied to the surface of clinoptilolite. The ability of the synthesized composite ion-exchangers

to absorb cesium from active solutions was investigated depending on the chemical composition of the solutions, the concentration of the components in the solution, and the ratio between the solution volume and the sample amount.

All reagents used were brands pure for analysis. Clinoptilolite from the Sokirnitsa deposit (Ukraine) was chosen as a matrix. The chemical composition of clinoptilolite is as follows:

SiO<sub>2</sub> – 68.64%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 11.50%; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 1.57%; MgO – 0.89%; CaO – 2.38%; Na<sub>2</sub>O – 0.79%; K<sub>2</sub>O – 2.98%; H<sub>2</sub>O – 4.12%; SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 10.13%.

The clinoptilolite samples were crushed, ground, and sieved to a particle size in the range of 250-1000 μm. The samples were then converted to sodium form by shaking in 1 M sodium chloride solution for 24 hours, then filtered, washed with distilled water, and air dried.

Clinoptilolite modified with nickel, iron, and copper ferrocyanides was synthesized as follows. First, Na<sup>+</sup>-clinoptilolite was converted to the Met<sup>+</sup>-form (Met<sup>+</sup> = Ni<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, Cu<sup>2+</sup>) by adding solutions of salts of the corresponding metals. After 2 hours of exposure, the mixture was filtered off and washed with distilled water. Then 0.1 M solution of K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>] was added to clinoptilolite treated with the corresponding cation. Then samples were filtered, washed and dried for two days at room temperature.

Ferrocyanide-containing samples were synthesized in the presence of boric acid using structure-forming additives. The clinoptilolite, which was in Fe-, Cu-, or Ni-form, was treated with a 10% boric acid solution before the stage of treatment with potassium ferricyanide. Then the obtained samples were washed with water to remove BO<sub>3</sub><sup>3+</sup> ions. Completeness of washing was checked by infrared spectroscopy by the absence of characteristic lines corresponding to borate ions (1200 cm<sup>-1</sup>).

The details of preparation of composite ion-exchangers based on clinoptilolite were described in previous works [5,6].

Adsorption of <sup>137</sup>Cs long-lived isotopes was performed under static conditions on model solutions containing calcium,

magnesium, sodium and chlorine ions as salt background at their weight ratio of Na:Ca:Mg:Cl=1:5:5:25. The total content of background salt ions was 360 mg/l, which corresponds to the chemical composition of drinking water in Minsk (Belarus).

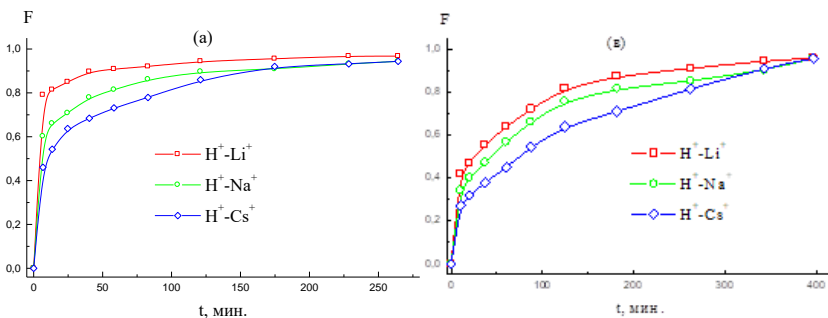
In experiments with radioactive solutions, 10 ml of a solution containing  $^{137}\text{Cs}$  was added to batches of 0.1 g of test samples. The suspensions were shaken for 24 hours at 25 °C. After separating the solid sample from the liquid phase, the activity of the solution was measured. The initial activity of  $^{137}\text{Cs}$  in the solutions was 4.44-102 Bq l<sup>-1</sup>. Activity of solutions before and after establishment of equilibrium was measured by means of multichannel radiometer RUS-91 equipped with spectrometric scintillation detectors. Activity of radionuclide  $^{137}\text{Cs}$  was determined by measuring intensity of gamma radiation.

Cesium removal experiments were performed under dynamic conditions.  $^{137}\text{Cs}$ . The experiments were carried out in a glass column with a diameter of 10 mm at a filtration rate of 8-10 column volumes per hour. The height and volume of the adsorbent layer were 60 - 65 mm and 5.5 - 6.0 cm<sup>3</sup>, respectively.

According to the experimental values of the activity of the solution before and after passing through the sorbent, the purification factor (Koch.) and the degree of sorption (S, %) were determined.

The data presented in Fig. 1 and Table 1 show different effects of the modification on the ion-exchange properties of clinoptilolite. Thus, the exchange capacity (E.C.) for cesium ions of ferrocyanide samples synthesized in the absence of H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> did not change significantly. We observed only a slight increase in its value for the sample containing iron ferrocyanide, which, at first sight, contradicts the literature data [7] indicating an increase in the exchange capacity of individual ferrocyanides in the series FCNi > FCu > FCFe. However, it should be taken into account that the E.C. of the individual ferrocyanides essentially depends on the method, the conditions of their production, and, as a consequence, on the crystal structure being formed.

The deposition of ferrocyanides on the external and internal surfaces of the aluminosilicate is accompanied, as in the case of adsorption of alkali metals on individual ferrocyanides [2], by the distortion of their crystal structure, especially under the conditions of the limited intracrystalline space of the zeolite. This circumstance determines to a greater extent the changes in the E.C. values for cesium of ferrocyanide-aluminosilicate samples that we have established.



**Fig.1.** Kinetic curves of alkali metals exchange, where a - clinoptilolite modified with Cu ferricyanide, b - clinoptilolite modified with Cu ferricyanide and  $H_3BO_3$ ,  $F = Q_t/Q_\infty$  - absorption degree of incoming cation

**Table 1.** Ion-exchange characteristics with respect to cesium of ferricyanide-aluminosilicate sorbents depending on the nature of ferricyanide and structure-forming additive

Sample + structure-forming additive	S, %	$K_{och}$	$K_d$ , mg/g	Exchange capacity, by $Cs^+$ , mg-eq/g
Initial clinoptilolite	97.9	46.9	$4.59 \times 10^3$	1.51
Ferrocyanide Fe	98.1	54.1	$5.0 \times 10^3$	1.6
Ferrocyanide Fe + $H_3BO_3$	98.8	84.4	$8.3 \times 10^3$	1.49
Ferrocyanide Cu	99.2	142	$1.4 \times 10^4$	1.51
Ferrocyanide Cu + $H_3BO_3$	99.7	309	$3.1 \times 10^4$	1.46
Ferrocyanide Ni	98.8	88.0	$8.7 \times 10^3$	1.55
Ferrocyanide Ni + $H_3BO_3$	99.4	162	$1.6 \times 10^4$	1.33

The modification of clinoptilolite with ferricyanides in the presence of boric acid causes an increase in the selectivity of the samples, which is associated with the increasing manifestation of their ionocyte properties due to the features of the forming structure. In spite of the fact that the presence of  $\text{BO}_3^{3-}$  ions in the modified samples was not detected by X-ray diffraction analysis and IR spectroscopy (which testifies to the absence of their interaction with exchangeable zeolite cations and ferrocyanide anions), they nevertheless play the role of a structure-forming additive, which forms, after their removal in the synthesis process, intercrystalline cavities similar in size to hydrated cesium ions ( $r\text{Cs}^+ = 3.1 \text{ \AA}$  и  $r\text{BO}_3^{3-} = 2.96 \text{ \AA}$ ) preventing for steric reasons the adsorption of mineral background ions.

The influence of the steric factor on the process of alkali metal ions exchange can be confirmed by the kinetic curves of exchange on clinoptilolite modified with copper ferricyanide (Fig. 1), which was chosen as the object of study due to its highest selectivity to Cs as compared to the original zeolite. To quantify the exchange rate and determine its limiting stage, kinetic parameters of exchange were calculated. Comparison of the rate constants of the external diffusion process (R) with the exchange constant of the intradiffusion process (B) shows that at a given solution concentration the exchange rate of H -Li and H -Na is mainly determined by the intradiffusion process (Table 2), because  $R \gg B$ . It should be noted that the values of the rates of the external and intra-diffusion processes, as well as the effective diffusion coefficient  $D'$  increase with decreasing counterion size. Consequently, the mobility of alkaline cations in the modified samples decreases, as for the original clinoptilolite (7), in the series  $\text{Li} > \text{Na} > \text{Cs}$ , which is the reverse of the selectivity series. From the kinetic curves of H -Li, H -Na, and H -Cs ion exchange on clinoptilolite modified with copper ferricyanide (Fig. 1) it is seen that up to 80%, 65%, and 55%, respectively, of the exchange capacity is realized by the external diffusion mechanism.

**Table 2.** Dependence of kinetic parameters of exchange of monovalent cations on clinoptilolite on the nature of structure-forming additive ( $t=0^{\circ}\text{C}$ ; fraction 1.5-2.5 mm;  $C_{\text{MeOH}} = 0.1 \text{ n}$ )

Structure-forming additive	Ex-change ions	External diffusion region		Intradiffusion region	
		$dQ/d\tau$ , mg-eq/g c	R, c-	D', $\text{cm}^2/\text{c}$	B, c-
Ferro-cyanide Cu	H+- Li+	0.003	$8.04 \times 10^{-3}$	$4.08 \times 10^{-8}$	$1.0 \times 10^{-5}$
	H+-Na+	0.0028	$6.11 \times 10^{-4}$	$5.14 \times 10^{-8}$	$1.27 \times 10^{-5}$
	H+-Cs+	0.041	$3.43 \times 10^{-4}$	$6.15 \times 10^{-8}$	$1.52 \times 10^{-5}$
Ferro-cyanide Cu + H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	H+- Li+	0.0017	$5.16 \times 10^{-3}$	$1.54 \times 10^{-8}$	$3.79 \times 10^{-6}$
	H+-Na+	0.0018	$3.50 \times 10^{-4}$	$2.43 \times 10^{-8}$	$6.00 \times 10^{-6}$
	H+-Cs+	0.0097	$8.00 \times 10^{-5}$	$5.04 \times 10^{-8}$	$1.24 \times 10^{-5}$

For the samples modified by copper ferricyanide in the presence of boric acid (Fig.1, Table 2), a decrease in almost all kinetic parameters of ion exchange is observed. From the data of Fig.1 it is clear that in the case of H<sup>-</sup>-Cs exchange by the fast external diffusion mechanism, only 30% of the exchange capacity is realized. The remaining 60-70% of the exchange capacity can be realized by the slow intradiffusion process. Thus, the introduction of boric acid changes the ratio between the rates of external and intradiffusion processes, causing the course of H<sup>-</sup>-Cs exchange by the mixed mechanism.

From the data in Table 2 it can be concluded that the introduction of structure-forming additive in clinoptilolite significantly affects the rate constant (B) of the intradiffusion process. Thus, when hydrogen ions are exchanged for lithium ions, the B value decreases from  $1.0 \times 10 \text{ s}$  to  $3.79 \times 10 \text{ s}$ , i.e. by 2.7 times. For the exchange of H<sup>-</sup>-Na, it is observed to decrease 2.1 times. In case of exchange for cesium ions, the value of the rate constant of the intradiffusion process decreases only by 20%. This character of the change in the B constant indicates a slowing down of the exchange rate of Na and Li ions on ferrocyanide samples modified in the presence of boric acid, and, as a consequence, an increase

in their selectivity in relation to cesium. The data in Table 3 confirm the above, since the samples modified with ferricyanides in the presence of  $H_3BO_3$  possess the distribution (Kd) and purification (Koch) ratios 1.8-6.7 times higher compared to the initial clinoptilolite and 1.5-2.2 times higher compared to the sorbents synthesized without the structure-forming additive.

**Table 3.** Influence of the structure-forming additive ( $H_3BO_3$ ) on the values of distribution coefficients of  $^{137}Cs$

Sample	$K_d$ , ml/g
Na-clinoptilolite	$4.38 \times 10^3$
Clinoptilolite + Cu ferrocyanide	$1.4 \times 10^4$
Clinoptilolite + Cu ferrocyanide + $H_3BO_3$	$3.1 \times 10^4$

Thus, comparative tests on removal of cesium-137 by means of initial clinoptilolite and modified clinoptilolite modification by copper ferricyanide and boric acid as a structure-forming agent have been performed. It was found that modification of the clinoptilolite surface with a structure-forming additive leads to a 1.5-2.2-fold increase in selectivity. As a result of dynamic experiments, it was found that a column filled with clinoptilolite, a ferrocyanide Cu exchanger, allows the deactivation of  $^{137}Cs$  from approximately 900 column volumes of solution with an initial activity of 4.44-102 Bq l<sup>-1</sup>.

### References

1. *Jacobi D.L., Streat M.* Preparation and properties of hexacyano-ferrates for the removal of caesium from radioactive waste streams: a review. // C.L.Casarci, L.Pietrelli, ed. New separation chemistry techniques for radioactive waste and other specific applications. Elsevier Applied Science, 1991. P. 231-243
2. *Vesely V., Pekarek V.* Synthetic inorganic ion exchangers. I. Salts of heteropolyacids, insoluble ferrocyanides, synthetic aluminosilicates and miscellaneous exchangers // *Talanta*, 1972. V. 19. P 219-262
3. *Mekhail F.M., Benyamin K.* Sorption of Cesium on Zinc Hexacyanoferrate (II), on Zinc Hexacyanoferrate (III) and Hexacyanocobaltate (III) // *Radiochimica Acta*. 1991. V.55 P. 95-107



4. *Szeglowski Z., Constantinescu O., Hussonnois M.* Sorption Behaviour of I to V Group Elements on a Nickel Hexacyanoferrate (II) Composite Ion Exchanger // *Radiochimica Acta.* 1994. V.64 P. 127-139
5. *Panasugin A.S., Komarov V.S., Ratko A.I., Trofimenko N.E., Masherova N.P.* Ion exchange properties of clinoptilolite modified by metal ferrocyanides // *Vesti ANB. Ser. khim. Nauk.* 1993. No.2 P.30-34
6. *Panasugin A.S., Trofimenko N.E., Komarov V.S., Ratko A.I., Masherova N.P.* Influence of structure-forming additives on the ion exchange properties of ferrocyanide-aluminosilicate adsorbents // *Neorgan. mater.* 1994. V. 30. P. 1083-1086
7. *Panasugin A.S., Trofimenko N.E., Masherova N.P., Ratko A.I., Golikova N.I.* Sorption behaviour of cesium and strontium from mineralised aqueous solutions on natural aluminosilicates modified by heavy metal ferrocyanides // *Zhurn. prikl. khim.* 1993. V.66. P.2119-2122
8. *Sipos-Galiba I., Lieser K.H.* Comparison of the properties of inorganic ion exchangers with respect to the separation of the fission products cesium and strontium // *Radiochem. and Radioanal. Lett.* 1980. V.42 P.329-343

**Панасюгин А.С.<sup>1</sup>, Цыганов А.Р.<sup>2</sup>, Машерова Н.П.<sup>2</sup>**  
**ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРООБРАЗУЮЩИХ ДОБАВОК**  
**НА ИОНООБМЕННЫЕ СВОЙСТВА ФЕРРОЦИАНИД-**  
**АЛЮМОСИЛИКАТНЫХ СОРБЕНТОВ**

<sup>1</sup>*Белорусский национальный технический университет,*

<sup>2</sup>*Белорусский государственный технологический университет*

Проведено удаление радиоактивного цезия из водных растворов с использованием клиноптилолита, модифицированного различными модификаторами (ферроцианидами Ni, Cu, Fe и H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>). Изучено влияние химического состава раствора, концентрации компонентов в растворе и соотношения объема раствора и количества адсорбента на процесс сорбции. Показана высокая селективность по отношению к <sup>137</sup>Cs (K<sub>d</sub> = 4,38×10<sup>3</sup> - 3,1×10<sup>4</sup> мл/г). Рассмотрен механизм увеличения селективности по отношению к <sup>137</sup>Cs при использовании H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> как структурообразующей добавки.

*Selamavit Naizgi Tesfatsion*  
*Scientific advisor: Kharlamova M.D.*

**INTRODUCTION OF SUSTAINABLE WASTEWATER  
SLUDGE MANAGEMENT AT BISHA MINING SHARE  
COMPANY (IN ERITREA)**

Wastewater treatment, while solving the problem of pollution of water bodies, in turn creates the problem of disposal of sewage sludge, which is considered a hazardous waste. This article examines the implementation of a sewage sludge management system using the anaerobic digestion process at a major mining company in Eritrea.

With wastewater treatment increasing, many countries are solving one of the biggest problems, so thanks to that cleaner water is discharged to seas, rivers and lakes. But at the same time, they are creating a new challenge that is, managing or disposing sewage sludge. Sewage sludge is the solid, semi-solid and liquid material produced at several stages of wastewater treatment. It is considered to be a hazardous waste because it contains several components such as organic matter, bacteria, viruses, heavy metals and nutrients which may have significant adverse effects on human health and the environment [1, 2]. Large amounts of sewage sludge are produced in the process of wastewater treatment especially in high- and middle-income countries as they have high treatment coverage. Sustainable sludge management, in developing countries had been limited, but currently several countries are aware of its importance, and they are starting to make it as one of their priorities. Eritrea being one of the developing countries, started recently to participate wastewater sludge management. Bisha Mining Share Company is one of the largest mining companies in Eritrea, and this company is looking to introduce a sludge treatment after its wastewater treatment. For this the most common and highly practiced process is suggested to put in consideration by the company, and that is anaerobic digestion of wastewater sludge [3].

Bisha Mining Share Company is 55% owned by a Canadian

gold miner Nevsun Resources and 45% is owned by the Eritrean National Mining Corporation (ENAMCO). The company started its production in February 2011. The mining project is located at about 150 km west of Asmara (the capital city of Eritrea). Through time the company started to grow fast in number of workers, they built many offices, houses where the workers live, a large dining place and many entertainment areas for their workers. So, the company kind of developed into village. It had a sewage treatment plant designed to treat 200 m<sup>3</sup>/day, but due to the expansion of the village there was an increase in the amount of sewage generated and rendered that sewage treatment system under capacity. In 2018, they increase the treatment capacity to 300 m<sup>3</sup>/day, they upgraded it through installation of a second aeration dam. They use a sequential batch reactor (SBR's), they built a new automated control system to ensure that the two aeration dams function as a complete SBR system. The sequencing batch reactor (SBR) process is one of the most popular aerobic treatment technologies employed to treat municipal wastewater.

Daily sewage flow rate is 250 m<sup>3</sup>/day, and the plant operates for 24 hours per day to treat the raw sewage. The raw sewage directly from the pipes it passes through screener and grit removal chamber, then it goes to its inlet sump. The inlet sump has a total volume of 5 m<sup>3</sup>, when the wastewater enters, the level starts to increase and when high level is reached the pump starts to pump it to the buffer tank. The submersible pump can pump 40 m<sup>3</sup>/h at pressure of 7m, and the buffer tank has a total volume of 20 m<sup>3</sup>. There are two external, end suction pumps at the buffer tank, and they are in operation at any given time to pump the wastewater to one of the two SBR's which is in the filling step. The two SBR's work on the same operational basis. When one reactor is in filling step the other reactor is treating the batch of sewage. Although a reactor can only treat one batch of sewage in an operational cycle, the process can be classified as a continual process to treat a constant influx of raw sewage [3].

To ensure that the reactor does not move into the next level before fully filled, the blower system aerated the raw sewage on a cyclic basis, this also gives added treatment efficiency as biological treatment will already take place with the addition of oxygen. Post filling anoxic recycling is done, during which the contents in the reactor are mixed for a duration of 1 hour. This step uses the new BOD to establish de-nitrification and conditioned the sludge to improve its settling properties. After this aeration starts, where the blowers start to pump air into the reactors through the submerged distribution manifolds and fine bubble caps for around 4 hours. This method causes the biological process to continue to grow new cells with the aim to treat the constituents in the water such as COD and ammonia. After aeration step is completed the settling phase starts and takes 1 hour. The sludge starts to settle at the bottom of the reactor forming a concentrated sludge blanket and leaves a clearer water layer in the top part of the reactor. Then the reactor gets decanted [3].

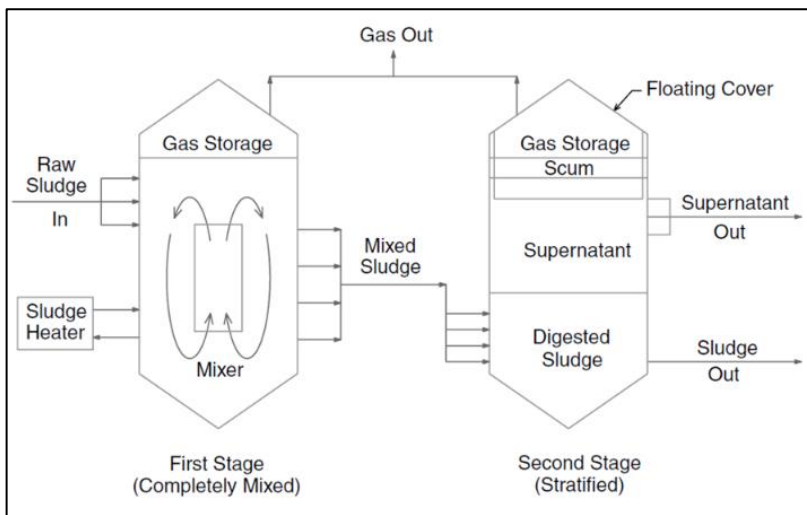
Based on the design calculations, there is a daily sludge buildup of 57.9 kg/day. The concentration of the settled sludge is assumed to be 5000 mg/l, therefore amounting to a daily sludge volume increase of 11 m<sup>3</sup>. The total sludge volume not to be exceeded is 74 m<sup>3</sup>, therefore each reactor must be de-sludged every 6 days [3]. It has total solid concentration (TS) of 5%, volatile solids (VS) is 70% of the total volume of sludge. It has PH from 5 – 8. The wet sludge is then pumped to the drying bed, the water component in the sludge is filtered through the bed and exit through the underdrain system back to the inlet sump. The sludge dry, out through natural evaporation, which could stay there from 1 – 10 days depending on the weather. Lastly, they just dispose the dried sludge at different disposing places around the village. This method was just helping them to decrease the volume of the sludge, no treatment had been done to their sludge so far. But the company is willing to change its way and is looking forward for effective and beneficial sewage sludge

treatment mechanism.

The proposed technology for sludge management is using anaerobic digester. Anaerobic digestion is a biological process that stabilizes organic matter with simultaneous production of biogas and digestate that can be used as a soil amendment because of its nutrient rich content [1]. The two – stage AD process is more preferred than the single – stage AD because, it results to high methane yield, tolerance to higher loading rates, effective degradation of AD contents, improved effluent quality, higher VS/COD reduction efficiencies, better pH control, and enhanced robustness [4]. A continuous feeding process is preferred for this project as it is more economical than a batch process. The temperature condition within the reactor is going to be mesophilic (30 – 38 0C), with an expected retention time of 15-20 days. The sludge is thickened to a certain level before it enters the reactor, then it's pumped the first reactor. Mixing of sludge will take place at the first reactor, and hydrolysis, acetogenesis and acidogenesis are expected to occur within it at a duration of 2 – 3 days from the retention time. Certain amount of biogas and hydrogen gas will be produced here. Then the sludge will be pumped to the second reactor methanogenesis processes takes place. Fig. 1 shows a diagram of the two-step digester used in this process.

In the first reactor the medium is going to be acidic due to presence of acidogenic bacteria producing organic acids, but in the second reactor a stable PH is expected as the methanogenic bacteria converts the organic acids to methane. According to many literatures review wastewater sludge can produce up to 44.82 ml biogas/kg of sludge. Biogas is composed of methane (55–75%), carbon dioxide (25–45%), nitrogen (0–5%), hydrogen (0–1%), hydrogen sulfide (0–1%), and oxygen (0–2%). The biogas is going to be purified and able to be used in stoves for cooking or heating. At the bottom of the reactors digested sludge will settle which is called as digestate. This will be pumped out of the reactor, dried and will be given to farmers,

as the standard utilization of digestate is application as fertilizer and soil conditioner in agriculture, horticulture, forestry etc.



**Fig. 1.** Two Stage, High Rate Anaerobic Digester [4]

Even though sludge handling is one of the most expensive tasks for WWTPs, but it needs to be appropriately handled to protect both the environment and human health. Treatment technologies such as anaerobic digestion (AD) that recover bioenergy and fertilizer, along with sludge volume reduction, are essential [4]. This will contribute some amount of revenue for the company as they sell certain amount of the biogas produced to be used in cooking stoves to the nearby city's residence. According to a report from the Commission of the European Communities, the use of sewage sludge on agricultural soils as fertilizer is held as the best environmental option provided it does not pose any threat to the environment or to animal and human health [2]. This provides a feasible means of managing sewage sludge, while also providing farmers with organic matter to improve soil physical conditions and supplement conventional fertilizers usually at little or no cost, also bringing some revenue to the company through the biogas.

### *References*

1. *Hanum F. et al.* Treatment of sewage sludge using anaerobic digestion in Malaysia: Current state and challenges. // *Front. Energy Res.* vol. 2019. No 7, MAR. P. 1–7. doi: 10.3389/fenrg.2019.00019
2. *Keirungi J.* The design and assessment of an integrated municipal waste beneficiation facility: towards improved sewage sludge management in developing countries. 2007. Available: <http://eprints.ru.ac.za/982/>
3. *J. du Toit.* Bisha Sewage Treatment Plant. 2018.
4. *Nabaterega R., Kumar V., Khoei S., and Eskicioglu C.* A review on two-stage anaerobic digestion options for optimizing municipal wastewater sludge treatment process. // *J. Environ. Chem. Eng.* 2021. vol. 9, no. 4. p. 105502. doi: 10.1016/j.jece.2021.105502

### *Selamavit Naizgi Tesfatsion*

*Научный руководитель: Харламова М.Д.*

### **ВНЕДРЕНИЕ УСТОЙЧИВОГО УПРАВЛЕНИЯ ОСАДКОМ СТОЧНЫХ ВОД НА ПРЕДПРИЯТИИ BISHA MINING SHARE COMPANY (В ЭРИТРЕЕ)**

Очистка сточных вод, решая проблему загрязнения водоемов, в свою очередь создает проблему утилизации осадка сточных вод, который считается опасным отходом. В данной статье рассматривается внедрение системы управления осадком сточных вод с использованием процесса анаэробного сбраживания в крупной горнодобывающей компании в Эритрее.

*Алейникова А.М.<sup>1</sup>, Воронова Т.С.<sup>2</sup>,  
Гайворон Т.Д.<sup>2</sup>, Майнашева Г.М.<sup>2</sup>*

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КАРКАС МОСКВЫ И ОСОБО ОХРАНЯЕМЫЕ ПРИРОДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ**

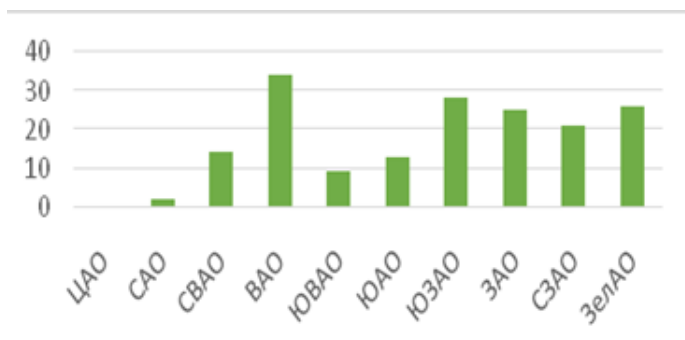
<sup>1</sup> *Российский Университет дружбы народов, Россия*

<sup>2</sup> *Московский городской педагогический университет, Россия*  
[tdgair@gmail.com](mailto:tdgair@gmail.com)

В статье рассматриваются особо охраняемые природные территории (ООПТ) как часть экологического каркаса города Москвы, роль ООПТ в формировании каркаса. Приведены данные о распределении площадей, занятых ООПТ по административным округам города, проведена экологическая оценка экосистемы ООПТ «Черноольховый лес» (Новая Москва), выявлены основные проблемы, в том числе сокращение площадей зеленых насаждений, которые могут быть причинами снижения основных функций экологического каркаса Москвы

ООПТ Москвы различных категорий имеют статус охраняемых территорий, выполняют ряд функций, в том числе природоохранную, что важно для сохранения природных ландшафтов, биоразнообразия, а также являются звеньями экологического каркаса. По данным на 2021 год в Москве насчитывается 145 особо ООПТ общей площадью 19,5 тыс. га [1], от национального парка до памятников природы, в пределах которых полностью или частично сохранены ландшафты смешанных и широколиственных лесов Европейской России. ООПТ расположены во всех округах Москвы. Однако статус и занимаемая ими площадь в пределах округов, а также роль в экологическом каркасе значительно различаются [2]. Наибольшие площади лесов приходятся на территорию Новой Москвы, в границах «Старой Москвы», максимальные площади зеленых насаждений наблюдаются в Восточном округе, в котором находится часть самой крупной ООПТ города – национального парка «Лосиный остров» (рис.1).





**Рис.1.** Площади, занимаемые ООПТ по округам Москвы, %, без учета территории Новой Москвы (составлено по [3]).

Звенья экологического каркаса Южного округа (ЮАО) Москвы включают в себя лесопарки, парки, скверы, озелененные участки, долины рек.

Площадь, занятая непосредственно ООПТ, составляет порядка 13% от общей площади округа, что относительно немного по сравнению с другими округами. Большинство ООПТ – памятники природы, однако, есть и уникальные объекты. В составе ООПТ природско-исторический парк «Царицыно», есть единственный в городе дендропарк – Бирюлевский, созданный в 30-е годы XX в. для выращивания наиболее устойчивых к природным условиям Москвы редких видов деревьев и кустарников. [4]. Дендропарк занимает особое место в экологическом каркасе города, так как в его пределах наблюдается не только зональные типы растительности, но и редкие для Москвы виды. Выращивание их в составе зеленых насаждений города содействует увеличению биоразнообразия за счет антропогенного фактора.

В ЮАО в 2019 году был создан первый в Москве фаунистический заказник «Братеевская пойма» с целью сохранения редких или исчезающих видов животных, например, здесь можно встретить более 170 видов птиц.

В 2021 году в ЮАО был создан экологический парк «Участок Нагатинской поймы реки Москвы», объединяющий

в себе природно-рекреационные, общественные и производственные зоны. Эти новые звенья экологического каркаса города не только увеличивают площадь зеленых насаждений, но и содействуют сохранению биоразнообразия флоры и фауны.

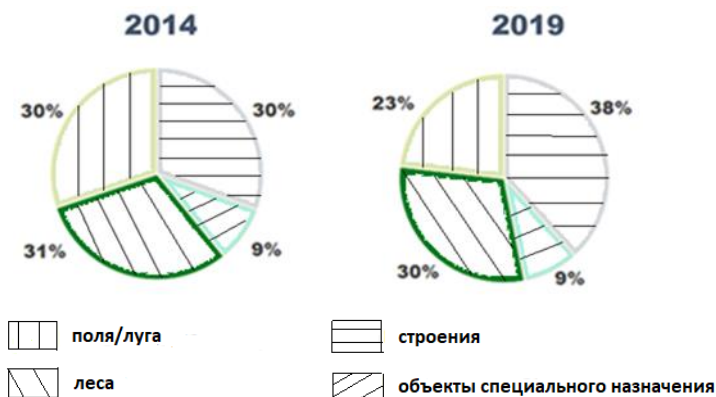
Однако и в пределах ООПТ выявляются экологические проблемы. Так в 2005 – 2008 гг. в парке «Царицыно» были проведены работы по благоустройству территории, в результате которых произошло сокращение биоразнообразия птиц, других позвоночных, а также трав, в том числе реликтовых [5].

С присоединением к Москве территорий Новой Москвы (2012 г.) площадь зеленых насаждений города увеличилась, однако лесные массивы Новой Москвы (около 67 тыс. га) получили статус особо охраняемых зеленых территорий (ООЗТ), что не соответствует категориям ООПТ «старой Москвы» [6].

Постановлениями Правительства Москвы [7] внесены изменения в юридические акты города Москвы, разрешающие на ООЗТ строительство зданий, дорог.

Для территории Новой Москвы по данным дешифрирования космических снимков отмечаются сокращение площади важнейших элементов экологического каркаса – лесов, лугов за счет увеличения масштабов строительства (рис.2), а также значительные антропогенные нарушения внутри ООПТ.

Экологическая оценка экосистемы ООПТ «Черноольховый лес» Новой Москвы проводилась по наиболее характерным антропогенным и природным изменениям: количество и состояние грунтовых лесных дорог, увеличение застраиваемых площадей на территории, оценка санитарного состояния древостоя, после вспышки короеда типографа 2011-2014 годах, наличие видов растений, занесенных в Красные книги, соотношение видов разных категорий редкости.



**Рис.2.** Увеличение площадей застройки в Новой Москве.

В исследуемой ООПТ выделено три категории экологического состояния в зависимости от степени антропогенного воздействия – кризисное, удовлетворительное, благополучное.

Именно ООПТ, благодаря лучшей сохранности биоразнообразия, природных и природно-антропогенных ландшафтов играют ключевую роль в экологическом каркасе быстро развивающейся Москвы, поэтому необходим комплексный мониторинг этих территорий для поддержания оптимального экологического состояния города.

### Литература

1. Доклад «О состоянии окружающей среды в городе Москве в 2020 году» / Под ред. А. О. Кульбачевского. Москва. 2021.
2. Воронова Т.С., Гайворон Т.Д., Майнашева Г.М. Особенности организации пространства городских особо охраняемых природных территорий (на примере природно-исторических парков Москвы) // Астраханский вестник экологического образования. 2021. №4 (64). С.108-118.
3. Перечень ООПТ URL: <http://oopt.aari.ru/oopt/>. Дата обращения: 02.02.2022
4. Бирюлевский дендропарк. URL: <http://www.ooptuao.ru/uaeco/ru/dendropark> Дата обращения: 02.02.2022

5. *Иванова Е. Ю.* Опыт изучения экологических последствий благоустройства на охраняемых территориях г. Москвы (на примере природно-исторического парка государственного музея-заповедника «Царицыно» // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2019. №3. С. 98-107.

6. Постановление Правительства Москвы № 423-ПП от 22 августа 2012 года «Об особо охраняемых зеленых территориях в городе Москве». Режим доступа: [http://mosopen.ru/document /423\\_pp\\_2012-08-22](http://mosopen.ru/document/423_pp_2012-08-22). Дата обращения 15.02.2022

7. Постановления Правительства Москвы от 22 октября 2014 г. № 616-ПП и от 11 ноября 2019 г. № 1457-ПП. Режим доступа: [https://www.glavbukh.ru/npd/edoc/80\\_563728743](https://www.glavbukh.ru/npd/edoc/80_563728743) Дата обращения 15.02.2022

*A.M. Aleynikova, T.S. Voronova,  
T.D. Gaivoron, G.M. Mainasheva*  
**ECOLOGICAL FRAMEWORK OF MOSCOW  
AND PROTECTED NATURAL TERRITORIES**

*Peoples' Friendship University of Russia, Russia  
Moscow City Pedagogical University, Russia*

The article discusses specially protected natural areas (SPNA) as part of the ecological framework of the city of Moscow, the role of SPNA in the formation of the framework. Data on the distribution of areas occupied by protected areas by administrative districts of the city are given. An ecological assessment of the ecosystem of the Chernoolkhovy Les (New Moscow) protected area was carried out, and the main problems were identified, including the reduction in green space, which may be the reasons for the decline in the main functions of the ecological framework of Moscow.

*Андреевко Т.И., Киселева С.В., Рафикова Ю.Ю.*  
**ПОТЕНЦИАЛ ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛОВОЙ  
ЭНЕРГИИ ИЗ ОТХОДОВ АГРОБИОМАССЫ  
НА ПРИМЕРЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ**

*МГУ имени М.В.Ломоносова, Географический факультет*  
[ju.rafikova@gmail.com](mailto:ju.rafikova@gmail.com)

В работе представлены результаты расчётов энергопотенциала отходов растениеводства для муниципальных образований Краснодарского края. Анализ проводился для основных пропашных культур: зерновых, подсолнечника, кукурузы, и древесных остатков обрезки плодовых садов и виноградной лозы. Полученные результаты показывают значительную величину технического теплопотенциала для многих муниципальных образований края. Пространственное распределение позволяет определить наиболее перспективные районы для использования отходов растениеводства в целях производства тепловой энергии.

В сельском хозяйстве России ведущей отраслью является растениеводство, огромные масштабы которого связаны с образованием значительного количества отходов. Утилизация послеуборочных остатков на полях представляет для российских сельхозпроизводителей давнюю проблему, требующую дополнительных материальных и трудовых затрат.

Согласно [1], сохраняется традиционное ежегодное сжигание стерни и пожнивных растительных остатков на полях, особенно в Центральном и Южном федеральных округах РФ, которые являются причиной порядка 30% лесных пожаров и источником выбросов чёрного углерода. Так же поступают во многих случаях с древесными отходами садов и виноградников, возникающими в результате необходимой технологической операции выращивания плодов и винограда – формирующих и санитарных обрезок деревьев.

Альтернативным способом утилизации растительных отходов является использование их в качестве топлива. Биоэнергетическая отрасль успешно развивается во многих странах мира и, в частности, в Европе. При этом для производства энергии масштабно используются отходы растениеводства, особенно соломы. Признанным лидером здесь является Дания. Более десяти тысяч фермерских котлов на соломе (мощностью 0,1-1,0 МВт) и более 55 котельных в системе централизованного теплоснабжения (0,5-12 МВт). В стране также функционируют несколько ТЭЦ и электростанций на биотопливе. [2]. В Великобритании эксплуатируется более 80 электростанций на биомассе общей мощностью более 4000 МВт и функционируют самые большие в мире ТЭЦ на соломе – каждая мощностью порядка 40 МВт [3].

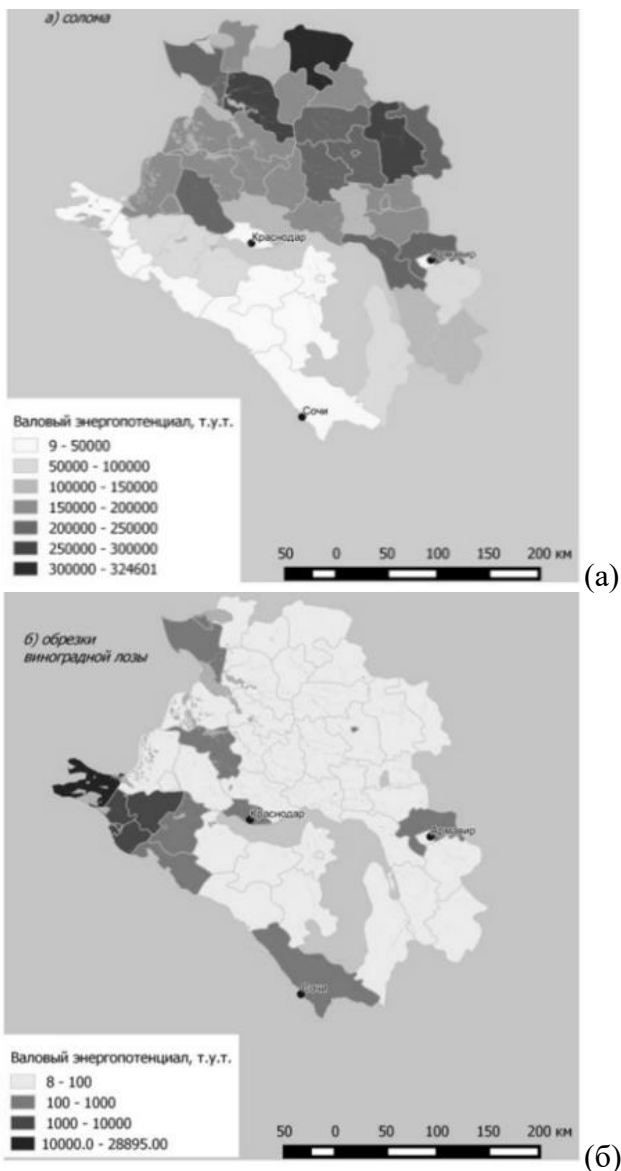
Во всем мире энергетическое использование лесной древесной биомассы и, в частности, древесных отходов, рассматривается как желанная альтернатива традиционным видам топлива. Это связано с тем, что древесные отходы являются CO<sub>2</sub>-нейтральными, имеют низкое содержание серы, относятся к возобновляемым источникам энергии. До недавнего времени другая судьба была у древесных отходов садов, виноградников и оливковых рощ. Только в последнее десятилетие использование древесной биомассы, полученной от обрезки и удаления многолетних сельскохозяйственных насаждений для нужд энергетики, стало активно исследоваться и развиваться в Европе [4]. Изучены теплофизические свойства этой биомассы, показано, что они аналогичны свойствам лесной биомассы и параметры их качества сопоставимы с требованиями стандарта для лесного древесного топлива EC UNI EN 14961-1 2010 [5].

Наиболее перспективными для внедрения технологий биоэнергетики в России представляются южные регионы, которые характеризуются высоким уровнем агропромышленного производства, сопровождающегося образованием

значительных объёмов органических отходов. Большая плотность населения и значительный рекреационный потенциал этих территорий определяют актуальность задачи эффективной утилизации отходов как для решения экологических, так и энергетических проблем. Прежде всего для определения перспектив развития биоэнергетики необходима оценка её сырьевой базы – объёмов и энергосодержания агробиомассы, которой располагает регион для производства энергии и тепла.

Использованные в данном исследовании методы проведения оценок были ранее изложены в [6] и развиты в работах авторов [7,8]. Расчёты проведены по отходам отдельных видов сельскохозяйственных культур. Это связано с тем, что различные виды отходов отличаются нормами образования и удельным энергосодержанием. Методика расчётов валового и технического потенциалов отходов древесных насаждений, а также коэффициенты для расчёта массы обрезков и их удельного энергосодержания описаны авторами в работе [9].

Расчёты показывают, что отношение технического потенциала тепла соломы (Рис. 1а), получаемой ежегодно в Краснодарском крае с учётом расходования её и на другие хозяйственные нужды, к теплу, потребляемому населением края, составляет более половины - 57%. В 21 муниципальном районе Краснодарского края это отношение больше 1. То есть тепло, которое получено из отходов зернопроизводства, может покрыть потребности в тепле населения этих районов.



**Рис. 1.** Энергосодержание: отходов зерновых - соломы (а) и виноградной лозы (б) для муниципальных образований Краснодарского края.



Анализ теплового потенциала обрезки виноградников для исследуемого региона (рис. 1б) показал, что в отличие от соломы, он концентрируется только в нескольких районах, что обусловлено почвенно-климатическими условиями и требовательностью культуры. При этом масса ежегодной обрезки лозы на виноградниках Таманского полуострова в Темрюкском районе составляет 53 тыс. т/год, и её энергетический потенциал – порядка 30 тыс. т у.т./год, что составляет 72% биомассы и энергии всей лозы, получаемой в Краснодарском крае.

Соответственно, технический потенциал производства тепла из этих обрезков может составить ок. 140 тыс. Гкал/год в случае использования ее как топлива в мини-ТЭС с прямым сжиганием биомассы. Потребление тепла жителями района на отопление и ГВС составляет 0,55 млн. Гкал/год. Поэтому тепловая энергия, которую можно получить из остатков обрезки лозы виноградников, потенциально может покрыть до четверти (25%) потребностей населения района в энергии на отопление и ГВС. Таким образом, данный вид ресурсов биоэнергетики может иметь высокую концентрацию и быть значимым для отдельных районов внутри субъектов РФ.

### *Литература*

1. Сокращение сельскохозяйственных сжиганий в России через развитие альтернативных технологий управления растительными остатками в растениеводстве. С.-Пб.: Bellona, 2017. Режим доступа: [https://network.bellona.org/content/uploads/sites/4/2017/03/S\\_X\\_FIRE\\_SITE-fin.pdf](https://network.bellona.org/content/uploads/sites/4/2017/03/S_X_FIRE_SITE-fin.pdf) Дата обращения 07.03.2022
2. Гелетуха Г.Г., Железная Т.А. Перспективы использования отходов сельского хозяйства для производства энергии в Украине. Аналитическая записка БАУ №7. 2014
3. Биоэнергетика: опыт Соединенного Королевства. БИОТОПЛИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА, ЭСКО информационное агентство, 2020. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://energy.esco.agency/rubriki-zhurnala/biotoplivnaja-jenergetika/7320/biojenergetika-opyt-soedinennogo-korolevstva>. Дата

обращения 07.03.2022

4. *Dyjakon A., García-Galindo D.* Implementing Agricultural Pruning to Energy in Europe: Technical, Economic and Implementation Potentials // *Energies*. 2019. V.2. P.1513

5. *Picchi G., Lombardini C., Pari L., Spinelli R.* Physical and chemical characteristics of renewable fuel obtained from pruning residues // *Journal of Cleaner Productio*. V. 171. 2018 P. 457-463

6. Справочник по ресурсам возобновляемых источников энергии России и местным видам топлива (показатели по территориям). Под редакцией Безруких П.П. М.: «ИАЦ Энергия», 2007.

7. Атлас ресурсов возобновляемой энергии на территории России: науч. издание / под ред. Киселёвой С.В. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2015.

8. *Андреевко Т.И., Киселёва С.В., Шакун В.П.* К оценке энергетического потенциала отходов растениеводства: зерновое хозяйство // *Альтернативная энергетика и экология*. 2014. № 12. С. 84–95.

9. *Andreenko T., Rafikova Y., Tulegenova A.* Technical potential of crop production wastes as energy resource for agricultural regions of Russia // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2019. No. 564. P. 012136–1–012135–6.

***Andreenko T.I., Kiseleva S.V., Rafikova Yu.Yu.***

**THE POTENTIAL FOR THE PRODUCTION OF  
THERMAL ENERGY FROM AGROBIOMASS WASTE  
ON THE EXAMPLE OF THE KRASNODAR REGION**

*Lomonosov MSU, Faculty of Geography*

The paper presents the results of calculations of the energy potential from crop waste for the municipalities of the Krasnodar region. The analysis was carried out for the main row crops: cereals, sunflower, corn, and woody residues from pruning orchards and vines. The results obtained show a significant amount of technical heat potential for many municipalities of the region. The spatial distribution makes it possible to determine the most promising areas for the use of crop waste for the production of thermal energy.

*Берёзкин М.Ю., Нефедова Л.В., Дегтярев К.С.*

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕЛЕНОГО ВОДОРОДА В РОССИИ**

*Московский государственный университет*

*имени М.В. Ломоносова, Россия*

[mberezkin@inbox.ru](mailto:mberezkin@inbox.ru)

К настоящему моменту ряд стран принял масштабные водородные программы, предполагающие значительное увеличение производства водорода с целью устойчивого развития энергетики. Основным стимулом провозглашается декарбонизация экономики – прямое сокращение выбросов парниковых газов путём замещения водородом ископаемых углеводородов. Авторы выделяют также фактор развития производства водорода - необходимость сглаживания рисков нестабильной работы энергосетей из-за растущей доли ВИЭ. Значительную роль играет необходимость стимулирования технологического и экономического развития энергетики России в целом.

В 2019 г. общий объём производства водорода в мире – 55-65 млн. т [1], при этом среднегодовые темпы роста на протяжении первых двух десятилетий XXI в. не превышали 2%. Основной потребитель – химическая и нефтеперерабатывающая промышленность, а основной способ получения – почти 70% всего водорода – конверсия метана, при этом, на электролиз («зеленый водород») приходится всего 5%.

Дорожную карту развития водородной экономики разработана Евросоюзом [2]. Согласно ей суммарный конечный спрос на энергию в ЕС составляет 14 000 ТВт.ч, из которых на водород приходится 2%, или 325 ТВт.ч (что эквивалентно около 8 млн. т водорода). В Японии аналогичная Дорожная карта (Strategic Roadmap for Hydrogen and Fuel Cells) предполагает рост объёмов использования водорода к 2050 г. до 10 млн т в год [3].

В мире заявлено более 250 водородных проектов на всех

континентах, при этом основная их часть – в Западной Европе и Восточной Азии (Япония, Китай) – ближайшим к России экономическим партнёрам.

В России, в свою очередь, также разрабатывается программа развития водородной энергетики [4], в разработке дальнейших планов участвуют Минэнерго и Минэкономразвития, выделяя из региональных предложений наиболее перспективные, в частности, проект Сахалинского водородного кластера [5].

Основным резервом для выработки зеленого водорода являются неуглеродные станции – ГЭС, АЭС, СЭС, ВЭС. К началу 2022г. общая мощность АЭС России составляла 29,5 ГВт, ГЭС – около 50 ГВт, СЭС – 1,65 ГВт (целевые показатели к 2024 г. – 2,2 ГВт), ВЭС – 2,0 ГВт (план к 2024 г. – 3,4 ГВт). Данными электростанциями было выработано в 2022г 437,6 млн кВт\* час электроэнергии [6]. Если исходить из положения, что получение 1т водорода методом электролиза требует 55 МВт.ч электроэнергии, использование всего 1% этого потенциала, позволяет произвести около 79,6 тыс. т водорода.

В ближайшей перспективе наиболее приемлемым вариантом представляется использование энергии ветровых и солнечных фотоэлектрических станций [7]. Использование электроэнергии только ВЭС, планируемых к строительству в РФ до 2024г. по нашим оценкам позволит производить более 95,5 тыс. т зеленого водорода в год [8]. Полное использование потенциала ВЭС и СЭС, введенных в строй на 1.01.22г. при среднегодовом значении КИУМ в 2021, соответственно, 29,8% и 14,3% [6], уже в настоящее время позволяет в год выработать 7,3 млн. МВт.ч, что может обеспечить производство более 130 тыс. т водорода в год. Однако необходимо отметить, что использование построенных объектов на ВИЭ для данных целей целесообразно в энергоизбыточных регионах (Ростовская, Мурманская области), а также для регулирования

неравномерности выработки электроэнергии на ВЭС и СЭС.

Оценка перспектив водородной экономики в России представляет сложную задачу в условиях высокой степени общей неопределённости. Возможны два направления развития: 1) экспортное; 2) ориентированное на внутренний рынок.

Правительством РФ в Энергетической стратегии РФ до 2035 г. [9] заявлена цель обеспечения экспорта водорода в объёме: к 2024 г. – 0,2 млн т и к 2035 г. – 2 млн т.

При этом, внутренний российский рынок является потенциально не менее, если не более, перспективным, чем экспортное направление, исходя из наших потребностей в аккумуляции энергии. В любом случае, для оценки возможностей производства водорода в России необходимо следующее:

- опора на энергоизбыточные и не сталкивающиеся с дефицитом воды регионы;
- экспортное направление – на регионы, расположенные вблизи рынков сбыта;
- оценка, в увязке с планами развития возобновляемой и атомной энергетики, перспективных мощностей.

В качестве приоритетных субъектов РФ предлагается рассмотреть ряд, отвечающих этим критериям:

- Мурманская область (Кольская АЭС, ряд ГЭС, ВЭС, имеющиеся и проектируемые приливные электростанции (Кислогубская, Северная и пр.);
- Калининградская область – возможно, в связке с Белоруссией (Белорусская АЭС), а также Смоленской областью (Смоленская АЭС); в Калининградской области расположена Балтийская АЭС; кроме того, реализуются или реализованы ветроэнергетические проекты;
- Ростовская область (Ростовская АЭС мощностью 4 ГВт – одна из крупнейших в России, построен ряд ветропарков

общей мощностью более 600 МВт, реализуются другие ветро- и солнечно-энергетические проекты);

- Дальний Восток: Амурская область (существенно энергоизбыточна благодаря Бурейской и Зейской ГЭС), а также Хабаровский край, Еврейская АО, Сахалинская область, Приморский край (в настоящее время энергодефицитные регионы), с высоким потенциалом практически всего спектра ВИЭ, включая гидроэнергию, приливную энергию, ветровую, солнечную энергию, биоэнергию (на отходах лесопереработки и, локально, сельского хозяйства), геотермальную энергию [10].

Кроме того, энергосистема России в целом отличается невысоким уровнем загрузки электростанций – в среднем КИУМ в 2019 г. составил около 50%. Это в перспективе создаёт дополнительные предпосылки для наращивания производства водорода на имеющихся мощностях.

#### *Литература*

1. Митрова Т., Мельников Ю., Чугунов Д. Водородная экономика – путь к низкоуглеродному развитию // Центр энергетики Московской школы управления Сколково, 2019.

2. Hydrogen Roadmap Europe. Report. 2019.

3. Hydrogen Law and Regulation in Japan URL: <https://cms.law/en/int/expert-guides/cms-expert-guide-to-hydrogen/japan> (дата обращения 28.02.2022).

4. План мероприятий «Развитие водородной энергетики в Российской Федерации до 2024 г.»//Распоряжение Правительства Российской Федерации от 12 октября 2020 г. №2634-р.

5. Атлас российских проектов по производству низкоуглеродного и безуглеродного водорода и аммиака//Минпромторг, 2021, 44с. <https://minpromtorg.gov.ru/common/upload/docVersions/6169a90492d4e/actual/atlas.pdf> (дата обращения 28.02.2022).

6. Отчет о функционировании ЕЭС России в 2021 г. Официальный сайт АО «СО ЕЭС» [www.so-ups.ru](http://www.so-ups.ru). Дата обращения 01.03.22

7. *Li-min zhang, Rong-hu zhang*. The conception and countermeasures of "green hydrogen" industrial chain in Chengdu area // E3S Web of Conferences, vol. 236, 2021.

8. *Nefedova L., Degtyarev K., Kiseleva S., Berezkin M.* .Prospects for green hydrogen production in the regions of Russia // E3S Web of Conferences. 2021. Vol. 265, АРЕЕМ 2021. P. 04011.

9. Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 г. // Распоряжение Правительства Российской Федерации от 9 июня 2020 года №1523-р.

10. *Дегтярев К.С., Берёзкин М.Ю., Синюгин О.А.* К вопросу об использовании возобновляемых ресурсов в объединённой и автономных энергосистемах востока России //Сантехника, отопление, кондиционирование. 2018. № 5 (197). М. 82-86

***Mikhail Berezkin, Kirill Degtyarev, Liudmila Nefedova***  
**PROSPECTS FOR GREEN HYDROGEN PRODUCING  
IN RUSSIA**

*Lomonosov Moscow State University, Russia*

Currently, a number of countries have adopted large-scale hydrogen programs involving a multiple increase in hydrogen production with the aim of sustainable energy development. Decarbonization of the economy is proclaimed as the main incentive – a direct reduction in greenhouse gas emissions by replacing fossil hydrocarbons with hydrogen, although equally, if not more, an important factor is the need to mitigate the risks of unstable operation of energy grids due to the growing share of renewable energy sources. Also, the need to stimulate *Li-min zhang, Rong-hu zhang*. The conception and countermeasures of "green hydrogen" industrial chain in Chengdu area the technological and economic development of the energy sector in Russia as a whole plays a role.

*Благоразумова О.А., Пашинин В.А.,  
Попов В.Г., Сухов Ф.И.*

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ  
СИСТЕМ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ  
ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ.**

*Российский университет транспорта, Россия*  
[ksushablagorazumova@mail.ru](mailto:ksushablagorazumova@mail.ru)

Рассмотрение существующих геоинформационных систем, их доработка и внедрение эффективных технических решений, повышающих безопасность перевозки нефтепродуктов.

Значительным фактором риска на железнодорожном транспорте является перевозка большого количества опасных грузов. Такие грузы составляют более 20% от общего объема перевозок и их объемы увеличиваются из года в год. Большую часть в объеме опасных грузов занимают нефть и нефтепродукты [1].

Разливы нефти оказывают серьезное воздействие на окружающую среду в целом, а устранение такой чрезвычайной ситуации является большой проблемой [2].

Таким образом будут рассмотрены результаты исследования влияния железной дороги на особо охраняемые природные территории и рекомендации по снижению негативного воздействия.

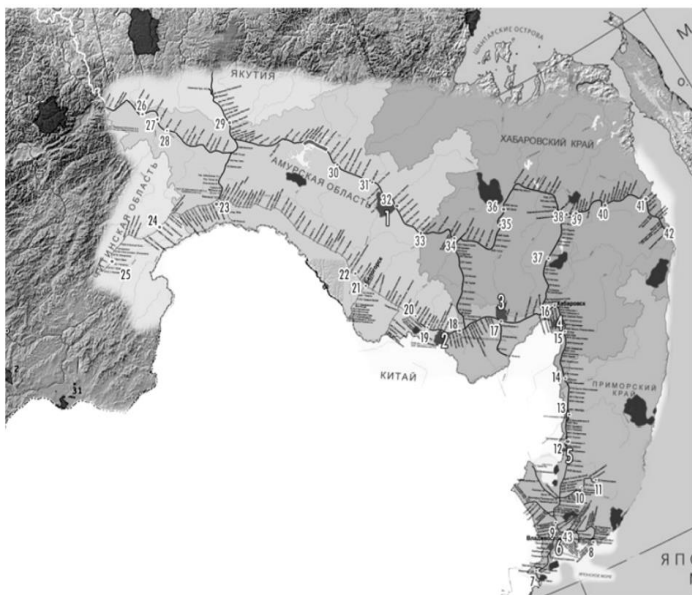
Геоинформационные системы (ГИС) – это системы для сбора, накопления, обработки и графической визуализации пространственных (географических) данных об объектах ГИС. Основными областями использования ГИС являются городское и региональное планирование, экономическое развитие (приложения обеспечивают подробный анализ социальных, экономических и топографических особенностей), чрезвычайные ситуации и борьба со стихийными бедствиями (мониторинг окружающей среды, моделирование экологических катастроф и анализ их последствий), правоохранительная деятельность, дороги и транспорт



нефтегазовая промышленность.

Назначение ГИС определяется задачами, связанными с принятием решений в области экологического проектирования, рационального использования природных ресурсов, принятия санитарно-защитных мер в чрезвычайных ситуациях, а внедрение приложения или сайтов поможет активнее отслеживать и минимизировать риски [3].

С целью обеспечения экологической безопасности и эффективности перевозок нефтепродуктов по железной дороге, должна быть разработана система с данными. Картографическая интерпретация информации является наиболее обширной. На основе сравнения карты железных дорог и карт особо охраняемой природной территории, с учетом расположения водных объектов, создается карта природоохранных уязвимых территорий. На данной карте показаны территории заповедников, которые указаны как объекты с 1 по 6, и опасные места пересечения железной дороги и водоемов с 7 по 43. (рис.1). При обнаружении данных зон необходимо проработать особые технические и организационные условия (такие как страхование опасных грузов при перевозке через уязвимую территорию) с целью концентрации экономических возможностей в случае необходимости ликвидации последствий аварийных ситуаций (рис.1). Важной составляющей в системе извещения аварийных ситуаций считается процедура прогнозирования и моделирования системы извещения, включающая в себя этап сравнения модели местности, картографическую информацию (уязвимость, рельеф, техническая база) с моделью поведения нефти при разливах на основе аварийных карточек [4]. Научная новизна результатов, представленных в данной статье, заключается в обосновании и расширении возможностей использования глобальных и локальных геоинформационных систем (ГИС)



**Рис.1.** Карта сопряжения железной дороги особо охраняемыми природными территориями и водными объектами на Дальнем востоке [4].

Для достижения реального технического и экономического эффекта необходима организация комплекса по обеспечению безопасности и управлению перевозками опасных грузов, включающего в себя систему отслеживания и идентификацию места события [1]. Для этой цели необходимо расширить геоинформационные системы (электронные карты уязвимостей)

Расширением данной системы является программа картографической интерпретации информации, где люди смогут отслеживать карту природоохранных уязвимых территорий и присылать информацию по территориям, которые так же необходимо выделить. Это является дополнительным ресурсом для помощи выявления уязвимых территорий.

Создание безопасной системы управления всей цепочкой

позволит контролировать эффективность работы и прогнозировать мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций

Результатом является получение более точных показателей (уязвимостей), характеризующих загрязнение: конфигурации нефтяного пятна, площади с концентрацией загрязнителя, а также наличия объектов, воспринимающих негативное влияние. При данном использовании программы будут учтены все возможные риски, которые могут быть недоступны разработчикам ГИС.

Создание программы и ее применение людьми, которые могут предоставить актуальные данные, позволяет получить ресурс в режиме реального времени с достоверной информацией о характеристике места происшествия, сочетающий инструменты пространственного анализа и обмена данными со средствами графической визуализации категоризированной территории.

Готовность к чрезвычайным ситуациям в том виде, в каком она реализуется в настоящее время может не обеспечить надлежащей подготовки к крупным авариям разлива нефти и нефтепродуктов, что может привести к масштабным последствиям [5]. Программы обеспечения готовности осложняются отсутствием связи между грузоотправителями, перевозчиками и государственными службами реагирования на чрезвычайные ситуации.

Создание программы с электронной картой уязвимостей позволит взаимодействовать со специализированными силами и средствами, исходя из реальной ситуации и обстановки, взаимодействовать с людьми, живущими вблизи особо охраняемых природных территорий, совершенствовать режимы эксплуатации участков железных дорог и обеспечивать минимизацию рисков с наименьшими затратами.

#### *Литература.*

1. Пономарев В.М. Модель взаимодействия железнодорож-

ной транспортной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций с функциональными подразделениями ОАО «РЖД» // Транспорт Российской Федерации. 2011. № 2. С.60-62

2. *Воробьев Д.С. и др.* Опыт применения инновационных технологий биоремедиации природных сред, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. // Исследования и разработки по предупреждению аварийных разливов нефти и ликвидация их последствий: материалы науч.-практ. конф. М.: Экспорт-Импорт, 2007. С. 197–202

3. *Блиновская Я.Ю.* Информационное обеспечение экологической безопасности при разработке нефтяных месторождений на шельфе. Владивосток: Морской государственный университет им. адмирала Г.И. Невельского, 2006.

4. *Катин В.Д., Луценко А.Н.* Повышение безопасности перевозки нефти и нефтепродуктов железнодорожным транспортом и охрана окружающей среды. Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2018.

5. *Воробьев Ю.Л., Акимов В.А., Соколов Ю.И.* Предупреждение и ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов. М.: Ин-октаво, 2005.

*Blagorazumova O.A., Pashinin V.A.,  
Popov V.G., Suhov F.I.*

**IMPROVEMENT OF GEOGRAPHIC INFORMATION  
SYSTEMS TO ENSURE THE SAFETY OF PETROLEUM  
PRODUCTS TRANSPORTATION.**

*Российский университет транспорта, Россия*

Consideration of existing geoinformation systems, their refinement and implementation of effective technical solutions that increase the safety of transportation of petroleum products.

**Богданов В.Л.<sup>1,2</sup>, Малинин В.Э.<sup>2</sup>, Гарманов В.В.<sup>1</sup>**  
**ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЭКОСИСТЕМЫ**  
**НА ТЕРРИТОРИИ ПОЛИГОНА (СВАЛКИ)**  
**ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ ПОД**  
**РЕКРЕАЦИОННОЕ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЕ**

*<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный  
аграрный университет, Россия*

*<sup>2</sup>Северо-Западный институт управления РАНХиГС, Россия*

В представленных материалах приводится состав складированных промышленных отходов *целлюлозно-бумажного комбината (ЦБК)*. Изложены материалы по формированию почвенного и растительного покрова на территории полигона в результате многолетнего (около 20 лет) разложения органических отходов (опилки, кора, щепа и др). Приведены мероприятия по созданию на месте полигона рекреационной зоны в качестве землепользования. Для её создания предложен биологический метод восстановления экосистемы с использованием подсева многолетних трав.

Захоронению на полигонах подвергаются твердые бытовые и промышленные отходы.

Полигоны – комплекс природоохранных сооружений, предназначенных для складирования, изоляции и обезвреживания отходов. Полигон для захоронения отходов может быть двух типов – полигон твердых коммунальных отходов (ТКО) и специальный полигон для промышленных отходов.

Одна из основных проблем этих полигонов – длительные сроки эксплуатации, значительно превосходящие проектные. В связи с этим вопрос проведения рекультивации этих территорий является чрезвычайно актуальным.

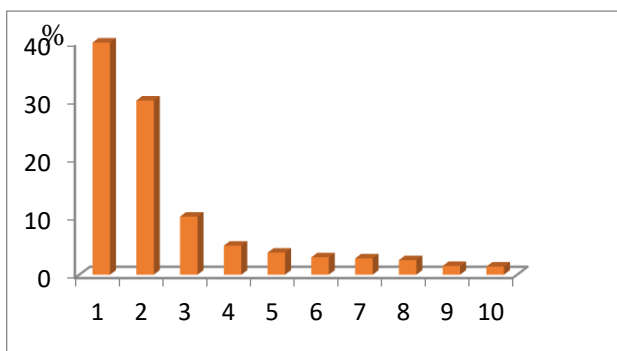
Светогорский целлюлозно-бумажный комбинат (ЦБК), расположенный на территории Ленинградской области, является старейшим предприятием (основан 1887 г.), который производит из древесины бумажную продукцию.

Полигон промышленных отходов ЦБК формировался

на бывшем карьере в течение 25 лет. С 2013 г. складирование промышленных отходов было прекращено.

С целью разработки проекта рекультивации полигона нами в 2018г. на его территории были проведены научно-исследовательские работы.

Промышленные отходы в месте их складирования в карьере преимущественно были представлены малоопасными веществами 3-4 класса опасности (рис.1).



**Рис. 1.** Структура вывезенных отходов на полигон [1].

1- отходы целлюлозы, бумаги и картона (шлам известковый); 2- кора с примесью земли; 3- зола древесная соломенная; 4- отходы целлюлозы, бумаги и картона (шлам зеленого щелока); 5- строительный мусор от зданий; 6- отходы песка; 7- прочие твердые минеральные отходы и грунт; 8- осадки шламоотстойников; 9- отходы (осадки) при механической и биологической очистке сточных вод; 10- прочие отходы.

Анализ данных о вывозе отходов ЦБК на полигон по данным комбината показал, что состав отходов в основном был одним и тем же. Наибольшее количество на захоронение в карьер было вывезено отходов целлюлозы, бумаги и картона (шлам известковый) что составляет 40 % от всех отходов, вывезенных на полигон. [2].

Химический состав шлама известкового состоит из 13 ингредиентов, наибольшая доля в составе шлама

приходится на содержание кальция карбоната в нем достигает 51 %, что положительно может сказаться на раскислении почв при его применении в сельском хозяйстве.

Второе место по объему вывезенных отходов на полигон занимает кора с примесью земли. В долевом участии от всех вывезенных отходов она составила 30%. Кора древесных пород содержит азот, фосфор, лигнин, в небольших количествах фенолы, которые являются токсичными, а также другие ингредиенты. Многочисленными опытами установлено, что использование измельченной коры для приготовления компостов является хорошим удобрением для растений.

Зола древесная и соломенная в отходах, вывозимых на полигон, составляет 10 % от всего объема ввозимых отходов. По классу опасности она относится к V классу, т.е. безопасна для природной среды. Зола содержит много макро- и микроэлементов, необходимых для роста и развития растительности. Поэтому при биологической рекультивации отходов полигона она будет оказывать положительное влияние на растения.

Отходы целлюлозы, бумаги и картона, представленные шламом зеленого щелока относятся к IV классу опасности. В них содержатся около десяти химических веществ (хлориды, сульфаты, нитраты, хром, никель и др.), в незначительных могут оказывать негативное воздействие на окружающую среду. [3].

В составе отходов полигона строительный мусор составляет около 4 %. Причём по годам их объёмы вывоза на полигон различались. По классу опасности строительный мусор относится к IV классу. Поскольку его компоненты малорастворимы в воде, он не приносит серьезного ущерба окружающей среде.

Отходы песка и прочие твердые минеральные отходы, которые были вывезены на полигон, составили примерно по 3 %. Они относятся к V классу опасности для природной

среды, т.е. безопасны.

В составе общих отходов, вывезенных на полигон, осадок шламоотстойников занимал 2,5 %, а осадки при механической и биологической очистке сточных вод (кек обезвоженный) – 1,5 %. Эти виды отходов являются экотоксичными, IV класса опасности. [3]. В связи с тем, что вывезенное их количество на полигон было незначительным, они не могут оказывать существенного негативного влияния на экосистему.

Прочие отходы, вывезенные на полигон, занимали до 1 % от всех вывезенных отходов.

В результате деструкции органической части отходов, на полигоне более чем за 10 лет сформировался неоднородный почвенно-растительный покров. По видовому составу растений и мощности почвенного слоя было выделено 3 основные зоны. Для каждой зоны был характерен свой видовой состав растительности, который сформировался в зависимости от качественного состояния почвогрунтов и мощности почвенного слоя.

Почвенный покров на территории полигона изучали по методике исследования почв урбанизированных территорий. [4].

В первой зоне на глубине до 17 см. распространены почвогрунты с присутствием разложившейся коры и щепы земли и шлама. В более глубоких слоях обнаруживается не разложившееся ветошь, мелкие камни, полимерные материалы. Слой почвенного покрова здесь достигает 30 см. Растительное сообщество характеризуется обилием видов, которое насчитывает 30 видов луговых растений.

Для выявления количества видов растений была выбрана площадка, на которой передвигаясь вдоль её границ, а затем по диагонали подсчитывали количество видов растений, которые затем заносили в бланк.

На этом участке сформировался разнотравно-злаковый



луг. На нём произрастают в основном растения мезофиты (средние по отношению к влаге) и мезотрофные (средние по отношению к уровню плодородия почвы). Единично встречается поросль ольхи серой

Почвогрунты второй растительной зоны в верхнем (0-30см.) горизонте представлены преимущественно строительным мусором, шламами, отходами песка в незначительной части корой с землёю, щепой и др. компонентами. Здесь сформировался незначительный по мощности горизонт почвогрунта до 17см, малопригодный для поселения разнотравья. Особенностью этой зоны является более высокое место на полигоне и щёлочность почвогрунта. Это способствовало поселению здесь засухоустойчивого и устойчивого к щелочным почвам растения - донника белого.

В третьей растительной зоне сформировался почвогрунт глубиной более чем на 50 см. из хорошо разложившейся органической массы складированных отходов. Он характеризуется как плодородный и пригоден как для произрастания деревьев, так и растений. На значительной его площади произрастают бобовые виды растений.

Учитывая уже сформировавшуюся здесь естественным путём экосистему (почва–растения), целесообразно применять при рекультивации полигона биологический метод с применением агротехнических мероприятий, внесения удобрений, подсева многолетних трав и др. Это позволит с наименьшими затратами создать здесь рекреационную зону в качестве объекта землепользования.

### *Литература*

1. *Богданов В.Л., Тудвачёв А.В.* (ООО «Геологический центр СПбГУ».) Отчёт: «Проведение изысканий, разработка проекта рекультивации объекта размещения отходов IV и V классов опасности». 2017. Договор подряда № 6000065183.

2. *Богданов В.Л., Тудвачёв А.В.* Роль категорий земель

и гидрологических условий местности в разработке проектов рекультивации объектов складирования отходов и землепользовании. // Актуальные проблемы экологии и природопользования. Сб науч. трудов XX Международной научно-практической конференции . Том 1. М 25-27 апреля 2019. С. 382-386

3. Паспорта отходов Светогорского ЦБК, складированных на полигоне ЗАО «Интернешил Пейпер».

4. *Федорец Н.Г., Медведева М.В.* Методика исследования почв урбанизированных территорий. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2009.

***Bogdanov V.L.<sup>1,2</sup>, Malinin V.E.<sup>2</sup>, Garmanov V.V.<sup>1</sup>***  
**RESTORATION OF THE ECOSYSTEM ON THE TERRITORY**  
**OF THE INDUSTRIAL WASTE LANDFILL (DUMP)**  
**FOR RECREATIONAL LAND USE**

*<sup>1</sup>St. Petersburg State Agrarian University, Russia*

*<sup>2</sup>Sever-Western Institute of Management ranepa,  
pillar of the community, Russia*

The paper presents the composition of the stored industrial wastes of the pulp and paper mill (PPM). Materials on the formation of the soil and vegetation cover on the territory of the landfill as a result of long-term (about 20 years) decomposition of organic wastes (sawdust, bark, wood chips, etc.) are presented. The measures for creating a recreational zone on the site of the landfill as a land use are given. For its creation a biological method of restoration of the ecosystem using perennial grass sowing.

**Брехова А.А., Тюльгина А.Ю.**  
**Научный руководитель: Парахина Е.А.**  
**КЛАССИФИКАЦИИ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ**  
*Российский университет дружбы народов, Россия*  
[1032212481@pfur.ru](mailto:1032212481@pfur.ru), [1032212492@pfur.ru](mailto:1032212492@pfur.ru)

В статье поднимается проблема классификации экосистемных услуг. Существуют три основные международные классификации экосистемных услуг, а в 2016 году была разработана российская классификация услуг наземных экосистем в рамках прототипа национального доклада «Экосистемные услуги России».

В результате были выявлены особенности рассмотренных классификаций и их применимость в нашей стране.

Сегодня в мире активно развиваются вопросы, связанные с экосистемными услугами. Они учитывают оценку, выявление потенциальных продавцов и покупателей, а также механизмы компенсации, формирование рынка этих услуг [1]. В наиболее простой трактовке экосистемные услуги (ЭСУ) понимаются как польза, которую человек получает от функционирования экосистем [2]. Более полное определение дано в документе «Оценка экосистем на пороге тысячелетия» [3].

Концепция экосистемных услуг возникла в начале 1970-х годов с целью обоснования степени зависимости общества от природы. В настоящее время эта концепция включает также экономические аспекты и помогает оценивать эффективность мероприятий по охране окружающей среды и внедрять их в соответствии с принципами устойчивого развития [4].

Значительная популярность концепции экосистемных услуг привела к появлению множества их классификаций. Наиболее часто упоминаются три международные классификации ЭСУ [2]: классификация доклада «Оценка экосистем на пороге тысячелетия» [3], использованная для глобальной и субглобальной оценки ЭСУ; классификация международной инициативы «Экономика экосистем и биоразнообразия» ТЕЕВ, которая используется странами-участниками

этого проекта для оценки ЭСУ на национальном уровне; классификация CICES Европейского агентства по охране окружающей среды, в большей степени нацеленная на экономическую оценку и учет экосистем на национальном, региональном и локальном уровнях [5].

Все они основаны на видах пользы, которую экосистемы дают человеку, как, например, обеспечение материальными благами и ресурсами, которые люди непосредственно используют (обеспечивающие ЭСУ, provisioning); различные механизмы регулирования экосистемами показателей окружающей среды, непосредственно значимых для благополучия человека (регулирующие ЭСУ, regulating); нематериальное обеспечение культурных, духовных и научных потребностей людей (культурные ЭСУ, cultural). В классификацию ЭСУ [2] включают также информационные ЭСУ – предоставление полезной для человека информации и других нематериальных благ, и рекреационные – создание природных условий для отдыха человека.

В [3] выделено четыре типа услуг: снабжающие, регулирующие, культурные, поддерживающие. Важно отметить выделение последнего типа, подчеркивающего важный факт: воспроизводство услуг той среды, в которой могут быть получены ЭСУ. Эти условия в большей части определяются не усилиями человека, а самими экосистемами. В этот тип включены такие процессы, как почвообразование, формирование пищевых цепей, создание первичной и вторичной биопродукции и т.д. Следует, безусловно, добавить сюда процессы самоочищения вод, связанные с деструкцией органического вещества, процессы биологической фильтрации и биоседimentации, биотурбации донных отложений и др.

Большинство российских ученых придерживаются классификации ООН, поэтому мы решили сравнить её с классификацией услуг наземных экосистем, представленной в Прототипе национального доклада Экосистемные услуги России.

Классификация экосистемных услуг, представленная

в Прототипе [6], создана на основе подхода, использованного в Национальной стратегии сохранения биоразнообразия России (2001) [7]. Она выделяет четыре функции экосистем (продукционные, средообразующие, информационные и рекреационные), а также включает возможные последствия для природных систем в результате использования этих услуг человеком.

Сходство российской классификации и классификации ООН проявляется в выделении категорий, основанных на основных функциях экосистем, представляющих выгоды для человека, также во включении в понятие «экосистемных услуг» природно-ресурсного потенциала, рекреационной, культурной и религиозной ценности, но в то же время отсутствии должного внимания к абиотической составляющей экосистем.

Основные отличия данных классификаций:

- Классификация ООН не учитывает лекарственные (медицинские) ресурсы, в то время, как классификация ЭСУ, представленная в Прототипе, включает этот аспект в пункте «недревесная продукция леса и других наземных экосистем».
- Российская классификация конкретизирует такие услуги, как оздоровительный отдых на курортах (кроме морского побережья), познавательный туризм на природе, активный туризм на природе, спортивную рыбалку и охоту. В классификации ООН они подразумеваются в пункте рекреация и экотуризм, но пояснение выделяет лишь «выбор места для проведения досуга на основе характеристик ландшафта».
- Классификация ООН, в отличие от российской, учитывает услуги по обеспечению минеральными ресурсами, биотопливом растительного и животного происхождения, производства первичной продукции и поддерживающую услугу круговорота биогенных веществ, а также включает в себя и параметры, относящиеся к морским экосистемам.

В целом, классификация услуг наземных экосистем, пред-

ставленная в Прототипе национального доклада «Экосистемные услуги России», очень схожа с наиболее распространенной международной классификацией экосистемных услуг, представленной в докладе ООН «Оценка экосистем на пороге тысячелетия», но использование именно этой классификации в условиях России может быть обоснованно применением в ней терминологии, принятой в российской научной школе, а также сопоставимости с особенностями структуры статистической базы Российской Федерации, на основе показателей которой будут проводиться экономические оценки [8].

На основании проведенного анализа литературных данных по классификации экосистемных услуг территории можно сказать, что универсального варианта до настоящего момента создано не было.

Недостатки использования классификации ООН в условиях нашей страны, заключаются в необходимости ее адаптации к распространенной в России терминологии, а также отсутствию учета особенностей структуры статистической базы России, по показателям которой будут проводиться экономические оценки. Разработанная в 2016 году классификация в рамках прототипа национального доклада «Экосистемные услуги России» учитывает эти аспекты, однако она создана для оценки услуг наземных экосистем и не учитывает абиотические ЭСУ, услуги по обеспечению биотопливом, производства первичной продукции, поддерживающую услугу круговорота биогенных веществ.

### *Литература*

1. *Бобылев С.Н., Захаров В.М.* Экосистемные услуги и экономика. М.: ООО «Типография ЛЕВКО», Институт устойчивого развития/Центр экологической политики России, 2009.
2. *Экосистемные услуги России: Прототип национального доклада.* Т.1. Услуги наземных экосистем / Ред.-сост. Е.Н. Букварёва, Д.Г. Замолодчиков. М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2016.

3. MEA (Millennium Ecosystem Assessment). Ecosystems and Human Well-being. Synthesis Report. Island Press, Washington DC, 2005.

4. *Boyd J., Banzhaf S.* What are Ecosystem Services? The Need for Standardized Environmental Accounting Units. // Resources for the Future. 2006. Discussion Paper 0602.

5. *Узунов Й.И., Протасов А.А.* Концепция экосистемных услуг в приложении в водным экосистемам // Гидробиол.журн. 2018. Т.54. №5. С. 3-19.

6. *Ларькова М.С.* Анализ подходов к классификации экосистемных услуг территории для целей последующей экономической оценки // Инновации и инвестиции. 2015. №5. С. 6-9

7. *Ларькова М.С.* Подходы к экономической оценке регулирующих экосистемных услуг территории // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2015. №5. С. 121-123

8. *Сулкарнаева Л.Д.* Адаптация концепции экосистемных услуг для Российских городов // Успехи современного естествознания. 2018. № 12-1. С. 207-210; URL: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=36998> (дата обращения: 22.04.2022).

***Brekhova Angelina<sup>1</sup>, Tiulgina Alesia<sup>1</sup>***

## **CLASSIFICATIONS OF ECOSYSTEM SERVICES**

*<sup>1</sup>Peoples' Friendship University of Russia*

The article raises the problem of classification of ecosystem services. The analysis of the available literature data showed that there are three main international classifications of ecosystem services, and in 2016 a Russian classification of terrestrial ecosystem services was developed as part of the prototype of the national report "Ecosystem Services of Russia". The features of the considered classifications and their applicability in our country were revealed.

*Буэнаньо Баутиста Б.Б.*  
*Научный руководитель: Харламова М.Д.*  
**ЭКОТОКСИКАНТЫ В СТОЧНЫХ ВОДАХ  
И В ШЛАМАХ ЗОЛОТОДОБЫВАЮЩИХ  
ПРЕДПРИЯТИЙ И ОСОБЕННОСТИ  
ИХ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ  
И БИОТУ**

*Российский университет дружбы народов, Россия*  
[1042215057@pfur.ru](mailto:1042215057@pfur.ru)

В докладе кратко представлен обзор ситуации с экотоксикантами, присутствующими в отходах золотодобычи, и их воздействии на окружающую среду. Наиболее часто при золотодобыче применяют два метода – с использованием цианистого раствора и ртутной амальгамации, последний в основном используется в кустарной и мелкомасштабной золотодобыче. Основными экотоксикантами при этом являются тяжелые металлы (Hg, As, Pb, Cd и др.), которые оказывают токсическое воздействие на нормальный рост и развитие живых организмов, как на генетическом, так и на структурном и функциональном уровне.

На долю горнодобывающей промышленности приходится не менее 10% мирового потребления энергии, и она является источником образования токсичных отходов сложного компонентного состава [1]. На сегодняшний день в результате добычи золота в мире образовалось около 2,945 млн. тонн токсичных отходов [2]. Золото является важнейшим сырьем для ювелирного сектора, поскольку именно в нем сосредоточено более 50-60% производства (инвестиции и банковское дело – 35%, промышленность и технологии – 10%); при этом при производстве одного кольца образуется от 20 до 26 тонн отходов горнодобывающей промышленности. [2,3].

Добыча золота связана с образованием отходов, содержащих химические вещества, которые в целом токсичны и которые при соединении с другими элементами образуют потенциально токсичные загрязняющие вещества. В основном



это цианид, ртуть, кадмий, свинец, цинк, медь, мышьяк и другие металлы. [4]. Одно из крупнейших золотодобывающих производств находится в Южной Америке, где наиболее часто используются два метода извлечения золота – амальгамация с ртутью или растворение в цианистом растворе. [4,5]. Потенциальный токсический эффект отходов горнодобывающей промышленности может усиливаться под воздействием факторов окружающей среды и свойств почвы. [4,6].

В Южной Америке до сих пор в значительной степени практикуется кустарная добыча полезных ископаемых. Кустарная мелкомасштабная добыча золота является крупнейшим в мире потребителем ртути и крупнейшим источником ртутного загрязнения во всем мире, по оценкам, на каждый грамм добытого золота выделяется около двух граммов ртути; во всем мире 10-15 миллионов кустарных золотодобытчиков ежегодно выбрасывают в окружающую среду около 1000 тонн ртути [7]. Ртуть, которая также может содержаться в естественном виде в некоторых золотоносных рудах, выделяется в окружающую среду при нагревании и попадает в реки и озера, где бактерии превращают ее в метилртуть, которая биоаккумулируется в пищевой цепи, пока не попадает к людям, сокращая продолжительность жизни рабочих в Боливии на 25 лет и влияя на жизнь не менее 300 000 детей в возрасте до 5 лет на шахтах Колумбии [7,8].

Озабоченность отходами горнодобывающей промышленности связана не только с их составом, но и с большим объемом, поскольку около 99% низкосортной руды превращается в отходы, которые оказывают немедленное или долгосрочное воздействие на экосистему [9]. Можно определить отходы в начале процесса (пустая порода, которая не содержит ценной руды, но может привести к кислотному дренажу) и отходы, образующиеся в процессе добычи (хвосты или шлам, фильтрат или сточные воды и побочные химические продукты). Каждый отход по-своему влияет и взаимодействует с окружающей экосистемой. Отработанная руда может

быть источником кислотного дренажа и тяжелых металлов (Hg, Cu, As), включая остаточные цианистые фильтраты; хвосты содержат химически активные токсичные вещества и, как правило, размещаются в водохранилищах для последующей детоксикации различными методами (ионный обмен, регулировка pH, биологическая деградация, щелочное хлорирование и др.). Сточные воды горнодобывающей промышленности имеют высокую концентрацию токсичных элементов (тяжелые металлы, реагенты обогащения) и низкий pH, который можно повысить добавлением извести или других стабильных основных химикатов, а растворенные твердые вещества – удалить коагуляцией или фильтрацией. [10].

Состав хвостов золотодобычи обычно содержит до 6% пирита, высокое содержание сульфидов (влияющих на pH от 3,48 до 7,35) и большое количество стойких тяжелых металлов (As, Cd, Ni, Pb, Cu, Zn, Hg), которые вызывают последствия в экосистеме [5]. Хвосты вместе с кислотными шахтными стоками с золотого рудника вызывают беспокойство в основном из-за высокого содержания металлов (как показали различные исследования, является высоким вблизи районов добычи полезных ископаемых), которые в основном влияют на водную экосистему, вызывая различные последствия для всех организмов – от бактерий до растений, рыб и людей, которые вступают с ними в контакт (табл. 1). Последствия загрязнения экосистем (вода, почва, воздух, биота, организмы и т.д.) становятся неисчислимыми, с большим экономическим (миллионы долларов), экологическим (миллионы гектаров загрязненных и потеря водной жизни) и социальным (тысячи пострадавших людей) ущербом [9,11].

В таблице 1 кратко описано воздействие наиболее распространенных экотоксикантов, обнаруженных в отходах золотодобычи, на живые организмы в экосистеме [5,12,13]. Действительно, беспокойство вызывает тот факт, что, наряду с другими эффектами, они влияют на разнообразие сообществ, размер популяции, метаболическую активность,

структуру и функцию клеток, денатурацию белков и ДНК.

**Таблица 1.** Влияние экотоксикантов, обычно встречающихся в отходах золотодобычи, на живые организмы.

<b>Эко токси кант</b>	<b>Влияние на бактерии</b>	<b>Влияние на растения</b>	<b>Влияние на людей</b>
CN <sup>-</sup>	Ингибирование клеточного дыхания и клеточной активности.	Ингибирование дыхания, ухудшение поглощения питательных веществ, снижение роста и прорастания семян.	Затрудненное дыхание, рвота, заболевания крови, головная боль, увеличение щитовидной железы.
Hg	Окислительный стресс в клетках, истощение запасов оксидантов в клетке.	Сильное повреждение хлоропластов и митохондрий, нарушение процессов фотосинтеза и дыхания. Аккумуляция.	Неврологические и полиорганные повреждения: почек, печени, мозга, сердца, легких (в т.ч. рак); иммунной системы.
Cd	Влияние на метаболическую деятельность (минерализация и ферментативная деятельность).	Ослабление роста растений, фотосинтетической активности, активности ферментов, хлороз, вызывает окислительный стресс.	Заболевания печени, раздражение бронхов и легких, камни в почках, поражение нервной и иммунной систем.
Pb	Модификация нуклеиновых кислот и белков, ингибирование активности ферментов, изменение функций клеточных мембран.	Свинец (II) высокореактивен и токсичен для живых клеток растений, он устойчив и аккумулирует до тех пор, пока не вызывает смерть.	Болезни крови, нарушение репродуктивной и сердечно-сосудистой системы, потеря IQ и слуха.

<b>Эко токсикант</b>	<b>Влияние на бактерии</b>	<b>Влияние на растения</b>	<b>Влияние на людей</b>
As	Внутри клетки арсенат ингибирует окислительное фосфорилирование, а арсенит воздействует на основные клеточные белки.	Вызывает разрушение хлорофилла, ингибирование ферментов и аккумулируется.	Тяжелые нарушения в работе сердечно-сосудистой и центральной нервной системы. Возможен рак кожи, почек, печени и легких.
Zn	Ингибирующее действие на активность и рост клеток.	Снижение роста, ингибирование фиксации CO <sub>2</sub> , изменение проницаемости клеточных мембран, хлороз.	Ослабление иммунной системы, рак носовой полости и легких, нарушение роста и размножения.
Cu	Вредное воздействие на клеточные функции, клеточную мембрану, структуру нуклеиновых кислот и ферментов.	Влияние на деление клеток в корне и нарушение развития. Накопление в почве.	Отклонения в нервной системе. Накапливается в органах (почки, мозг, печень, роговица), вызывает раздражение дыхательных путей.
Ni	Ингибирование ферментов, окислительный стресс, повреждение ДНК и белков, другие.	Ослабление роста корней, деформация частей растения или пятна, хлороз.	Генетические нарушения, повреждение мозга и почек, психологические расстройства, нарушения сна.

Мнение о том, что отходы горнодобывающей промышленности – это всего лишь отработанные отходы, изменилось в связи с повышением экологической осведомленности и их стали рассматривать как возможный дополнительный источ-

ник золота, позволяющий увеличить срок службы шахт. [11]. В настоящее время существует несколько механизмов рекуперации интересующих металлов из отходов горнодобывающей промышленности, в частности химический и биологический – использование бактерий, растений или других живых организмов, которые могут трансформировать, аккумулировать или поглощать тяжелые металлы (биодобыча)[5].

### *Литература*

1. Energy Use in the Mining Industry [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.theworldcounts.com/challenges/planet-earth/mining/energy-use-in-the-mining-industry/story>.
2. planet-earth/mining/energy-use-in-the-mining-industry/story. Дата обращения: 11.04.2022.
3. Environmental Effects Of Gold Mining [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.theworldcounts.com/challenges/planet-earth/mining/environmental-effects-of-gold-mining/story>. Дата обращения :11.04.2022.
4. Behind the Glitter: The Gold Facts | MiningWatch Canada [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://miningwatch.ca/blog/2019/2/5/behind-glitter-gold-facts>. Дата обращения: 11.04.2022.
5. *González-Valoys A.C. et al.* Environmental challenges related to cyanidation in Central American gold mining; the Remance mine (Panama) // *Journal of Environmental Management*. 2022. Vol. 302. P.113979.
6. *Fashola M.O., Ngole-Jeme V.M., Babalola O.O.* Heavy Metal Pollution from Gold Mines: Environmental Effects and Bacterial Strategies for Resistance // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI), 2016. Vol. 13. № 11.
7. Solid Waste [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://earthworks.org/campaigns/no-dirty-gold/impacts/solid\\_waste/](https://earthworks.org/campaigns/no-dirty-gold/impacts/solid_waste/) Дата обращения: 11.04.2022.
8. Health Effects Of Mining [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.theworldcounts.com/challenges/planet-earth/mining/health-effects-of-mining/story>. Дата обращения: 11.04.2022.
9. Mercury Air Emissions from Gold Mines [Электронный

ресурс]. Режим доступа: [https://earthworks.org/issues/mercury\\_air\\_emissions\\_from\\_gold\\_mines/](https://earthworks.org/issues/mercury_air_emissions_from_gold_mines/) Дата обращения: 11.04.2022.

10. *Ledin M., Pedersen K.* The environmental impact of mine wastes - Roles of microorganisms and their significance in treatment of mine wastes. //Earth-Science Reviews. 1996. V.41. P. 67-108.

11. Hardrock Mining Wastes [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www3.epa.gov/npdcs/pubs/wastes.htm>. Дата обращения: 11.04.2022.

12. Canada N.R. Mining value from waste: a potential game changer. Natural Resources Canada, 2019. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.nrcan.gc.ca/simply-science/mining-value-from-waste-potential-game-changer/21944>. Дата обращения: 11.04.2022.

13. *Méndez J.P. et al.* Contaminación y fitotoxicidad en plantas por metales pesados provenientes de suelos y agua. 2009. P. 17.

14. *Restrepo O.J., Montoya C.A., Muñoz N.A.* Microbial degradation of cyanide from gold. 2006. P. 7.

***Buenaño Bautista Brenda Belén***

***Scientific advisor:Kharlamova Marianna Dmitrievna***

**ECOTOXICANTS IN WASTEWATER AND SLUDGE  
OF GOLD MINING OPERATIONS AND FEATURES  
OF THEIR IMPACT ON LIVING ORGANISMS  
AND BIOTA**

*Peoples' Friendship University of Russia*

The report briefly provides an overview of the situation about ecotoxicants found in gold mining waste and their effects. In the world, especially in South America, two of the most commonly used methods are with cyanide solution and mercury amalgamation, the latter is mainly used in artisanal and small-scale gold mining (ASGM). The main ecotoxicants identified are heavy metals (Hg, As, Pb, Cd, etc.), which have a potential toxic effect on the normal growth and development of living organisms, at the genetic, structural and functional levels.

*Васильченко Ю.Н.*

*Научный руководитель: к.т.н. Кучер Д.Е.*

**ПРОБЛЕМА УТИЛИЗАЦИИ КОНЦЕНТРАТА  
ФИЛЬТРАТА ОБЪЕКТОВ ПО ОБРАБОТКЕ,  
УТИЛИЗАЦИИ И РАЗМЕЩЕНИЮ ТВЁРДЫХ  
КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ**

*Российский университет дружбы народов, Россия*

[Vasilchenko\\_YN@moexp.ru](mailto:Vasilchenko_YN@moexp.ru)

Одним из ключевых для действующих на территории Московской области комплексов по переработке отходов и объектов накопленного вреда окружающей среде – закрытых для рекультивации полигонов твердых коммунальных отходов, является вопрос, связанный с утилизацией концентрата фильтрата. Проблему осложняет пробел в природоохранном законодательстве, заключающийся в отсутствии четкого понимания к какой категории отнести концентрат фильтрата: к отходам или к продуктам производства (продукции).

В настоящее время на территории России основным способом управления твердыми коммунальными отходами (ТКО) является их захоронение. Каждый объект размещения отходов (ОРО) в составе Комплекса по переработке твердых коммунальных отходов (КПО) или полигон ТКО, на котором планируются или выполняются работы по рекультивации – это биохимический реактор, результатом эксплуатации которого являются газовые и жидкие фракции (фильтрат). Фильтрационные воды образуются на дне чаши полигона в результате: инфильтрации атмосферных осадков, контактирующих с поверхностью массива отходов; водоотдачи отдельных исходно влажных видов отходов; выделения влаги из толщи отходов в результате биохимических процессов, сопровождающихся образованием воды при анаэробном разложении их органической составляющей. Соединения, входящие в состав фильтрата, являются высокотоксичными и способствуют ухудшению экологического состояния окружающей флоры и фауны, грунтовых вод, почвы, наземных водоисточников.

Именно поэтому вопрос очистки фильтрата актуален и остро стоит перед организациями, эксплуатирующими КПО и полигоны твердых коммунальных отходов.

Для примера рассмотрим полигон ТБО «Кучино» в городском округе Балашиха Московской области. Его площадь составляет 54,5 га, мощность толщи отходов – около 70 м. Объем накопленных в теле полигона отходов – 22,5 млн. куб.м или почти 30 млн. тонн. В период эксплуатации инфильтрация атмосферных осадков в тело полигона составляла примерно 30% от суммы среднегодовых атмосферных осадков или 150 тыс. куб. м в год. С завозимыми отходами (600 тыс. тонн в год) дополнительно за год поступало еще около 150 тыс. куб. м воды. Перед окончанием эксплуатации объем воды в теле полигона составлял 300 тыс. куб. м в год или 820 куб. м в сут. фильтрата, требующего очистки [1].

В связи со сложным химическим составом фильтрационных вод, изменяющимся в течение жизненного цикла ОРО, а также принимая во внимание, что состав фильтрата значительно отличается от промышленных и муниципальных сточных вод, традиционные схемы очистки для таких стоков малоприменимы, что, в свою очередь, приводит к необходимости разработки комплексных схем очистки. Приоритетной технологией очистки фильтрационных вод объектов обращения с ТКО является использование процесса обратного осмоса на локальных очистных сооружениях. Обратный осмос представляет собой физический процесс, основанный на прохождении очищаемой жидкости через полупроницаемую синтетическую мембрану из более концентрированного в менее концентрированный раствор в результате воздействия давления, превышающего разницу осмотических давлений обоих растворов [2]. При фильтрации через мембрану поток разделяется на очищенную воду (пермеат) и вторичный отход – концентрат, подлежащий утилизации (согласно ФККО: 7 39 133 31 39 3 - отходы очистки фильтрата полиго-



нов захоронения твердых коммунальных отходов методом обратного осмоса) [3].

Дополнительной проблемой для выведенных из эксплуатации полигонов ТКО в части обращения с фильтратом являются: во-первых, значительные объемы образования фильтративных вод и, как следствие, объемы концентрата фильтрата (до 50% от входящего потока); во-вторых, пробел в законодательстве, связанный с отсутствием механизма лицензирования деятельности по обращению с отходами, образующимися на таких объектах. В соответствии с положениями Федерального закона «Об отходах производства и потребления», запрещается размещение каких-либо отходов на объектах, не внесенных в государственный реестр объектов размещения отходов (ГРОРО). Одновременно, Порядком ведения государственного кадастра отходов установлено, что объекты размещения отходов, выведенные из эксплуатации (в том числе рекультивированные или законсервированные), не подлежат включению в ГРОРО [4]. Таким образом, если рассматривать концентрат фильтрата как отход, образующийся в результате очистки фильтративных вод, то для выведенных из эксплуатации объектов размещения ТКО в рамках действующего законодательства возможен только вариант вывоза такого отхода для утилизации (захоронения) на сторонних площадках. Использование такого подхода приводит к необходимости организации специально оборудованных объектов по обращению с отходом III класса опасности для окружающей среды. Учитывая, что в настоящее время отсутствуют данные о наличии доказавших свою состоятельность технологиях по обработке концентрата фильтрата, можно утверждать, что вопрос остается открытым [5].

Для эксплуатируемых объектов размещения отходов в составе КПО, проблема стоит не так остро в связи с тем, что на современных комплексах по обработке ТКО захоронению подлежат, как правило, «хвосты» 2-го рода – остатки ТКО после извлечения из них вторичных материальных ресурсов

(ВМР) и отсева с преимущественным содержанием органических веществ. Таким образом, на ОРО попадают отходы, которые в целом не являются при соблюдении технологии захоронения ТКО значимым источником образования фильтрационных вод (в количественном и качественном отношении) и могут быть очищены, в том числе без применения мембранных технологий. Однако в рамках действующего законодательства не предусмотрено иных технологий очистки фильтрационных стоков объектов размещения ТКО, кроме использования процесса обратного осмоса, в результате которого образуется отход III класса опасности [2,6]. В то же время, захоронение отходов IV-V класса опасности, образующихся в случае использования механических, химических и биологических методов очистки стоков, возможно без их транспортирования за пределы площадки образования.

По результатам анализа сложившейся ситуации, для решения выявленной проблемы, считаем целесообразным введение на законодательном уровне дифференцированного подхода к технологическим решениям, применяемым на действующих и выведенных из эксплуатации (в том числе рекультивированных или законсервированных) объектах в части определения технологии обработки фильтрационных стоков. В случае устранения правовой коллизии и категорирования концентрата фильтрата как продукта (продукции), образующегося в результате очистки фильтрационных стоков, использование концентрата фильтрата становится возможным как на новых комплексах по обработке отходов, так и на выведенных из эксплуатации объектах (при должном обосновании). Принимая во внимание, что обработка концентрата фильтрата является дорогостоящей технологией, рециркуляция фильтрационных вод, в том числе концентрированных, в тело полигона может быть эффективным решением проблемы и с экологической, и с экономической точки зрения [2].

При отсутствии скорых изменений в законодательстве по обращению с отходами, необходимо, как минимум, ужесточить

чение контроля за перемещением концентрата фильтрата при его транспортировании за границы территории объектов переработки и захоронения ТКО, например, внедрение навигационно-информационных систем с использованием технологий ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS для автотранспорта перевозчиков фильтрационных стоков и концентрата фильтрата, введение системы «Электронный талон» для участников данного рынка. Эти меры позволят в переходный период минимизировать экологические риски, связанные с недобросовестным исполнением лицензиатами – отходоперевозчиками (отходополучателями) своих обязанностей по транспортированию (обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению) рассматриваемого отхода III класса опасности.

В настоящее время ведется активная работа по внедрению новых наилучших доступных технологий при размещении отходов производства и потребления, в том числе при обращении с концентратом фильтрата. По сравнению с данными на 2016 год, когда нормативными документами отрицалось наличие перспективных технологий по обращению с фильтрационными водами, за истекшие 5-6 лет видны явные улучшения в данном направлении: обсуждаются такие новые технологии обработки концентрата фильтрата как вакуумная сушка, технология литификации фильтрата включена в блок Перспективных технологий ИТС 17-2021 [2,6]. Однако внедрение таких технологий – процесс длительный и с неоднозначным итогом, а решать проблему объектов накопленного вреда – основных источников образования фильтрационных стоков, объемы которых исчисляются сотнями тысяч кубических метров в год, нужно срочно.

### *Литература*

1. Трушин Б.В. Технологии обращения с фильтратом на полигонах: немецкий опыт и российская практика. Материалы 14-ой международной выставки по управлению отходами, природо-

охранным технологиям, экологии и возобновляемой энергетике ВэйстТэк. URL: <https://www.waste-tech.ru/ru-ru/blog/industry-news/news-webinar-tehnologii-ochistki-tbo.html/> Дата обращения 16.04.2022.

2. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. ИТС 17-2021 Размещение отходов производства и потребления (применяется с 01.06.2022). утвержден приказом Росстандарта от 22.12.2021 № 2965

3. Федеральный классификационный каталог отходов: утвержден приказом Росприроднадзора от 22.05.2017 № 242

4. Порядок ведения государственного кадастра отходов: утвержден приказом Минприроды России (Министерства природных ресурсов и экологии РФ) от 30.09.2011 № 792

5. Кучер Д.Е., Харченко С.Г. Экологическая безопасность: проблема понятий или источники ошибок // Экология и промышленность России. 2022. Т. 26. № 4. С. 68-71. DOI 10.18412/1816-0395-2022-4-68-71.

6. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. ИТС 17-2016 Размещение отходов производства и потребления: утвержден приказом Росстандарта от 15.12.2016 № 1885

*Yulia Vasilchenko*

*Scientific advisor: Dmitry Kucher*

**THE PROBLEM OF UTILIZATION OF LEACHATE  
CONCENTRATE OF FACILITIES FOR PROCESSING,  
UTILIZATION AND DISPOSAL OF SOLID MUNICIPAL  
WASTE**

*RUDN University, Russia*

One of the key complexes for waste processing and objects of accumulated environmental damage operating in the Moscow Region - solid municipal waste landfills closed for reclamation - is the issue related to the disposal of leachate concentrate. The main reason for the need to find ways to solve this problem is a significant gap in environmental legislation, consisting in the lack of a clear understanding of which category to attribute the leachate concentrate to: waste or production products (products).

*Вершинина Д.Д.<sup>1</sup>, Бузанова А.С.<sup>1</sup>, Глинская Е.В.<sup>1</sup>,  
Воронин М.Ю.<sup>1</sup>, Нечаева О.В.<sup>2</sup>*

## **БИООБРАСТАНИЯ В СИСТЕМЕ ТЕХНИЧЕСКОГО И ОБОРОТНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ**

<sup>1</sup>*Саратовский национальный исследовательский государственный  
университет имени Н. Г. Чернышевского, Россия*

<sup>2</sup>*Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю. А., Россия*

[elenavg-2007@yandex.ru](mailto:elenavg-2007@yandex.ru)

В работе представлены результаты многолетнего изучения микроорганизмов, участвующих в процессах биообрастания систем технического и оборотного водоснабжения Балаковской и Нововоронежской атомных электростанций. Определение количественных показателей микроорганизмов осуществляли стандартными методами. Видовую принадлежность бактерий определяли на основании анализа фенотипических свойств и молекулярных маркеров гена 16S рРНК. Численность микроорганизмов, входящих в состав биопленок, варьировала от  $10^3$  до  $10^9$  м. к. в 1 мл. Из биопленок, образуемых на оборудовании в системе технического и оборотного водоснабжения БАЛАЭС, выделено 20 видов бактерий, НВАЭС – 11 видов бактерий и 1 вид грибов. Изолированные микроорганизмы являются мезофильными аэробными и факультативно-анаэробными, широко распространенными в природных экологических системах видами бактерий.

Биологические обрастания в системах технического и оборотного водоснабжения представляют собой совокупность организмов, поселившихся и развивающихся на поверхности устройств, в трубопроводах и на конструкциях охладителей оборотной воды в виде биопленок. Более 50 % повреждений связано с воздействием бактерий, а интенсивность коррозии в значительной степени зависит от группы микроорганизмов [1-4].

Целью работы являлось выявление и идентификация микроорганизмов, участвующих в процессе биообрастания

в системах технического и оборотного водоснабжения Балаковской и Нововоронежской атомных станций.

Микробиологические исследования осуществляли стандартными методами [5, 6].

На БАЛАЭС экспериментальные гидробоксы были установлены в береговой насосной станции энергоблока № 4, машинном зале энергоблока №3, насосной станции подпитки пруда охладителя.

На НВАЭС пробы были отобраны на следующих объектах: береговая насосная станция, машинный зал энергоблока № 5, центральная насосная станция энергоблока № 5, брызгальные бассейны энергоблока № 6.

Видовую принадлежность бактерий определяли на основании анализа фенотипических (морфологических, культуральных и биохимических) свойств. Результаты идентификации подтверждали анализом молекулярных маркеров гена 16S рНК в ООО «Синтол» (г. Москва).

Статистическую обработку количественных показателей проводили с использованием программы Statistica.

Из биопленок, образуемых на пластинках гидробоксов в системе технического и оборотного водоснабжения БАЛАЭС, выделены грамотрицательные палочки (12 видов), грамположительные споровые палочки (6 видов) и грамположительные кокки (2 вида).

Численность микроорганизмов в биопленках на гидробоксах, установленных на различных участках БАЛАЭС достигала  $10^9$  м.к./мл. Этот показатель имел максимальные значения для бактерий *Bacillus halodurans* и *B. horikoshii*. Наиболее разнообразно был представлен видовой состав бактерий биопленок, образовавшихся на пластинках гидробоксов из насосной станции подпитки пруда охладителя БАЛАЭС. Бактерии *Aeromonas* sp., *A. hydrophila*, *Enterobacter kobei*, *Pseudomonas plecoglossicida*, *Rheinheimera* sp., *R. chironomi*, *Serratia marcescens*, *Bacillus halotolerans* обнаружены в составе биопленок, образуемых на

гидробоксах во всех исследуемых объектах системы технического и оборотного водоснабжения БАЛАЭС.

Из биопленок, образуемых на пластинках гидробоксов в системе технического и оборотного водоснабжения НВАЭС, выделены грамположительные неспоровые палочки (3 вида), грамположительные споровые палочки (5 видов), грамотрицательные палочки (3 вида) и плесневые грибы (1 вид).

Численность микроорганизмов в биопленках на гидробоксах, установленных на различных участках НВАЭС, достигала  $10^8$  м.к./мл. Этот показатель имел максимальные значения для бактерий *Bacillus psychrodurans* и *B. clausii*. Наиболее разнообразно был представлен видовой состав бактерий биопленок гидробоксов, которые установлены в центральной насосной станции энергоблока № 5 НВАЭС. Бактерии *Kurthia zopfii*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas mandelii* и *P. fluorescens* обнаружены в составе биопленок, образуемых на гидробоксах во всех исследуемых объектах системы технического и оборотного водоснабжения НВАЭС.

Таким образом, из биологических пленок, образуемых на металлических конструкциях в системе технического и оборотного водоснабжения БАЛАЭС, выделены мезофильные аэробные и факультативно-анаэробные бактерии 20 видов, НВАЭС – 12 видов. Изолированные микроорганизмы представлены широко распространенными в природных водных и почвенных экологических системах видами бактерий, однако некоторые виды являются условно-патогенными и могут вызывать инфекционные заболевания у человека и животных. Из исследуемых объектов БАЛАЭС изолированы микроорганизмы рода *Enterobacter*, которые выделяются из природных объектов, являются комменсалами желудочно-кишечного тракта человека и животных, однако при определенных обстоятельствах могут стать причиной развития инфекционных процессов различной локализации. Из исследуемых объектов НВАЭС также изолированы

условно-патогенные бактерии рода *Enterobacter* и плесневые грибы *Purpureocillium lilacinum*, которые способны вызывать инфекционные заболевания у иммунокомпроментированных лиц. Обнаружение условно-патогенных микроорганизмов может свидетельствовать об увеличении антропогенной нагрузки на источники водоснабжения БАЛАЭС и НВАЭС.

### Литература

1. *Muhammad M. H., Idris A. L., Fan X., Guo Y., Yu Y., Jin X., Qiu J., Guan X., Huang T.* Beyond Risk: Bacterial Biofilms and Their Regulating Approaches // *Frontiers in Microbiology*. 2020. Vol. 11. DOI:10.3389/fmicb.2020.00928

2. *Хасанова Д. И., Сафин Д. Х.* Анализ причин биоотложений в системах оборотного водоснабжения нефтехимических производств // *Экология и промышленность России*. 2014. №4. С. 48-52.

3. *Орлова М. И., Родионов В. А.* Биообрастание, морские и континентальные воды: теория, практика, перспективы региональных междисциплинарных исследований // *Фундаментальная и прикладная гидрофизика*. 2020. Т. 13, № 4. С. 121-136.

4. *Telegdi J., Shaban A., Trif L.* Review on the microbiologically influenced corrosion and the function of biofilms // *International Journal of Corrosion and Scale Inhibition*. 2020. 9. DOI: 10.17675/2305-6894-2020-9-1-1.

5. *Глинская Е. В., Савельева А. С., Воронин М. Ю.* Бактериообрастания в системе технического водоснабжения Нововоронежской атомной электростанции // *Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Химия. Биология. Экология*. 2019. Т. 19, вып. 4. С. 481–484. DOI:10.18500/1816-9775-2019-19-4-481-484

6. *Кирилова А. В., Глинская Е. В., Воронин М. Ю., Савельева А. С.* Бактериообрастания в системе технического водоснабжения Балаковской атомной электростанции // *Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия*



*Vershinina D.D.<sup>1</sup>, Buzanova A.S.<sup>1</sup>, Glinskaya E.V.<sup>1</sup>,  
M.Y. Voronin<sup>1</sup>, O.V. Nechaeva<sup>2</sup>*

**BIOFOULING IN THE SYSTEM OF TECHNICAL  
AND RECYCLING WATER SUPPLY OF NUCLEAR  
POWER PLANTS**

*<sup>1</sup>Saratov National Research University n.a. N.G. Chernyshevsky,  
Russia*

*<sup>2</sup>Saratov State Technical University named after Y. A. Gagarin, Russia*

The results of the long-term study of microorganisms participating in biofouling processes in the technical and recycling water supply systems of Balakovo and Novovoronezh nuclear power plants are presented in the work. The quantitative indices of microorganisms were determined by standard methods. The species identity of the bacteria was determined based on the analysis of their phenotypic properties and molecular markers of the 16S rRNA gene. The number of microorganisms included in biofilms ranged from 10<sup>3</sup> to 10<sup>9</sup> m.c. per ml. 20 species of bacteria and 11 species of bacteria and 1 species of fungi were isolated from biofilms formed on the equipment in the system of technical and recycling water supply of BALNPP. The isolated microorganisms are mesophilic aerobic and facultative anaerobic, widely spread in natural ecological systems bacterial species.

*Воронин В.Л.*

**ПРОБЛЕМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
ПОДЗЕМНЫХ ВОД, ВЫЗВАННЫЕ  
НЕСОВЕРШЕНСТВОМ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА**

*Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, Россия*  
[v\\_voronin@list.ru](mailto:v_voronin@list.ru)

Подземные воды – неотъемлемый элемент гидросферы и, в соответствии с требованиями водного законодательства, подлежат охране от загрязнения и истощения. В то же время, использование и контроль состояния подземных вод регулируются законодательством о недрах. Такая двойственность вызывает несогласованность действий государственных органов, регулирующих использование подземных вод. Кроме того, базовые принципы законодательства о недрах, при автоматическом их переносе на регулирование использования подземных вод, снижают его эффективность.

Исторически сложилось, что изучение использования подземных вод в России производилась структурами геологической отрасли, в советское время – Министерства геологии СССР. При этом регулирование использования пресных подземных вод осуществлялось структурами Министерства водного хозяйства СССР и союзных республик. Такая система соответствовала характеру подземных вод, как объекта регулирования. С одной стороны, подземные воды (в особенности воды зоны активного водообмена) являются неотъемлемым элементом гидросферы и активно взаимодействуют с поверхностными. С другой стороны, гидрогеологические структуры наследуют геологические: состав, характер движения и границы распространения подземных вод определяются структурой и характером вмещающих их горных пород.

В 1995 году с принятием Водного кодекса РФ вопросы использования ресурсов подземных вод были отнесены к совместному ведению органов, регулирующих водное хозяйство и использование недр. С 2007 года с вводом в действие новой редакции Водного кодекса РФ (далее ВК) вопросы регулирования использования подземных вод были полнос-

тью переданы в ведение органов, регулирующих недропользование. В настоящее время регулирование использования подземных вод осуществляется Федеральным агентством Роснедра, а с 2015 года добыча подземных вод малыми водозаборами (до 500 м<sup>3</sup>/сутки) – органами власти субъектов федерации, отвечающими за использование недр.

Гидрогеологические структуры представляют собой сложный комплекс потоков подземных вод в пределах отдельных водоносных горизонтов, связанных между собой и с поверхностными водными объектами. Основным отличием добычи подземных вод от добычи полезных ископаемых является то, что в результате добычи полезных ископаемых объект этой добычи исчезает – месторождение полезных ископаемых полностью вырабатывается. В случае подземных вод водоносные горизонты остаются и после прекращения их добычи, более того, количество подземных вод, снижающееся при их эксплуатации, восстанавливается после её завершения. С этой точки зрения отличаются и основные задачи, стоящие перед регулированием добычи подземных вод и полезных ископаемых. Основными задачами регулирования использования подземных вод является сохранение водных ресурсов, их охрана от загрязнения и истощения. Задачей же регулирования добычи полезных ископаемых является наиболее эффективное с экономической точки зрения использование ограниченного ресурса. Задачи сохранения объекта добычи не ставятся. Вопросы охраны окружающей среды решаются в рамках разработки и экспертизы проектной документации на добычу полезных ископаемых.

Другое отличие состоит в том, что обычно различные водозаборы эксплуатируют совместно одни и те же водоносные горизонты. При размещении водозаборов необходимо учитывать их взаимодействие, увеличение производительности одного водозабора может привести к сокращению производительности другого. Более того, неудачное размещение водозабора может заблокировать возможность разме-

щения на прилегающей территории других, более производительных водозаборов. Решение таких вопросов невозможно без единой системы управления подземными водами. Отнесение малых водозаборов в ведение субъектов федерации, произошедшее в 2015 г. с внесением изменений в ст. 2.3 Федерального закона «О недрах» (далее ЗоН), препятствует созданию такой системы. Паллиативным решением этой проблемы является передача государственных функций по регулированию использования подземных вод на уровень субъектов федерации, что допускается ст. 3.1 ЗоН. Такая передача осуществлена на территории г. Москвы. В стратегии развития Кузбасса [1] также предусматривается заключение соответствующих соглашений. При этом функции управления ресурсами подземных и поверхностных вод оказываются в одних руках. Однако это противоречит одному из базовых принципов, зафиксированных в п. 9 ст. 3 ВК: *«регулирование водных отношений в границах бассейновых округов»* которые не совпадают с границами субъектов РФ.

Основным механизмом распределения ресурсов подземных вод является процедура оценки и утверждения их запасов. Появившийся в 1950-е годы термин «запасы подземных вод» встретил неоднозначную реакцию со стороны гидрогеологов. В частности, против использования термина «запасы» в отношении ресурсов подземных вод возражал Ф.П. Саваренский [2]. Действительно, в структуре ресурсов пресных подземных вод присутствуют «естественные запасы» – объём подземных вод, находящихся непосредственно в водоносном горизонте, уменьшение которого способно обеспечить работу водозабора [3], однако в большинстве случаев их доля незначительна и существенно уступает количеству воды, поступающей в водоносный горизонт при его питании. Привязка запасов подземных вод к участкам их добычи – «месторождениям» является искусственной, в отличие от месторождений других полезных ископаемых.

Важным отличием запасов подземных вод от запасов по-

лезных ископаемых является и то, что количество полезных ископаемых в пределах месторождения является объективной величиной. Напротив, запасы подземных вод определяются обоснованной потребностью пользователя в воде. Учитывая длительные сроки проведения работ по оценке запасов и их высокую стоимость, владельцы водозаборов заинтересованы завязать количество оцениваемых запасов относительно реальной потребности в воде. Так, в Московской области на 1.01.2020 г. запасы подземных вод были оценены в 8739 тыс. м<sup>3</sup>/сутки, в то время как объём добычи подземных вод составил 1505 тыс. м<sup>3</sup>/сутки [4]. Количество запасов подземных вод, оцененное по отдельным водозаборам, уже приближается к величине ресурсов подземных вод, оцененных по всей территории Московской области в 10577 тыс. м<sup>3</sup>/сутки [5]. В ближайшее время количество утверждённых запасов неизбежно превысит естественные ресурсы. В соответствии с законодательством это означает, что необходимо прекратить утверждение дополнительных запасов подземных вод, что может привести к неблагоприятным социальным и экономическим последствиям; при этом реальный объём добычи подземных вод не превышает 15 % от величины их ресурса.

Государственный мониторинг состояния подземных вод ведётся в рамках мониторинга состояния недр. В 1960-80-х годах сформировалась сеть государственного мониторинга подземных вод, включающая скважины, оборудованные на все водоносные горизонты зоны активного водообмена. На территории Московской области существовало несколько сотен скважин, объединённых в наблюдательные кусты. Развитие этой сети остановилось в 1990-е годы и по состоянию на 1.01.2021 г. в Московской области сохранилось только 56 скважин опорной наблюдательной сети [4]. Информация из скважин государственной сети в системе мониторинга замещается данными, полученными от недропользователей по эксплуатационным скважинам. Из мониторинга выпадают

те водоносные горизонты, которые не эксплуатируются для централизованного водоснабжения, а это, в первую очередь, водоносные горизонты грунтовых вод, наиболее подверженные загрязнению.

Нормы водного законодательства, направленные на охрану водных объектов действуют и в отношении подземных вод. В частности в ст. 3 ВК постулируются «приоритет охраны водных объектов перед их использованием». В ЗоН основные требования к охране недр изложены в статье 23. В ней содержатся требования о «недопущении самовольного пользования недрами», «обеспечения полноты геологического изучения недр», «государственной экспертизы запасов подземных вод» и т.д. Единственная норма, имеющая отношение к охране подземных вод, сформулирована в п. 11 ст. 23: «предотвращение размещения отходов производства и потребления на водосборных площадях подземных водных объектов и в местах залегания подземных вод, которые используются для целей питьевого водоснабжения или технического водоснабжения или резервирование которых осуществлено в качестве источников питьевого водоснабжения» говорит об одном отдельном аспекте охраны, который касается только тех подземных водных объектов, которые предназначены для использования в определённых целях. ЗоН не содержит требований по недопущению загрязнения не эксплуатируемых водоносных горизонтов. Это же наблюдается и в нормативно-правовых актах низшего уровня. Так, действующая методика исчисления размера ущерба от загрязнения подземных вод [6] позволяет оценить ущерб подземным водам только в связи с невозможностью их эксплуатации.

Действующее в настоящее время законодательство, относящее вопросы использования подземных вод к законодательству о недрах, не обеспечивает ни рационального использования подземных вод, ни их эффективной охраны. Решение этих проблем может заключаться либо в разработке отдельных норм по регулированию использования и охране

подземных вод в рамках законодательства о недрах, либо в переносе этих вопросов в сферу водного законодательства.

#### *Литература*

1. *Шимко Т.Г., Воронин В.Л., Царев М.А., Брель О.А.* Стратегическое управление водными ресурсами Кузбасса. // Экономика промышленности. 2020. № 13. С. 366-374.

2. *Плотников Н.А.* Оценка запасов подземных вод. М.:Госгеолтехиздат. 1951

3. *Штенгелов Р.С.* Формирование и оценка эксплуатационных запасов подземных вод. М.: Недра. 1988

4. Информационный бюллетень о состоянии недр на территории ЦФО. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://specgeo.ru/upload/iblock/9aa/9aa9c36e3b6f76945c29b030ac9e271c.pdf> . Дата обращения 08.03.2021.

5. Информационный выпуск о состоянии и окружающей среды в Московской области в 2018 году. Красногорск, Министерство экологии и природопользования Московской области, 2019.

6. Методика исчисления размера ущерба от загрязнения подземных вод. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docplan.ru/Data2/1/4293749/4293749869.pdf>. Дата обращения 08.03.2021

#### *Voronin V.L.*

### **RATIONAL USE OF GROUNDWATER PROBLEMS CAUSED BY INCOMPLETE LEGISLATION**

*Faculty of Geology, M.V. Lomonosov Moscow State University, Russia*

Groundwater is an integral element of the hydrosphere and is subject to protection from pollution and exhaustion in accordance with the requirements of water legislation. At the same time, the use and control over the state of groundwater is regulated by the mineral resources legislation. This duality causes inconsistency in the actions of state bodies regulating the use of groundwater resources. In addition, the basic principles of subsoil legislation, when automatically transferred to the regulation of groundwater use, reduce its effectiveness.

*Глубокая А.С., Атаманова О.В., Тихомирова Е.И.,  
Подоксенов А.А., Симонова З.А.*

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА АДСОРБЦИИ ИОНОВ  
 $Ni^{2+}$  И  $Cd^{2+}$  НА МОДИФИЦИРОВАННОМ БЕНТОНИТЕ,  
ПОСЛЕ КИСЛОТНО-СОЛЕВОЙ АКТИВАЦИИ**

*Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А., Россия*

[O.V.Atamanova@mail.ru](mailto:O.V.Atamanova@mail.ru)

Для использования в качестве адсорбента при очистке сточных вод производств предложен модифицированный бентонит. Получены его адсорбционные характеристики при извлечении из растворов ионов  $Ni^{2+}$  и  $Cd^{2+}$ . Установлено, что наиболее эффективным является бентонит, модифицированный углеродными нанотрубками, обожженный при температуре 550 °С, активированный 18% раствором HCl и 38% раствором  $CaCl_2$ .

Экологическая безопасность Среднего Поволжья тесно связана с обеспечением качества поверхностных источников питьевого водоснабжения. Загрязнение природных водоемов недостаточно очищенными сточными водами разных производств в настоящее время приводит к созданию серьезных экологических проблем во всем регионе.

Одним из прогрессивных методов очистки сточных вод предприятий является адсорбционная очистка. Перспективным сорбционным материалом является бентонит, модифицированный УНТ и подвергшийся высокотемпературной обработке при 550 °С [1]. Целью исследований являлась проверка адсорбционной способности бентонита, модифицированного УНТ, обожженного при 550 °С, и подвергшегося кислотно-солевой активации.

Основными объектами исследований являлись модельные растворы:  $NiSO_4 \cdot 7H_2O$  и  $3CdSO_4 \cdot 8H_2O$ , содержащие ионы  $Ni^{2+}$  и  $Cd^{2+}$  в концентрациях до 50 мг/дм<sup>3</sup>. Адсорбция изучалась в статических условиях. Исследования проводились на сорбционном материале, представляющем собой бентонит (Саригюхское месторождение в Республике Армения),



модифицированный УНТ, обожженный при температуре 550 °С, активированный кислотой (HCl) и солью (CaCl<sub>2</sub>) в определенных концентрациях.

К исследованиям приняты следующие варианты активации: № 1 – активация 9% раствором HCl и 30% раствором хлористого кальция CaCl<sub>2</sub>; № 2 – активация 18% раствором HCl и 38% раствором хлористого кальция CaCl<sub>2</sub>.

Адсорбционные характеристики: величина адсорбции  $G_i$ , статическая обменная емкость COE, коэффициент межфазного распределения  $K_d$ , степень адсорбционного извлечения S определялись по стандартным методикам [2].

Проведенные исследования и построенные зависимости величины адсорбции от времени, а затем и от равновесной концентрации ионов Ni<sup>2+</sup> и Cd<sup>2+</sup> в изучаемых растворах, позволили рассчитать величины адсорбционных характеристик, приведенных в табл. 1-3.

**Таблица 1.** Значения COE при адсорбции ионов Ni<sup>2+</sup> и Cd<sup>2+</sup> исследуемым сорбентом (T=20°C)

Адсорб. ион	Вариант активации	$\overline{COE}$ , мг-экв/г	s <sup>2</sup>	$\sigma$	$\Delta COE$ , мг-экв/г	$\overline{COE} \pm \Delta COE$ , мг-экв/г
Ni <sup>2+</sup>	№1	854	0,21	0,46	±1,14	854±1,14
	№2	893	0,88	0,94	±2,33	893±2,33
Cd <sup>2+</sup>	№1	955	1,02	1,01	±2,51	955±2,51
	№2	1004	2,01	1,42	±3,53	1004±3,53

**Таблица 2.** Значения  $K_d$  при адсорбции ионов Ni<sup>2+</sup> и Cd<sup>2+</sup> исследуемым сорбентом (T=20° C)

Адсорб. ион	Вариант активации	$\overline{K_d}$ , мг/дм <sup>3</sup>	s <sup>2</sup>	$\sigma$	$\Delta K_d$ , мг/дм <sup>3</sup>	$\overline{K_d} \pm \Delta K_d$ , мг /дм <sup>3</sup>
Ni <sup>2+</sup>	№1	289,49	0,09	0,30	±0,75	289,49±0,75
	№2	302,71	0,34	0,58	±1,44	302,71±1,44
Cd <sup>2+</sup>	№1	251,31	0,08	0,28	±0,70	251,31±0,70
	№2	264,21	0,23	0,48	±1,19	264,21±1,19

**Таблица 3.** Степень адсорбционного извлечения ионов  $Ni^{2+}$  и  $Cd^{2+}$  исследуемым сорбентом ( $T=20^{\circ}C$ )

Адсорб. ион	Вариант активации	$S, \%$	$s^2$	$\sigma$	$\Delta S, \%$	$S \pm \Delta S, \%$
$Ni^{2+}$	№1	95,8	1,15	1,07	$\pm 2,66$	$95,8 \pm 2,66$
	№2	97,1	0,98	0,99	$\pm 2,46$	$97,1 \pm 2,46$
$Cd^{2+}$	№1	93,1	0,34	0,58	$\pm 1,44$	$93,1 \pm 1,44$
	№2	95,3	1,12	1,06	$\pm 2,63$	$95,3 \pm 2,63$

**Вывод.** Для очистки сточных вод от ионов  $Ni^{2+}$  и  $Cd^{2+}$  рекомендуется использовать бентонит, модифицированный УНТ, обожженный при температуре  $550^{\circ}C$ , активированный 18 % раствором  $HCl$  и 38 % раствором  $CaCl_2$ .

#### *Литература*

- Kosarev A.V., Atamanova O.V., Tikhomirova E.I., Istrashkina M.V. Kinetics of adsorption of 2-methylalinine by modified bentonite at sewage treatment // Water and Ecology. 2018. V.3. P. 24-31.*
- Краснов К.С., Воробьев Н.К., Годнев И.Н., и др., Физическая химия: учеб. для вузов. Под ред. К.С. Краснова. М.: Высшая школа, 1995.*

***A.S. Glubokaya, O.V. Atamanova, E.I. Tikhomirova,  
A.A. Podoksenov, Z.A. Simonova***

### **STUDY OF THE ADSORPTION OF $Ni^{2+}$ AND $Cd^{2+}$ IONS BY MODIFIED BENTONITE AFTER ITS ACTIVATION WITH ACID AND SALT**

*Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia*

Modified bentonite is proposed as an adsorbent for industrial wastewater treatment. The adsorption characteristics of modified bentonite were obtained during the extraction of  $Ni^{2+}$  and  $Cd^{2+}$  ions from solutions. It has been established that the most effective for the extraction of  $Ni^{2+}$  and  $Cd^{2+}$  ions from water is bentonite modified with carbon nanotubes (CNTs), fired at a temperature of  $550^{\circ}C$ , activated with 18%  $HCl$  solution and 38%  $CaCl_2$  solution.

*Губарь Е.В., Тупицына О.В.*  
**МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ  
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБЪЕКТОВ  
НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ**

*Самарский государственный технический университет, Россия*  
[e.v.gubar@mail.ru](mailto:e.v.gubar@mail.ru)

Результаты данной статьи являются попыткой разработки методологии прогноза производительности и определения контура месторождений в составе лицензионного участка, как объекта I категории негативного воздействия на окружающую среду, с целью последующего принятия управленческих решений по системе мероприятий в области обращения с отходами, разработки программ повышения экологической эффективности с учетом развития месторождений. Применение многопараметрического метода оценки позволит не только выявлять дополнительные объемы неконтролируемого воздействия и реализовывать предупреждающие меры, но и поддерживать связь между участниками процесса природопользования: органами государственной власти, общественностью, производством.

Ключевым изменением, затрагивающим основные виды деятельности в области экологической безопасности в период внедрения наилучших доступных технологий (НДТ), является введение новой системы технологического нормирования воздействия на окружающую среду.

Нефтегазодобывающие месторождения с учетом основного функционального назначения относятся к объектам I категории по уровню негативного воздействия на окружающую среду (НВОС). Основным показателем экологической безопасности таких объектов является достижение технологических нормативов, устанавливаемых с применением технологических показателей, не превышающих аналогичных показателей НДТ [1]. Технологический норматив является комплексным параметром, однако он не учитывает технологические особенности, существующую экологическую ситуацию и перспективы её развития

в условиях разработки месторождений.

Обзор известных научных работ позволил выявить ряд исследований, направленных на комплексную оценку экологических рисков деятельности нефтегазодобывающих предприятий [2, 3, 4]. Интересны работы авторов [1, 5, 6] по обзору изменений законодательства и технологического нормирования в области охраны окружающей среды, рассмотренные в контексте устойчивого развития.

Инструменты, представленные в рассмотренных работах, реализуются и потенциально доступны в составе идеологии технологического нормирования объектов НВОС I категории для производств постоянного технологического цикла на локализованной территории. Для производств изменяющегося технологического цикла применяемая идеология технологического нормирования требует обязательного учета как условий эксплуатаций, так и расположения источников негативного воздействия.

В рамках данной работы при оценке объектов нефтегазодобычи использовано описание технологических процессов, результаты инвентаризации источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и оценки воздействия на окружающую среду, данные периодического экологического мониторинга и контроля.

Прогноз производительности и определение контура объекта негативного воздействия, как объекта I категории по НВОС, является комплексной задачей, которая решается посредством следующих этапов:

1. Определение географической границы объекта негативного воздействия при постановке данного объекта на учет и определении границы защитной охранной зоны (в данном случае санитарно-защитной зоны).

2. Анализ видов и количественных значений выбросов по каждому маркерному веществу.

3. Определение диапазона производительности объекта . в части моделирования процессов, в которых он может

изменять свою производительность, обеспечивая выполнение технологических показателей.

Решение вышеуказанных задач для эксплуатируемого объекта и для объекта нового строительства предполагает последовательную реализацию следующих этапов:

- проведение натурных исследований на стационарных и нестационарных источниках выбросов,
- определение границ зон не превышения установленных величин на границах защитных и охранных зон,
- прогноз соблюдения указанных зон для различных производительностей. Предполагает построение модели пространственного распределения загрязняющих веществ в атмосферном воздухе (для выбросов) или в поверхностном водном объекте (для сбросов),
- расчет технологического норматива для данных инвентаризации, расчетных параметров и источников сбросов и выбросов,
- прогнозирование производительности объектов нефтегазодобычи, как объектов НВОС I категории, по видам выпускаемой продукции с учетом сложившихся территориальных ограничений с целью соблюдения и не превышения технологических нормативов на протяжении семилетнего периода.

В случае невозможности соблюдения технологических нормативов нефтегазодобывающих предприятиям необходимо разработать программы повышения экологической эффективности на период поэтапного достижения нормативов. Возникает необходимость в комплексной оценке объектов нефтегазодобычи, как многопараметрических систем, при определении основных лимитирующих критериев в условиях наличия очевидных параметров и скрытых корреляций, определяющих условия внедрения НДТ.

Перспективным направлением является разработка многомерных моделей с применением известных методов

хеометрики (англ. – *chemometrics*), например, метода главных компонент (PCA) и метода частичной регрессии наименьших квадратов (PLS).

Предложенная в данной работе методология анализа объектов нефтегазодобычи позволит решить следующие задачи:

1) Разработать системы планирования эксплуатации нефтегазодобывающих месторождений.

2) Осуществлять геоэкологическую и геолого-экономическую оценку нефтегазовых месторождений с выявлением возможных рисков и стратегических направлений повышения эффективности их эксплуатации.

3) Сформировать принципы очередности и сроков ввода объектов нефтегазодобычи в эксплуатацию, исключающие нарушения требований промышленной и экологической безопасности.

#### *Литература*

1. *Волосатова А.А., Морокишко В.В., Цай М.Н., Бегак М.В.* Анализ правового регулирования получения комплексного экологического разрешения // Компетентность. 2020. № 1. DOI: 10.24411/1993-8780-2020-1-0104

2. *Gorlenko N., Murzin M., Belyaevsky R.* Assessment of Environmental Risks at Oil and Gas Production Companies Using an Integrated Method. E3S Web of Conferences. 2020. 174. P.02033 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017402033>

3. *Шагарова Л.Б.* Разработка методики комплексной оценки экологических решений для промышленных объектов нефтегазового комплекса: дис. ... канд. техн. наук: 11.00.11. Москва. 2000.

4. *Ponomarenko T., Marinina O., Nevskaya M., Kuryakova K.* Developing Corporate Sustainability Assessment Methods for Oil and Gas Companies. // Economies. 2021. №9. P.58 <https://doi.org/10.3390/economies9020058>

5. *Волосатова А.А., Пятница А.А., Гусева Т.В., Almgren R.* Наилучшие доступные технологии как универсальный инструмент

совершенствования государственных политик // ЭКОНОМИКА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ. 2021. № 4(48). С.17-23

6. Малков А.В., Морокишко В.В., Ильина В.И. Программа повышения экологической эффективности как инструмент экологического менеджмента промышленных предприятий // Экономика устойчивого развития. 2021. № 4(48). С.112-115

*Elena Gubar, Olga V. Tupitsyna*  
**A MULTI-PARAMETER APPROACH TO ASSESSING  
THE ENVIRONMENTAL PERFORMANCE  
OF OIL AND GAS PRODUCTION FACILITIES**

*Samara State Technical University, Russia*

The results presented in this article are an attempt to develop a methodology for forecasting performance and determining the contour of the object of negative impact as an object of I category of environmental impact in order to further management decisions on the system of measures in the field of waste management, development of programs to improve environmental efficiency, taking into account the development of fields. Application of multiparametric method of assessment will allow not only to identify additional volumes of uncontrolled impact and implement preventive measures, but also to maintain communication between the participants of the process of environmental management: public authorities, public, production.

*Двинин Д.Ю.<sup>1</sup>, Даванков А.Ю.<sup>1,2</sup>,  
Плаксина А.Л.<sup>1</sup>, Юсифов Э.Ф.<sup>3</sup>*

**МОДЕЛИРОВАНИЕ СОЦИО-ЭКОЛОГО-  
ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ РЕГИОНА  
ПРИ УСЛОВИИ ПЕРЕХОДА К ВОЗОБНОВЛЯЕМЫМ  
ИСТОЧНИКАМ ЭНЕРГИИ И СОХРАНЕНИИ  
УГЛЕРОДНОГО БАЛАНСА**

<sup>1</sup>*Челябинский государственный университет, Россия*

<sup>2</sup>*Челябинский филиал Института Экономики УрО РАН, Россия*

<sup>3</sup>*Институт ботаники Национальной Академии Наук  
Азербайджана (НАНА), Азербайджан*

[dvinin1981@mail.ru](mailto:dvinin1981@mail.ru)

Исследование посвящено формированию модели для оценки уровня сбалансированности развития социо-эколого-экономической системы региона вследствие увеличения доли альтернативной энергетики в региональном энергобалансе и при условии сохранения углеродного баланса. На примере регионов Уральского федерального округа Российской Федерации установлено: что в Свердловской, Челябинской, Курганской и Тюменской области даже значительное увеличение доли возобновляемой энергетики в энергобалансе, не позволит достичь углеродной сбалансированности, для этого потребуется дополнительное выведение до 8,5-57,4% территорий регионов в режим особого природопользования.

В статье приводится авторская модель для оценки уровня сбалансированности развития социо-эколого-экономической системы региона вследствие увеличения доли альтернативной энергетики в региональном энергобалансе и при условии сохранения углеродного баланса. Модель основывается на анализе соотношений между ключевыми элементами социо-эколого-экономической системы. Это дает возможность спрогнозировать уровень сбалансированности хозяйственной деятельности в регионе с ассимиляционным потенциалом природной среды территории, и возможностью сохранения углеродного баланса. Особенность представлен-



ной модели в том, что оценка изменения уровня сбалансированности осуществлялась с учетом перехода к использованию альтернативных источников энергии и возможностью региональных экосистем поглощать, либо эмитировать углекислый газ. При моделировании учитывалось, что возобновляемая энергетика использует материально-энергетические потоки циркулирующие в природных системах, что способствует достижению общей сбалансированности [2]. Однако на возможность сохранения углеродного баланса в регионах в значительной степени влияют ландшафтные особенности региона [1]. Поэтому в отдельных регионах необходимо выявить дополнительные площади экосистем с особым режимом природопользования, которые позволят поддерживать углеродный цикл в оптимальном состоянии. Сформированная модель была апробирована на примере регионов Уральского федерального округа Российской Федерации. Установлено, что в четырех регионах округа присутствует эмиссия углекислого газа с антропогенно нарушенных территорий: Свердловская (17,9 млн. т.), Челябинская (45,04 млн. т.), Курганская (40,9 млн. т.) и Тюменская (13,03 млн. т.) области. Таким образом, даже при условии возрастания доли возобновляемой энергии в энергобалансе до 37-93%, и достижения общей сбалансированности, углеродный цикл окажется нарушенным. Для его сохранения потребуется дополнительное выведение до 8,5-57,4% территорий регионов в режим особого природопользования

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-28-00287, <https://rscf.ru/project/22-28-00287/>

### *Литература*

1. Двинин Д.Ю., Даванков А.Ю. Влияние уровня развития альтернативной энергетики на сбалансированность регионов Уральского федерального округа // Экономическая теория. 2021. Т.18. № 2. С. 265-276.

2. *Проскуракова Л.Н., Ермоленко Г.В.* Возобновляемая энергетика 2030: глобальные вызовы и долгосрочные тенденции инновационного развития. М.: НИУ ВШЭ. 2017. .

*Dvinin D.Y.,<sup>1</sup> Davankov A.Y.,<sup>1,2</sup> Plaksina A.L.<sup>1</sup>, Yusifov E.F.<sup>3</sup>*  
**MODELING OF THE SOCIAL, ENVIRONMENTAL  
AND ECONOMIC SYSTEM OF THE REGION  
ON THE PREMISE OF TRANSITION TO RENEWABLE  
ENERGY SOURCES AND MAINTAINING  
THE CARBON BALANCE**

*<sup>1</sup>Chelyabinsk State University, Russia*

*<sup>2</sup>Chelyabinsk Branch of the Institute of Economics of the Ural Branch  
of the Russian Academy of Sciences, Russia*

*<sup>3</sup>Institute of Botany of Azerbaijan National Academy of Sciences  
(ANAS), Azerbaijan*

The study is devoted to the formation of a model for assessing the level of balance in the development of the socio-ecological and economic system of the region due to an increase in the share of alternative energy in the regional energy balance and subject to maintaining the carbon balance. Using the example of the regions of the Ural Federal District of the Russian Federation, it has been established that in the Sverdlovsk, Chelyabinsk, Kurgan and Tyumen regions, even a significant increase in the share of renewable energy in the energy balance will not allow achieving carbon balance, this will require an additional withdrawal of up to 8.5-57.4% of the territories regions in the regime of special environmental management.

*Достовалова Д.А.<sup>1</sup>, Подгородецкий Н.С.<sup>2</sup>,  
Завадский Я.В.<sup>1</sup>, Володин А.В.<sup>1</sup>*

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ УГЛЯ**

*<sup>1</sup>Макеевский научно-исследовательский институт  
по безопасности работ в горной промышленности, Донецкая  
народная республика*

*<sup>2</sup>Донбасская национальная академия строительства  
и архитектуры, Донецкая народная республика  
[dasha.dostovalova1997@mail.ru](mailto:dasha.dostovalova1997@mail.ru)*

В статье выбрана оптимальная технология переработки угольных шламов Донецкого угольного бассейна в товарную продукцию с новыми потребительскими свойствами на основе экспериментальных показателей содержания влаги, золы, серы и выхода летучих веществ.

Продуктивная толща Донецкого угольного бассейна содержит угольные пласты мощностью 0,6–1,5 м [1]. При этом их вынимаемая мощность выше, чем геологическая, из-за значительной доли очистных забоев, работающих с присечкой боковых пород. Это способствует повышению зольности рядового угля, поступающего на обогатительные фабрики, и резко увеличивает образование отходов в виде обводненных шламов и тонких илов. В их твердой части кроме органического вещества углей, содержится от 30 до 80% минеральной части, а также эти отходы характеризуются высоким содержанием воды – до 50 масс. %, что затрудняет их сбыт и использование [2].

Целью исследования является повышение экологической безопасности обогатительных фабрик путем выбора рациональной технологической схемы переработки угольных шламов в товарную продукцию с новыми потребительскими свойствами.

Выход шламов на обогатительных предприятиях состав-

ляет от 0,5 % до 10 % от объема перерабатываемого угля, зольность изменяется от 14 % до 70 %, влажность от 12 % до 60%, а гранулометрический состав характеризуется большим объемом углей класса менее 0,5 мм (+0,5мм составляет от 2% до 15%, а класс -0,5 мм составляет от 40% до 90%) [2].

Для проведения исследования были отобраны пробы шламов ООО «ЦОФ «Пролетарская»» и ЦОФ «Шахтерская» ГУП ДНР «Торезантрацит».

**Таблица 1.** Качественные характеристики шламов ООО «ЦОФ «Пролетарская» и ЦОФ «Шахтерская» ГУП ДНР «Торезантрацит»

Предприятие	Выход летучих веществ, $V^a$ , %	Влажность $W^a$ , %	Зольность $A^a$ , %	Содержание серы, $S^a$ , %
ООО «ЦОФ «Пролетарская»	11,08	30,5	41,23	0,4
ЦОФ «Шахтерская» ГУП ДНР «Торезантрацит»	33,3	39,7	26,9	0,39

На основании проведенного химического анализа авторами выбрана и модернизирована следующая схема переработки угольных шламов (рисунок 1).

Первоначальным этапом утилизации угольного шлама будет являться отделение угольной составляющей от жидкой фазы путем сгущения в поле центробежных сил. В результате получатся два полупродукта – сгущенный угольный шлам, представляющий собой суспензию с содержанием твердой фазы 60-75 %, и техническая вода.

Отделенный угольный шлам будет перерабатываться в зависимости от дальнейшего применения (водоугольное топливо, сырье для коксования, полукоксования, твердые энергетические топлива и т.д.). При необходимости его

можно обогатить методом масляной агломерации, так как крупность частиц угольного шлама (менее 500 мкм) не позволяет это сделать другими методами. Хвосты обогащения могут использоваться в технологиях извлечения ценных элементов, строительных материалов и т.п.

Техническая вода будет проходить стадии отстаивания, отделения от остатков твердой фазы флотацией и очищения химическими методами. После этого в воде установится определенная концентрация веществ органического происхождения – флотационных реагентов и флокулянтов.

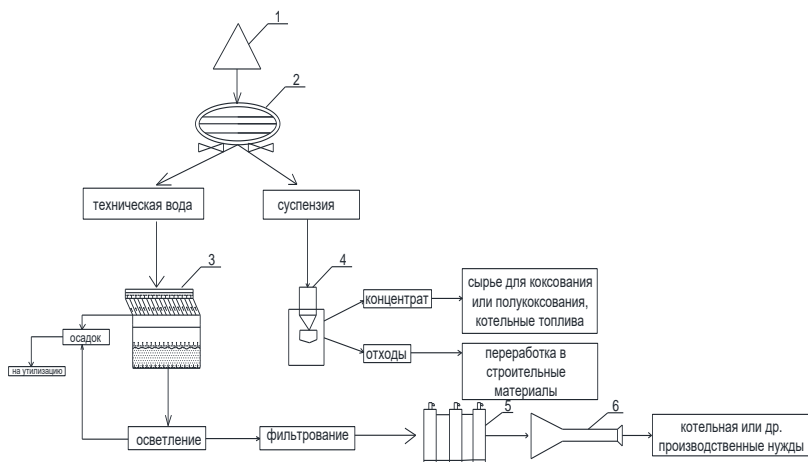
Многочисленная циркуляция технической воды и ее контактирование с углем приводят к поглощению твердой фазой избытка флокулянтов и флотореагентов. Таким образом, происходит очищение технической воды от флокулянтов и флотореагентов. Глубокая очистка оборотной воды от флокулянтов и флотореагентов может производиться сорбционным методом с помощью активного угля.

Снизить содержание растворимых веществ можно методами химической или физико-химической водоподготовки. Осадок, выделяемый на различных стадиях водоподготовки, также можно использовать в технологиях извлечения ценных элементов и строительных материалов.

Воду, очищенную от нерастворимых, растворимых солей и флотореагентов, согласно данной схеме, можно использовать в котельных установках или для других производственных нужд.

В результате промышленной реализации этой технологической схемы утилизации угольного шлама на углеобогащающих предприятиях, будут найдены и внедрены новые направления применения технологий обогащения сырья и угольной продукции из которых могут быть получены не только ценные угольные концентраты, но и извлечены редкие и ценные элементы, значительно превосходящие по стоимости добываемые угли. Соответственно повысится

конкурентоспособность угольной продукции Донецкого региона на рынке сбыта.



**Рис. 1.** Технологическая схема переработки угольных шламов:

1-угольный шлам; 2-сгуститель; 3-тонкослойный отстойник; 4-масляный агломератор; 5- водоподготовительный комплекс; 6-электрофильтр

В ходе исследования установлено, что для высокосольных шламов ООО «ЦОФ «Пролетарская» и ЦОФ «Шахтерская» ГУП ДНР «Торезантрацит» с дальнейшим усовершенствованием до комплексной в условиях Донецкого угольного бассейна подходит технологическая схема отделения угольного шлама от жидкой фазы с дальнейшим его обогащением методом масляной агломерации, очисткой жидкой фазы и ее использованием для производственных нужд.

Это позволит получить не только ценные угольные концентраты, но и извлечь редкие и ценные элементы, значительно превосходящие по стоимости добываемые угли, а также повысить конкурентоспособность угольной продукции Донецкого региона на рынке сбыта.

### *Литература*

1. *Замковой В.П.* Донбасс. М. 1962; Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР. М., 1963. Т. 12.
2. *Серёгин А.И.* Переработка угольных шламов в товарные продукты нетрадиционным физико-химическим воздействием. Дисс. ... канд. техн. наук: 05.17.07. Москва, 2009.
3. *Достовалова Д.А., Подгородецкий Н.С.* Снижение негативного влияния на окружающую среду последствий добычи и первичной переработки полезных ископаемых // Актуальные проблемы экологии и природопользования: сборник научных трудов XXII Международной научно-практической конференции : в 3 т. Москва, 22–24 апреля 2021 г. Москва: РУДН. 2021. С.34-39
4. *Серёгин А.И., Горлов Е.Г.* Разработка технологических схем переработки угольных шламов в товарную продукцию. // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2009. № 8. С.342-346.4.
5. ГОСТ 11022-95 «Топливо твердое минеральное. Методы определения зольности».
6. ГОСТ Р 55660-2013 «Топливо твердое минеральное. Определение выхода летучих веществ».

***Dostovalova D.A.<sup>1</sup>Podgorodetsky N.S.<sup>2</sup>,***

***Zavadsky Ya.V.<sup>1</sup>, Volodin A.V.<sup>1</sup>***

### **IMPROVING THE ENVIRONMENTAL SAFETY OF PRIMARY COAL PROCESSING ENTERPRISES**

*<sup>1</sup>Makeyevsky Research Institute for the Safety of Work in the Mining  
Industry, Donetsk people's republic*

*<sup>2</sup>Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture,  
Donetsk people's republic*

The article selects the optimal technology for processing coal sludge from the Donetsk coal basin into commercial products with new consumer properties based on experimental indicators of moisture content, ash, sulfur and volatile matter yield.

*Ибрагимова А.Н.*

*Научный руководитель: д.б.н. Орлова В.С.*

**ОЦЕНКА АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ  
НОВЫХ ПОЛИФЕНОЛЬНЫХ И ХИНОИДНЫХ  
СОЕДИНЕНИЙ - ПЕРСПЕКТИВНЫХ КОМПОНЕНТОВ  
ТОПЛИВНЫХ ПРИСАДОК**

*Российский университет дружбы народов, Россия*

[shanina.nasty@gmail.com](mailto:shanina.nasty@gmail.com)

В статье представлено исследование антиоксидантных свойств и токсичности новых полифенольных и хиноидных соединений.

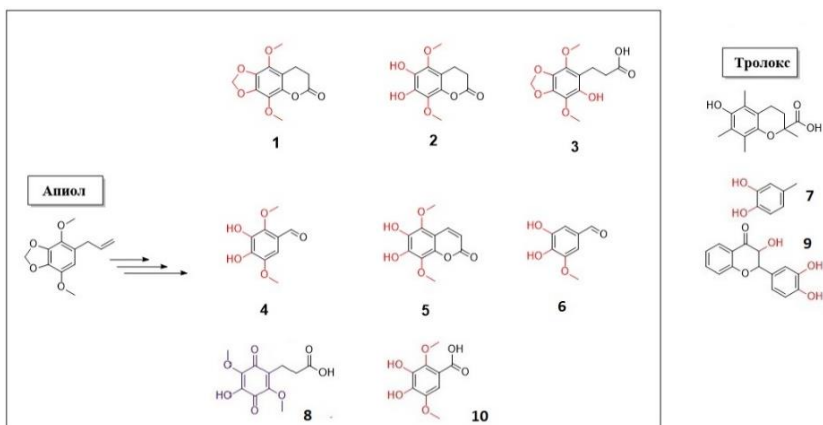
Антиоксидантная активность определялась поДФПГ тесту, а токсичность - по МТТ-тесту. Было определено, что исследуемые соединения могут быть рекомендованы для разработки топливных присадок.

На сегодняшний день остро встает проблема загрязнения воздуха выхлопными газами (ВГ) автомобилей [1]. Основные токсичные компоненты ВГ образуются в ходе инициирования при горении цепных реакций, ингибируемых антиоксидантными топливными присадками. В связи с тем, что многие антиоксидантные соединения вредны для человека, приоритетен поиск веществ с низкой токсичностью [2].

Цель работы - определить АОА исследуемых соединений, оценить их токсичность.

АОА оценивали методомДФПГ теста. Растворенные в смеси этанола и ДМСО 9:1 соединения 1-10 добавляли к растворенному в 50% этанолеДФПГ и проводили измерение оптической плотности (ОП). Данные представляли в виде ср.знач.  $\pm$  ст.откл снижения концентрацииДФПГ от исходной величины. Препарат сравнения - Тролокс.





**Рис.1.** Исследуемые соединения [3]

Исследование токсичности проводили на клеточной культуре нейробластомы человека. Клетки рассаживали в планшеты и дифференцировали. После добавляли исследуемые вещества. Через сутки отбирали среду и добавляли раствор МТТ. Через 3 часа удаляли среду и растворяли остаток в ДМСО. Проводили измерение ОП. Данные представляли в виде ср. знач.±ст.откл в % от ОП в контрольных лунках.

Статистический анализ данных производили при помощи программы GraphPadPrizm. Различия считались достоверными при  $p < 0,05$ .

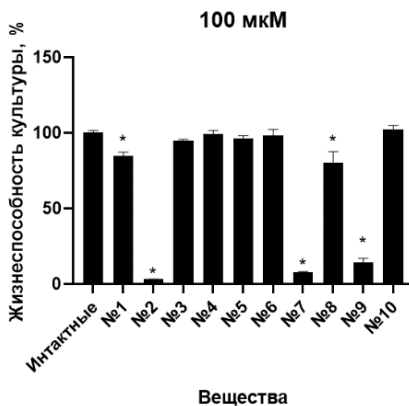
Результаты проведенных экспериментов показали, что АОА соединений 2-7, 9, 10 сопоставима с Тролоksom во всех изученных концентрациях. При этом соединения 4, 5, 6, 7 проявляют более высокую АОА, чем Тролокс, в низких концентрациях. Эффективность соединения 8 ниже Тролокса на 32,4-42,3 % в высоких концентрациях и сопоставима с ним в низких. АОА вещества 1 ниже Тролокса во всех концентрациях более чем на 70%. (табл.1).

**Табл. 1.** АОА по ДФПГ тесту

Вещ-ва	Остаток ДФПГ к 3 мин, %			
	Конц., мкМ			
	100	50	25	10
Тролокс	4,3±0,3	3,8±0,4	31,4±3,0	74,1±2,1
1	70,7±1,1*	83,7±0,2*	91,5±0,4*	95,7±0,4*
2	8,1±0,5*	8,5±0,1*	29,9±3,1	67,6±3,3*
3	6,5±0,1*	7,8±0,1*	36,4±0,8*	76,4±0,9
4	5,7±0,1	5,7±0,1*	14,9±0,5*	61,6±0,7*
5	12,9±0,2*	13,2±0,1*	13,6±0,4*	51,7±1,0*
6	10,8±1*	10,9±1,0*	22,6±3,3*	72,2±1,0
7	8,6±0,5*	9,0±0,6*	25,5±2,6*	68,9±1,9
8	36,8±1,6*	46,1±0,3*	59,8±0,7*	77,7±0,7*
9	7,3±0,7*	7,9±0,5*	36,5±0,4*	76,7±1,1
10	7,3±0,4*	12,3±0,9*	40,2±0,9*	76,5±0,4

(\*)- достоверные различия от Тролокса

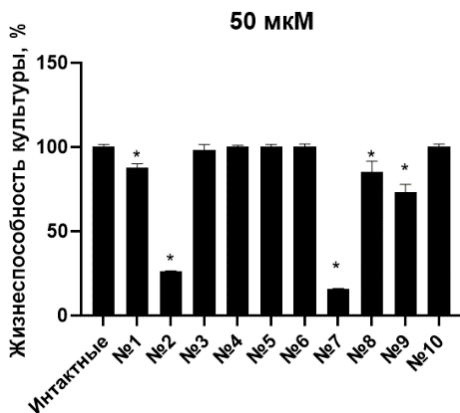
В 100 мкМ высокая гибель клеток наблюдается при действии 3-х веществ: 2, 7 и 9, также достоверно снижают жизнеспособность соединения 1 и 8 (рис.2).



**Рис.2.** Токсичность в 100 мкМ

(\* ) - достоверные различия от интактных клеток

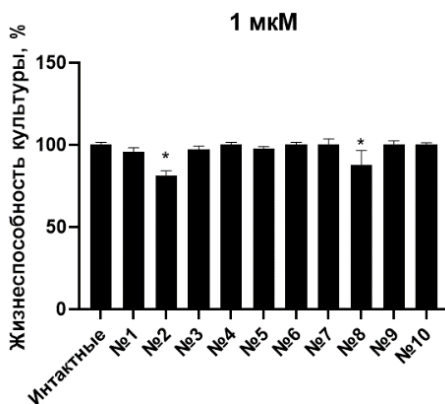
В 50 мкМ высокая гибель клеток наблюдается под действием соединений: 2 и 7, также снижают жизнеспособность соединения 1, 8, 9 (рис.3).



**Рис.3.** Токсичность в 50 мкМ

(\*) - достоверные различия от интактных клеток

В 1 мкМ наблюдается снижение жизнеспособности под действием веществ 2 и 8 (рис.4).



**Рис.4.** Токсичность в 1 мкМ

(\*) - достоверные различия от интактных клеток

Таким образом, новые полифенольные и хиноидные соединения обладают высокой АОА. При этом полифенольные

соединения, представленные в исследованиях Е.Б. Фокса [4], имеют схожую АОА. Также эти соединения способны интенсифицировать процесс горения в составе топливных присадок. А потому мы предполагаем, что исследуемые нами вещества также могут обрывать цепные реакции окисления при горении топлива. На следующем этапе будут проведены исследования АО свойств в условиях процесса горения.

Семь исследуемых соединений (3-7 и 9, 10) из десяти обладают высокой АОА, сопоставимой со стандартным антиоксидантом Тролоксом, и низкой токсичностью до 1 мкМ и могут быть рекомендованы для использования в разработке топливных присадок.

#### *Литература:*

1. Дьяков А.Ф. Малая энергетика России. М.: НТФ «Энергопресс», 2009.
2. Алексанян К.Г и др. История развития и применения антиокислительных присадок для топлив и масел // Известия высших учебных заведений. 2018. С. 120-125
3. Samet A.V. et al. Antioxidant Activity of Natural Allylpolyalkoxybenzene Plant Essential Oil Constituents //Journal of Natural Products. 2019. Vol. 82. P. 1451-1458.
4. Фокс Е.Б и др. Антиокислительная присадка для биодизельного топлива. Патент РФ № 2434934. 2011.

*Ibragimova A.N.*

*Scientific advisor:*

### **EVALUATION OF THE ANTIOXIDANT ACTIVITY OF NEW POLYPHENOL AND QUINOID COMPOUNDS - PERSPECTIVE COMPONENTS OF FUEL ADDITIVES**

*RUDN University, Russia*

This study provides an assessment of antioxidant activity and toxicity of new polyphenolic and quinoid compounds. Antioxidant activity was determined by the DPPH test and toxicity by the MTT test. It was determined that the investigated compounds could be recommended for the development of fuel additives.

**Кавеленова Л.М.<sup>1</sup>, Прохорова Н.В.<sup>1</sup>, Розенберг Г.С.<sup>2</sup>**  
**РЕГИОНАЛЬНАЯ СТРАТЕГИЯ СОХРАНЕНИЯ**  
**БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ**  
**И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ РЕАЛИЗАЦИИ**

<sup>1</sup> Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королева, Россия

<sup>2</sup> Институт экологии Волжского бассейна РАН, Россия  
[lkavelenova@mail.ru](mailto:lkavelenova@mail.ru)

Необходимость создания стратегий сохранения биологического разнообразия, от глобальных до региональных, определяется различиями территорий по природным условиям биомов и их антропогенной трансформации. Авторами, участниками подготовки соответствующего документа для Самарской области (третий для РФ), рассматриваются перспективы его реализации

Принятый и подписанный на конференции в Рио-де-Жанейро в 1992 г. международный документ «Конвенция о биологическом разнообразии» лег в основу правовой базы новой формы межгосударственных отношений – международной дипломатии биологического разнообразия (БР) [1], руководящим органом которой была назначена Конференция сторон. За последние годы понятие БР стало связующим звеном для естественнонаучных областей знаний, законодательства и природопользования [2].

Главенствующее место нашей страны в обеспечении глобальной экологической устойчивости связано с размещением на ее территории до 20% мирового фонда лесов, огромных водных ресурсов, присутствием видов – раритетов флоры не менее чем на 65% ее площади [3].

Стратегия сохранения БР, разработанная для Сихотэ-Алиня (1998), относящейся к планетарным «*hotspots*» [4], стала первым локальным документом такого рода в РФ, позднее появились региональные стратегии сохранения БР Нижегородской (2000) и Сахалинской (2017) областей [5].

Основой для разработки стратегии сохранения БР

Самарской области стали международные документы и уже утвержденные в РФ региональные стратегии. После утверждения документа авторы статьи, входившие в группу разработчиков его проекта, проанализировали возможности и проблемы реализации стратегии. Основным методом исследований стал анализ существующей международной и отечественной практики и его экстраполяция на реалии состояния БР Самарской области.

Ведущими детерминантами, формирующими статус актуального БР региона, являются экотонная локализация на границе лесостепи и степи, в переходе от Европы к Азии, мозаичность проявления ландшафтообразующих факторов. Все типы природных сообществ затронуты глубокой антропогенной трансформацией и имеют фрагментированный характер, но сохраняют свою роль в аспекте экосистемных услуг. Их эксплуатация без учета рисков и регулирования способна привести к необратимой утрате ими своих природных свойств [6].

Перспективы реализации региональной Стратегии сохранения БР мы проиллюстрировали с помощью SWOT-диаграммы (рис. 1).

Сильные стороны определяются наличием в регионе ценных объектов БР, для которых выполнены инвентаризация и выделение ООПТ. Слабые стороны сопряжены с высокой разноплановой антропогенной нагрузкой и недостатком финансовых средств.

Возможности связаны с наличием потенциальных участников мероприятий по реализации Стратегии – профессиональных кадров, центров их подготовки, экологически ориентированных организаций, предприятий и общественности.

<p><b>Сильные стороны</b> Наличие ценных компонентов регионального БР на ландшафтном, экосистемном, видовом уровне Высокая степень изученности регионального БР Сформированная сеть ООПТ, в т.ч. заповедник и нац.парки Красная книга региона (2 издания) Опыт ведения региональных программ в области охраны БР</p> <p><b>Strengths</b> Availability of unical components of the regional BR at the landscape, ecosystem, species level High degree of knowledge of the regional BR Formed network of protected areas, incl. natural reserve and national parks Red Book of the region (2 editions) Experience in conducting of regional programs in the field of BR protection</p>	<p><b>Слабые стороны</b> Высокая степень антропогенной трансформации Фрагментированность природных экосистем Техногенное загрязнение Высокая урбанизированность Наличие объектов накопленного экологического ущерба Недостаточность средств на реализацию программ сохранения БР</p> <p><b>Weaknesses</b> High degree of anthropogenic transformation Fragmentation of natural ecosystems Technogenic pollution High level of urbanization Presence of objects of accumulated environmental damage Insufficiency of funds for the implementation of BR conservation programs</p>
<p><b>Возможности</b> Наличие научных школ и центров подготовки кадров Наличие экологически ориентированных организаций и предприятий Наличие экологически ориентированной волонтерской общественности</p> <p><b>Opportunities</b> Availability of scientific schools and training centers Presence of environmentally oriented organizations and enterprises Presence of an environmentally oriented volunteer community</p>	<p><b>Угрозы</b> Риск техногенных катастроф Форсмажорные обстоятельства</p> <p><b>Threats</b> Risk of man-made disasters Force majeure</p>

**Рис.1.** Перспективы реализации Стратегии сохранения БР Самарской области: SWOT-анализ

Наиболее зримые угрозы определяются возможностью техногенных катастроф, вероятность которых при старении масштабных объектов промышленной инфраструктуры возрастает, а также форсмажорных обстоятельств.

### *Литература*

1. Конвенция о биологическом разнообразии [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/conventions/biodiv.shtml](https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/biodiv.shtml) (дата обращения 15.03.2021).
2. Ковалев Ю.Ю., Степанов А.В., Бурнасоев А.С. Международная политика защиты и использования мирового биологического разнообразия: цели, этапы развития, проблемы реализации // Известия Уральского фед. ун-та. 2019. Т. 14. № 4 (194). С. 119-133.
3. Стратегия и План действий по сохранению биологического разнообразия Российской Федерации. М.: Министерство природных ресурсов и экологии, 2014.

4. *Van Dyke F., Lamb R.L.* Conservation Biology Foundations, Concepts, Applications. Third Edition. Springer Nature Switzerland AG, 2020.

5. *Кавеленова Л.М., Прохорова Н.В., Розенберг Г.С., Розно С.А.* К разработке региональной стратегии сохранения биологического разнообразия (из опыта Самарской области) // Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность–2021. Севастополь: СевГУ. 2021. С. 397-404.

6. Постановление Правительства Самарской области от 20.08.2021 № 596 «Об утверждении Стратегии сохранения биоразнообразия Самарской области на период до 2030 года». Самара. 2021.

***Kavelenova L.M.<sup>1</sup>, Prokhorova N.V.<sup>1</sup>, Rosenberg G.S.<sup>2</sup>***  
**REGIONAL STRATEGY FOR THE CONSERVATION  
OF BIOLOGICAL DIVERSITY AND PROSPECTS  
FOR ITS IMPLEMENTATION**

*<sup>1</sup> Samara National Research University*

*named after academician S.P. Korolev, Russia*

*<sup>2</sup> Institute of Ecology of the Volga Basin of the RAS, Russia*

The need in strategies for the biological diversity conservation, from global to regional level, is determined by the differences in territories in their conditions of natural biomes and anthropogenic transformation.

The authors, participants of the relevant document preparation for the Samara region (the third for the Russian Federation), consider the prospects for its implementation.



**Капранов А.В.<sup>1</sup>, Капранова К.А.<sup>2</sup>**  
**О ВОЗМОЖНОСТЯХ ОЧИСТКИ ВОДЫ**  
**С ПОМОЩЬЮ НАНОМАТЕРИАЛОВ**

*<sup>1</sup>Ростовский государственный экономический университет,  
Россия*

*<sup>2</sup>Донской государственный технический университет, Россия*  
[Kapranova.ksen2011@yandex.ru](mailto:Kapranova.ksen2011@yandex.ru)

В данной статье приводится анализ способов, методов и принципов очистки воды с помощью наночастиц, используемых в качестве адсорбентов и фотокатализаторов: оксидов железа, оксидов титана и церия, нанотрубок, керамических и нанопроволочных мембран и других материалов. Обозначаются перспективы применения данных способов очистки воды. Делается вывод об экономической выгоде их применения в экологической сфере и необходимости дальнейшего исследования на предмет токсичного воздействия на окружающую среду.

В современном мире происходит стремительное развитие и интеграция новых технологий в различные сферы жизни человека, что выражается в том числе и в росте исследований возможностей применения наночастиц для улучшения экологической обстановки в России. Наноматериалы имеют различные специфические физико-химические свойства, связанные с их структурой, что позволяет им обезвреживать токсичные вещества и является поводом для изучения воздействия на биологические объекты, экологические системы и здоровье человека [1].

Цель данного исследования – провести анализ научных источников и систематизировать современные сведения о возможностях очистки воды с помощью наноматериалов, в том числе перспективы очистки воды от водных эмульсий нефти.

Наночастицы – это частицы, критический размер которых хотя бы в одном из трёх направлений в размерности до 100 нанометров, что приводит к скачкообразному изменению

свойств материалов из-за влияния различных размерных эффектов. Например, ферромагнитные частицы получают суперпарамагнитные свойства, если их диаметр находится от 6 до 24 нанометров [2]. Поэтому нанотехнологии стремительно развиваются с 80-х годов прошлого столетия и находят своё применение в различных сферах прикладных и технических наук, в том числе и экологии.

Одной из самых актуальных экологических проблем на данный момент является загрязнение гидросферы. Поэтому в научном сообществе активно обсуждаются идеи улучшения методов очистки сточных вод от тяжелых металлов и микробиологических загрязнителей, а также нефтяных эмульсий, а также создание принципиально новых методов с помощью применения наночастиц для их очистки.

Размеры и формы примесей сточных вод широко варьируются и зависят от их источника, из которого они образуются, поэтому для очистки используются различные методы: фотокатализ, нанофильтрация, адсорбция и электрохимическое окисление. Например, в работе С.Ф. Мусихина рассматриваются возможности использования наночастиц металлов в биосенсорах в «лабораториях на чипе» и диагностике для обнаружения токсичных органических веществ и ионов тяжелых металлов [3]. А для улучшения очистных сооружений используются наночастицы серебра, которые предотвращают микробиологическое загрязнение фильтров [1, 4].

Согласно статье Попова Е. М.: «в США приблизительно в 40% проектов очистки подземных вод предусматривается использование биметаллических наночастиц» [5]. Для очистки воды также используются углеродные нанотрубки [6], керамические и нанопроволочные мембраны, магнитные наночастицы и наночастицы оксидов металлов. Самыми востребованными из них являются оксиды железа оксид титана и оксид церия. Такие адсорбенты эффективно удаляют тяжелые металлы и радионуклеотиды. Оксид титана

особенно эффективен для «рекультивации вод, донных отложений и почв путем уменьшения таких загрязняющих веществ, как нитраты, трихлорэтен и тетрахлорэтен» [4]. Такие свойства объясняются большим количеством поверхностных центров адсорбции и высокой удельной площадью поверхности наночастиц.

Наночастицы железа могут быть успешно применены для удаления или деструкции органических соединений, таких как антибиотиков, нитроаминов, хлорсодержащих пестицидов, фосфоорганических соединений и других веществ, а также некоторых переходных и тяжелых металлов.

Основной принцип очистки воды с помощью наночастиц, используемых в качестве адсорбентов, наноразмерных нековалентных ионов или нанофильтрационных мембран, заключается в отделении и последующем удалении загрязняющих веществ из воды, тогда как наночастицы, используемые в качестве катализаторов химического или фотохимического окисления, влияют на разрушение присутствующих загрязняющих веществ. «Наночастицы могут изолировать загрязняющие вещества сточных вод за счет протекания процессов адсорбции и комплексообразования, иммобилизуя или преобразовывая их в экологически безопасные, устойчивые соединения» [7]. Высокая реакционная способность и мобильность наночастиц позволяет уменьшить время и стоимость очистки воды. Что было доказано с помощью эксперимента-сравнения очистки воды от цинка с помощью нанопорошка железа и природного сорбента – шунгита [7].

Кроме уже упомянутых загрязнителей, важной проблемой является очистка средних фракция эмульсий нефти в воде, которые представляют собой высокодиспергированную и устойчивую систему [7, 8]. Разделение такой системы является затруднительной задачей, поскольку частицы нефти находятся во взвешенном состоянии. Для разделения такого

раствора используются магнитные наночастицы железа обработанные аммиачными группами, что позволяет усилить их адсорбционные свойства, так 1 грамм наночастиц железа способен отчистить 149 грамм сырой нефти [8].

Таким образом, наноматериалы могут являться полезными экономически выгодными средствами для рекультивации воды от различного рода загрязнений. Исследования в области использования наночастиц для очистки воды выступили способом разрешения одной из сложнейших экологических проблем, а именно очистки воды от нефтяной эмульсии.

### *Литература*

1. *Люленова В., Малаештян Ю.* Перспективы использования наноматериалов в экологии //Biogeochemical innovations under the conditions of the biosphere technogenesis correction. 2020. Т.1. С.187-191.

2. *Борисов М.О.* Использование наночастиц магнетита для очистки водно-нефтяной эмульсии //БК33.36я43 М754. 2019. С.147.

3. *Мусихин С.Ф. и др.* Сенсоры на основе металлических и полупроводниковых коллоидных наночастиц для биомедицины и экологии //Биотехносфера. 2013. №. 2 (26). С. 2-16.

4. *Ершов А.В., Демьянов А.А.* Применение нанотехнологий при очистке сточных вод //Безопасность городской среды. 2021. С.82-87.

5. *Макарчук Г.В. и др.* Вода и здоровье. Наноматериалы в процессах очистки воды //Актуальные проблемы военно-научных исследований. 2020. №. S5. С. 189-199.

6. *Попов Е.М.* Эколого-экономическое обоснование перспективности развития технологий основанных на применении самых распространенных наночастиц //Научный вестник Московского государственного горного университета. 2013. №. 11. С. 194-198.

7. *Конюхов Ю.В.* Применение нанопорошков железа для очистки сточных вод от ионов свинца, меди и цинка //Сталь. 2018. №. 2. С. 62-68.

8. *Ивенина И.В., и др.* Разработка технологии регенерации

наночастиц магнетита в процессе очистки воды от эмульгированной нефти //Научно-технический вестник Поволжья. 2018. №. 7. С. 24-28.

*Kapranov A.V.<sup>1</sup>, Kapranova K.A.<sup>2</sup>*

**ON THE POSSIBILITIES OF WATER PURIFICATION  
WITH NANOMATERIALS**

*<sup>1</sup>Rostov State University of Economics, Russia*

*<sup>2</sup>Don State Technical University, Russia*

This article provides an analysis of the techniques, methods and principles of water purification using nanoparticles as adsorbents and photocatalysts. Specifically, nanoparticles: iron oxides, titanium and cerium oxides, nanotubes, ceramic and nanowire membranes and other materials. The prospects for the application of these methods of water purification are indicated. It is concluded that there is an economic benefit to their use in the environmental field and that further research is needed for toxic effects on the environment.

*Клубов С.М.<sup>1,3</sup>, Третьяков В.Ю.<sup>1,2</sup>,  
Дмитриев В.В.<sup>2</sup>, Рожкова Ю.О.<sup>2</sup>*

**ОЦЕНКА ВКЛАДА КОММУНАЛЬНЫХ СЛУЖБ  
В СНИЖЕНИЕ ПОСТУПЛЕНИЯ ОБЩЕГО АЗОТА  
И ФОСФОРА В БАЛТИЙСКОЕ МОРЕ  
С ВОДОСБОРНЫХ БАСЕЙНОВ РЕК ВОЛКОВКИ  
И ОХТЫ Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГА**

*<sup>1</sup>Российский государственный гидрометеорологический  
университет, Россия*

*<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный университет, Россия*

*<sup>3</sup>Государственное бюджетное учреждение дополнительного  
образования Дворец творчества «У Вознесенского моста»  
Адмиралтейского района, Россия*

[klubov\\_stepan@mail.ru](mailto:klubov_stepan@mail.ru)

Избыточное поступление общего азота и фосфора в Балтийское море приводит к его антропогенному эвтрофированию. С использованием авторской методики получены модули стока общего азота и фосфора с водосборных бассейнов рек Волковки и Охты Санкт-Петербурга. Выполнено их сравнение модулями, рассчитанными на основании численности проживающего на водосборе населения в соответствии с принятой Nelcom методикой. Показано, что благодаря работе городских коммунальных служб и ГУП «Водоканал СПб» потенциально возможная биогенная нагрузка на Балтийское море с исследованных водосборов рек Волковки и Охты со-кращена в 19-45 раз по общему фосфору и в 7-20 раз по общему азоту.

Главная экологическая проблема Балтийского моря – антропогенное эвтрофирование. Природные особенности и высокий уровень урбанизации этого внутреннего моря Европы увеличивают его риск. Для регулирования уровня биогенной нагрузки 15 ноября 2007 г. в Кракове (Польша) представителями прибалтийских стран был согласован план действий для Балтийского моря. Одним из пунктов этого плана является установление максимальных норм поступления общего азота и фосфора в Балтийское море. Наибольшая ответст-

венность за сохранение экологического благополучия морской среды Балтики лежит на странах, на территории которых располагается большая часть водосборного бассейна моря [1]. В связи с этим на нашей стране лежит повышенная ответственность за сохранение морской среды Балтийского моря. Основными источниками поступления биогенных элементов в водотоки, и как следствие, в Балтийское море являются сточные воды и рассеянный поверхностный сток [2].

На примере частных водосборных бассейнов рек Волковки и Охты Санкт-Петербурга рассматривается природоохранная деятельность городских коммунальных служб по уборке территории и ГУП «Водоканал СПб» по очистке сточных вод. Цель данного исследования – оценка вклада этих организаций в снижение поступления общего азота и фосфора в городские реки со сточными водами и рассеянным поверхностным стоком с территории их водосборного бассейна.

Нами разработана и опробована методика определения модулей стока биогенных элементов (общего азота и фосфора) с водосборных бассейнов рек Волковки и Охты Санкт-Петербурга [3]. Модуль стока биогенных элементов – это биогенная нагрузка от точечных и неточечных источников загрязнения с единицы площади водосборного бассейна.

Для расчетов биогенной нагрузки от рассредоточенного поверхностного стока использована методика ФГУП НИИ «Водгео» для расчётов переноса субстанций с поверхностным стоком [4]. С использованием геоинформационной системы ArcGIS и цифровой модели рельефа «ASTER» были определены границы водосборных бассейнов изученных водотоков [5]. Данные ЦМР «ASTER» были существенно модифицированы для исключения искажений, вызванных поступлением отраженного радиолокационного сигнала от зданий и сооружений. Для определения соотношения площадей различного хозяйственного использования в границах выделенных водосборных бассейнов провели классификацию территорий на основании спутниковых снимков Sentinel-2 [5].

Для расчетов использованы данные регулярных гидрохимических наблюдений ГУП «Водоканал СПб» за 2017-2019 гг. о средних концентрациях общего азота и фосфора в поверхностном стоке. Также для расчетов дождевого и талого стока использованы данные ежедневных метеорологических наблюдений за 2017-2019 гг. [6].

Для расчетов поступления общего азота и фосфора с выпусками сточных вод использованы данные отчетов крупнейшего водопользователя Санкт-Петербурга – Государственного унитарного предприятия «Водоканал СПб». Для расчетов поступления общего азота и фосфора с водами притоков использованы данные регулярных гидрохимических наблюдений ГУП «Водоканал СПб» за водными объектами.

В Плане действий по Балтийскому морю (Helsom) приведены нормы среднего поступления азота и фосфора от одного человека, проживающего на урбанизированной территории [1]. В качестве норм Helsom на одного человека указаны 4,4 кг общего азота и 0,9 кг общего фосфора в год [1]. Расчёт численности населения водосборных бассейнов выполнен по средней плотности населения и площади водосбора. Средняя плотность населения определена по численностям населения и площадям административных районов Санкт-Петербурга [7].

В соответствии с максимально допустимой нагрузкой по Плану действий по Балтийскому морю (Helsom) определено, что во избежание увеличения риска антропогенного эвтрофирования Финского залива средние величины модулей стока биогенных элементов для всего его водосбора не должны превышать  $0,011 \text{ кг/км}^2$  в год для общего фосфора и  $0,236 \text{ кг/км}^2$  в год для общего азота. Рассчитанные значения модулей стока азота и фосфора с водосборов рек Волковки и Охты превышают эти нормы в 6 и 15 раз для общего азота и в 10 и 26 раз для общего фосфора, соответственно для рек Волковки и Охты. Очевидно, что увеличение доли урбанизированных территорий на водосборе Балтийского моря увели-



чивает риск антропогенного эвтрофирования его экосистемы.

Необходимо отметить, что высокий уровень поступления азота и фосфора в реку Волковку определяется поступлением этих элементов в составе распределённого поверхностного стока с водосборного бассейна. Все бытовые и промышленные воды, образующиеся на водосборном бассейне реки Волковки, поступают в канализационные коллекторы ГУП «Водоканал» и проходят очистку. На водосборе реки Охты модули стока азота и фосфора значительно выше, чем на водосборе реки Волковки. Вероятно, это объясняется двумя основными причинами:

- В отличие от Волковки в Охту бытовые сточные воды в 2019 году сбрасывались без очистки.
- На исследованном участке водосборного бассейна Охты по сравнению с водосбором Волковки выше доля заасфальтированных поверхностей и застроенной территории.

В соответствии с актуальными данными Росстата численность населения водосборного бассейна реки Волковки равна 522,5 тысячам человек, а численность населения, проживающего на исследованном участке водосборного бассейна реки Охты составляет около 140 тысяч человек [10]. Площадь исследованного участка водосборного бассейна реки Охты в 5 раз меньше, чем водосбор реки Волковки (22,5 км<sup>2</sup> и 97,5 км<sup>2</sup>) [5]. Плотность населения на исследованном участке водосбора Охты незначительно выше, чем на водосборе Волковки. Исследованный участок водосбора Охты в её самом нижнем течении отличается от водосбора Волковки большей степенью застройки, т.к. на водосборе Волковки велика доля бывших территорий сельскохозяйственного назначения, ныне заброшенных.

На основании норм Nelcom биогенная нагрузка на реку Волковку должна составлять 4,8 т/км<sup>2</sup> общего фосфора и 23,5 т/км<sup>2</sup> общего азота в год. В реальности биогенная нагрузка на реку Волковку меньше в 18 раз по общему азоту и в 45 раз меньше по общему фосфору. Для реки Охты нагрузка по

нормам Nelcom выше фактической в 8 раз по общему азоту и в 20 раз по общему фосфору. Таким образом, биогенная нагрузка на реки хотя и является высокой, но благодаря сбору и обработке бытовых и промышленных сточных вод ГУП «Водоканал СПб», и работе городских коммунальных служб города она значительно ниже, чем могла бы быть.

По результатам нашего исследования было установлено:

- Модули стока общего азота и фосфора с водосборов рек Волковки и Охты в Санкт-Петербурге превышают значения, рассчитанные на основании предельно допустимых нагрузок на экосистему Финского залива в соответствии с решениями Nelcom.
- Благодаря работе ГУП «Водоканал СПб» и коммунальных служб города поступление общего азота и фосфора в реку Волковку сокращено в несколько десятков раз,
- Результаты исследования полностью подтверждают статус природоохранного предприятия ГУП «Водоканал СПб».
- Разработанная методика может использоваться для расчётов биогенной нагрузки с урбанизированных водосборов с различной плотностью населения и разным уровнем сбора бытовых сточных вод в общесплавную канализацию.

Результаты наших исследований могут быть использованы в работе Хельсинской комиссии по защите морской среды Балтийского моря.

Работа выполнена в рамках гранта РФФИ, номер проекта 19-05-00683.

#### *Литература*

1. *Кондратьев С.А., Мельник М.М., Шмакова М.В., Маркова Е.Г., Ульянова Т.Ю.* Метод расчета внешней нагрузки на Чудско-Псковское озеро с Российской части водосбора // *Общество. Среда. Развитие.* 2010. Т. 14. № 1. С. 183-197
2. *Серебрицкий И.А., Григорьев И.А.* Охрана окружающей среды, природопользование и обеспечение экологической безопасности в Санкт-Петербурге. СПб: Сезам-принт. 2018
3. *Klubov S.M., Tretyakov V.Yu.* Influence of St. Petersburg urban

rivers on the inflow of pollutants into the Baltic Sea // E3S Web of Conferences. 2020. Vol. 163. P. 1-5

4. *Швецов В.Н.* Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий. М.: Издательство ВСТ. 2006.

5. Earthexplorer.usgs.gov [электронный ресурс]. Сайт геологической службы США. Режим доступа: <http://www.Earthexplorer.usgs.gov/> Дата обращения 07.04.2021

6. Pogodaiklimat.ru. [электронный ресурс] Погода и климат. Режим доступа: <http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php?id=26063>. Дата обращения 15.08.2021

7. Gks.ru [электронный ресурс]. Сайт федеральной службы государственной статистики РФ. Режим доступа: <http://www.gks.ru/> Дата обращения 27.03.2021

***Klubov S.M.<sup>1,3</sup>, Tretiakov V.Yu.<sup>1,2</sup>,  
Dmitriev V.V.<sup>2</sup>, Rozhkova Yu.O.<sup>2</sup>***

**ASSESSMENT OF MUNICIPAL SERVICES  
CONTRIBUTION TO REDUCTION OF TOTAL  
NITROGEN AND PHOSPHORUS INTAKE INTO THE  
BALTIC SEA FROM THE VOLKOVKA AND OKHTA  
RIVERS WATERSHEDS OF ST. PETERSBURG**

*<sup>1</sup>Russian State Hydrometeorological University, Russia*

*<sup>2</sup>St. Petersburg State University, Russia*

*<sup>3</sup>State Budgetary Institution of Additional Education Creative Center  
"At the Voznesensky Bridge", Admiralteisky District, Russia*

Overabundant intake of total nitrogen and phosphorus into the Baltic Sea results in its anthropogenic eutrophication. Modules of nitrogen and phosphorus runoff from watersheds of the Volkovka and Okhta rivers of St. Petersburg were evaluated with usage of our methods. The modules were compared with ones calculated on the base of population within the watersheds according to the Helcom methods. The research demonstrates that activity of the sanitary engineering and the state unitary enterprise (SUE) “Vodokanal of St. Petersburg” reduces nutrient load on the Baltic Sea from the watersheds in 19-45 times for total phosphorus and in 7-20 times for total nitrogen.

*Коломиец Т.В.*  
**ТЕПЛОУСТОЙЧИВОСТЬ КОНСТРУКЦИИ ПОЛА  
КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ  
ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ  
СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

*Технический Университет Молдовы*

[Vadim-KVV@yandex.ru](mailto:Vadim-KVV@yandex.ru)

В статье представлены результаты изучения коэффициентов теплоусвоения и основных параметров конструктивных элементов пола первого этажа жилых и общественных зданий при различном расположении относительно наружного воздуха. Показаны зависимости тепловой устойчивости конструкций от различных факторов.

В Республике Молдова изучение тепловой устойчивости наружных ограждений является важной задачей, поскольку:

- правильный подбор материала наружного ограждения может снизить тепловые потери здания и расход органического топлива, что уменьшит выбросы углекислого газа в атмосферу на 6 - 10%;
- создание необходимых комфортных условий при выборе слоёв пола позволит поддерживать тепловой режим в помещении без повышения температуры в системе отопления, т.е. с рациональным потреблением энергоносителей и без увеличения загрязнения воздушного бассейна;
- существующий постоянный рост тарифов на тепловую энергию ведёт к экономии природного газа в системах отопления, что очень существенно сказывается на тепловых характеристиках обслуживаемых помещений.

Согласно [1] *теплоустойчивостью* ограждающей конструкции называется способность сохранять относительное постоянство температуры при периодическом изменении тепловых воздействий со стороны наружной и внутренней сред. Изучение было проведено для пола первого этажа

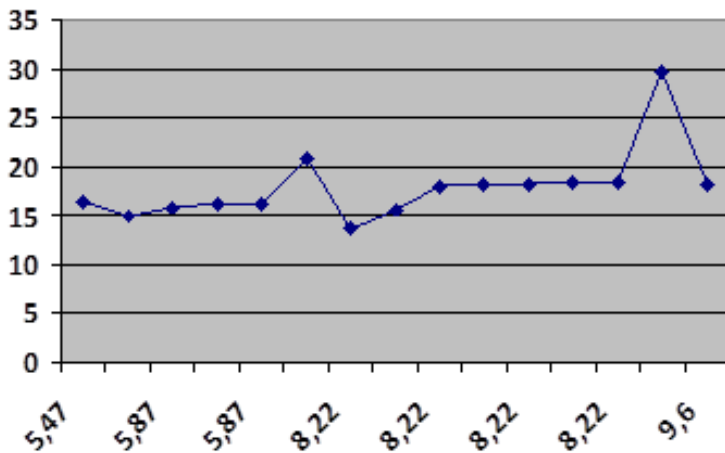
разного расположения в здании, в холодный и тёплый периоды года согласно [2, 3]. В результате были выявлены некоторые несоответствия параметров теплоусвоения и коэффициентов теплопередачи и сопротивлений теплопередаче для разных конструкций пола первого этажа.

По методике [4, 5] коэффициент теплоусвоения поверхности пола  $Y_f^{des}$ ,  $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$ , не должен превышать нормируемую величину,  $Y_f^{req}$ ,  $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$ . В изученных зданиях, приведенных в [6],  $Y_f^{des} > Y_f^{req}$ ,  $14,5 W/(m^2 \cdot ^\circ C) > 12 W/(m^2 \cdot ^\circ C)$ , для первой категории (жилые здания, лечебно – профилактические учреждения, учреждения для детей),  $18,5 W/(m^2 \cdot ^\circ C) > 14 W/(m^2 \cdot ^\circ C)$ , для второй категории (общественные здания, за исключением тех, которые указаны в категории I, административные и бытовые, за исключением зданий с влажным и очень влажным режимом). Конструкция полов не соответствует нормам и необходимо менять материал поверхностного слоя. Отклонения коэффициента,  $Y_f^{des}$ ,  $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$ , от нормируемых величин  $Y_f^{req}$ ,  $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$ , для изученных 15 жилых зданий можно проследить на графике (рис.1), где также представлена зависимость от коэффициента теплоусвоения материала  $S$ ,  $W/m^2 \cdot ^\circ C$ . Для коэффициента,  $Y_f^{des}$ ,  $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$ , отклонения составили от 11,6% до 42,4%. Наименьшее значение 11,6% показали полы с поверхностным слоем из дерева – дуба, наибольшее значение 42,4% показали полы с поверхностным слоем из линолеума. Отклонений в расчётах для изученных зданий не дали варианты пола на лагах с различными поверхностными слоями:

- линолеуме поливинилхлоридном на теплоизолирующей подоснове при  $S = 8,22 W/(m^2 \cdot ^\circ C)$ ,  $\lambda = 0,35 W/(m \cdot ^\circ C)$ ,  $Y_f^{des} = 9,87 W/(m^2 \cdot ^\circ C)$ , при требуемом значении для жилых (общественных) зданий  $Y_f^{req} = 12,0 (10,0) W/(m^2 \cdot ^\circ C)$ ;
- линолеуме поливинилхлоридном на тканевой основе при  $S = 8,56 W/(m^2 \cdot ^\circ C)$ ,  $\lambda = 0,38 W/(m \cdot ^\circ C)$ ,  $Y_f^{des} = 10,00 W/(m^2 \cdot ^\circ C)$

при требуемом значении для жилых(общественных) зданий  $Y_f^{req} = 12,0 (10,0) \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ .

$Y_f^{des}, \text{ W}/\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$



$S, \text{ W}/\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$

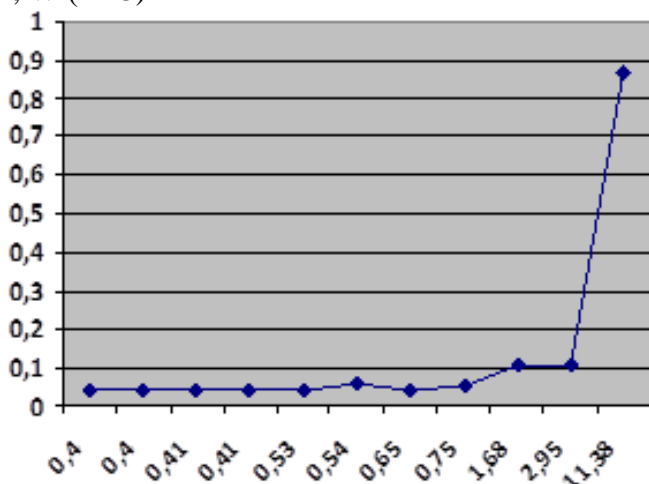
**Рис.1.** Зависимость коэффициента теплоусвоения поверхности пола от коэффициента теплоусвоения материала

Расчёты также показали для пятислойной конструкции полов, что толщина и материал утеплителя не влияют на показатели теплоусвоения, т.к. при современных решениях толщина первых двух слоёв мала, и с учетом их коэффициентов теплоусвоения расчёт выполняется при условной толщине всего ограждения.

Расчёт для слоя тепловой изоляции показал зависимость коэффициента теплопроводности  $\lambda$ ,  $\text{W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$ , от коэффициента теплоусвоения  $S$ ,  $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ . Данные графика (рис.2) говорят о том, что выбирая материал тепловой изоляции, необходимо ориентироваться и на коэффициент теплоусвоения, потому что при одинаковых теплоизоляционных свойствах ( $\lambda < 1,163 \text{ W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$ ) коэффициент  $S$ ,  $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ , варьируется в больших пределах: от 0,4 до 11,4,

что и определяет теплоустойчивость пола.

$\lambda$ , W/(m<sup>0</sup>C)



S, W/(m<sup>2</sup>.0C)

**Рис.2.** Зависимость коэффициента теплопроводности материала теплоизоляции от коэффициента теплоусвоения

Выводы:

- полы перекрытий с неотапливаемым подвалом, без подвала на грунте и на лагах дают соответствие показателям теплоусвоения только в последнем случае, в остальных вариантах показатели не соответствуют нормам из-за толщины и материала подобранных поверхностных слоёв;
- толщина и материал утеплителя не влияют на показатели теплоусвоения, так как толщина для поверхностных слоёв достаточно мала;
- теплоусвоение пола, как влияющий на комфорт в помещении фактор, необходимо учитывать для энергетической эффективности здания, увеличивать толщину поверхностного слоя, используя натуральные материалы, с меньшими показателями теплоусвоения.

### *Літєратура*

1. NCM E.04.01:2017 Protecția contra acțiunilor mediului ambiant. Protecția termică a clădirilor. Chișinău.2017.
2. NCM M.01.01:2016 Eficiența energetică a clădirilor rezidențiale. Performanța energetică a clădirilor. Cerințe minime de performanță energetică a clădirilor. Chișinău.2016.
3. CP E.04.05:2017 Protecția contra acțiunilor mediului ambiant. Protecția termică a clădirilor. Chișinău.2017.
4. NCM M.01.02:2016 Performanța energetică a clădirilor. Metodologia de calcul al performanței energetice a clădirilor. Chișinău.2016.
5. NCM E.04.03-2008 Conservarea energiei în clădiri. Chișinău.2008.
6. *Grozav V.* Studiarea rezultatelor auditului energetic și a oportunităților de îmbunătățire a eficienței energetice în clădiri publice. Teza de master.Chișinău.UTM, 2019.

### *Kolomiets T.V.*

## **THERMAL RESISTANCE OF THE FLOOR STRUCTURE AS AN INDICATOR OF THE ENERGY EFFICIENCY OF THE USE OF VARIOUS BUILDING MATERIALS**

*Technical University of Moldova*

The article presents the results of studying the heat absorption coefficients and the main parameters of the structural elements of the floor of the first floor of residential and public buildings at different locations relative to the outside air. Dependences of the thermal stability of structures on various factors are shown.



*Кругова Е.О.*

*Научный руководитель: Попкова А.В.*

## **МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

*Российский университет дружбы народов, Россия*

[1032183414@pfur.ru](mailto:1032183414@pfur.ru)

Одним из приоритетных факторов повышения устойчивого развития современного промышленного производства является повышение его экологической эффективности. Данные оценки экологической результативности могут использоваться для принятия решений как на уровне отдельных предприятий, так и на государственном уровне. В настоящей статье приведены основные методологические подходы к оценке экологической результативности предприятий, приведены их преимущества и ограничения использования.

Главным принципом концепции устойчивого развития промышленного предприятия является укрепление взаимосвязи между экономическими, социальными и экологическими факторами, которые обеспечивают экологически безопасное устойчивое управление. Предприятия по всему миру разрабатывают принципиально новые и инновационные способы повышения конкурентоспособности. Некоторые компании повышают свою конкурентоспособность за счет повышения экологической результативности, чтобы соответствовать растущим экологическим нормам и уменьшить воздействие на окружающую среду от своей производственной деятельности. В данной статье рассмотрены основные методы, позволяющие оценить экологическую результативность.

**Индексы экологической эффективности** представляют собой метод количественной оценки экологических показателей. В качестве исходных данных для оценки могут быть использованы: расходование материалов, использование вторичных материалов, потребляемая энергия, энергоемкость, энергоэффективность, водопотребление, повторно использу-

емая вода, выбросы парниковых газов, озоноразрушающих веществ, сбросы сточных вод, отходы, общие расходы на охрану окружающей среды и т.д. [1].

Färe et al. (2004) разработали формальный индекс экологической эффективности, который может быть рассчитан с использованием методов анализа функционирования среды. Он показывает насколько предприятие преуспело в достижении положительных результатов, учитывая сокращение отрицательных. Авторы предлагают оценку, которая состоит из отношения количественного показателя положительных результатов к количественному показателю отрицательных. Подразумевается нахождение наибольшего соотношения. Отличительной особенностью этого индекса является то, что он строится как соотношение функций расстояния [2]. Недостатком данного метода является зависимость от качества предоставляемых показателей, вследствие чего есть вероятность использования недостоверных данных [3].

**Корпоративные экологические показатели**, которые применимы на корпоративном уровне для оценки производственных процессов можно разделить на две группы: показатели энергетических ресурсов и материалов и показатели оценки экологического риска.

Van Leeuwen (2007) утверждает, что исторически при оценке рисков внимание уделялось влиянию факторов на человека. Однако сейчас становится понятным, что внимание следует уделять экологическим последствиям загрязнения окружающей среды [4].

Оценка экологического риска может иметь различные виды в зависимости от области, цели, имеющихся данных, ресурсов и других факторов. Таким образом, масштаб и характер оценок риска могут варьироваться [5]. Оценка экологического риска представляет собой стандартизированный процесс оценки масштабов, вероятности и неопределенности негативного воздействия на здоровье человека и окружающую среду, обусловленного воздействием

веществ, присутствующих в окружающей среде [5].

Компромисс между экологическими и корпоративными показателями эффективности заключается в том, чтобы отдать предпочтение экологическим проблемам, которые могут оказывать более прямое воздействие на деятельность и результаты работы предприятий, по сравнению с вопросами, которые могут быть менее тесно связаны с деятельностью компании, но потенциально могут иметь более значительное воздействие на окружающую среду [6].

**Оценка на основе анализа жизненного цикла.** Метод оценки жизненного цикла продукции (LCA) представляет собой системный подход к оценке экологических последствий производства продукции в течение всего ее жизненного цикла от добычи и переработки сырья и материалов до утилизации отдельных компонентов [7]. Такой подход позволяет получить представление об общей производительности и относительном вкладе различных этапов ее жизненного цикла.

Оценка жизненного цикла (LCA) является незаменимой методологией для анализа устойчивости производственных систем с использованием множества соизмеримых (т.е. измеряемых в аналогичных единицах) аспектов поддающихся количественной оценке. Обычно методы LCA анализируют такие параметры, как энергия, ресурсы, воздействие и результаты, например, отходы, выбросы, электроэнергия и общая энергия. Результаты этого анализа дают представление об относительном воздействии различных видов продукции, материалов, услуг или отраслей промышленности в отношении использования ресурсов и выбросов по всей цепочке поставок [8]. Однако, ввиду отсутствия или труднодоступности экологических данных, связанных с производственными процессами, способность точно характеризовать воздействие производства на окружающую среду с помощью LCA ограничена [9].

Таким образом, в настоящий момент не выработана

единая методологическая концепция оценки экологической результативности компаний. Представленные в статье методы обладают как преимуществами, так и ограничениями их использования. Например, использование индексов экологической эффективности делает возможным количественную оценку относительных расхождений между значениями показателей компаний. При этом разработанная методологическая структура зависит от качества представленных показателей. Есть риск использования неточных данных, отсутствие стандартизированной отчетной информации и несоответствие сообщаемых экологических показателей между отчетами. Эти факторы препятствует составлению определяющего комплексного индекса [3].

Корпоративные экологические показатели также не могут быть признаны универсальными, поскольку оценка, в основном, проводится на основе набора определенных показателей, специфических для отдельных компаний. Это влечет за собой ряд последствий: отсутствие согласованной классификации показателей; незнание сходств и различий между существующими показателями; отсутствие знаний о том, как их можно совместно использовать для достижения значимых и всеобъемлющих оценок [5].

Достоинством метода оценки жизненного цикла (LCA) продукции является комплексность подхода, недостатком является большой объем подробных данных и специальных знаний, с которыми тяжело работать [7].

### *Литература*

1. *Angel Hsu, Zomer Alisa. Environmental Performance. // Wiley StatsReff: Statistics Reference Online. 2014. № 1. С. 1-5*
2. *Färe R., Grosskopf S., Hernandez-Sancho F.. Environmental performance: an index number approach. // Resource and Energy Economics. 2004. № 26. С. 343-352*
3. *Frank A.G., Molle N.D. An integrative environmental performance index for benchmarking in oil and gas industry. // Journal*

of Cleaner Production. 2016. № 133. C. 1190-1203

4. *Van Leeuwen*. Risk assessment of chemicals: an introduction. // Journal of Cleaner Production. 2007. 2-е изд. C. 36-40

5. *Herva Marta, Franco Amaya, Eugenio F. C., Roca Enrique*. Review of corporate environmental indicators. // Journal of Cleaner Production. 2011. № 19. C. 1687-1699

6. *Magali Delmas, Vered D.B.* Measuring Corporate Environmental Performance: the Trade-Offs of Sustainability Ratings. // Business Strategy and the Environment. 2010. № 19. P. 245-260

7. *Hermann B.G., Kroeze C., Jawjit W.* Assessing environmental performance by combining life cycle assessment, multi-criteria analysis and environmental performance indicators. // Journal of Cleaner Production. 2007. № 15. C. 1787-1796

8. *Shao GD, Kibira D, Lyons K.* A virtual machining model for sustainability. // Proceedings of ASME 2010 International Design Engineering Technical Conference & Computers and Information in Engineering Conference. 2010. № 17. C. 135-139

9. *Ramani K, Ramanujan D, Bernstein W.Z, Zhao F, Sutherland J.W., et al.* Integrated sustainable life cycle design: a review. // Journal of Mechanical Design. 2010. № 9. C. 283-315

***Krugova E. O.***

***Scientific advisor: Popkova A.V.***

## **METHODS FOR ASSESSING THE ENVIRONMENTAL PERFORMANCE OF INDUSTRIAL ENTERPRISES**

*Peoples' Friendship University of Russia*

One of the priority factors of increasing the sustainable development of modern industrial production is to increase its environmental efficiency. The data of the ecological effectiveness assessment can be used for making decisions both at the level of individual enterprises, and at the state level (for example, when making decisions about restricting or banning the use of certain types of raw materials). This article presents the main methodological approaches to the assessment of the environmental performance of enterprises, the advantages and limitations of their use.

*Кулешова М.Л., Сергеев Р.В.*  
**ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ГЕОХИМИЧЕСКИХ  
БАРЬЕРОВ НА ПУТИ МИГРАЦИИ  
ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ  
ВОДНЫХ РЕСУРСОВ**

*Лаборатория охраны геологической среды (ЛОГС), геологический  
факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, Россия*

[rita5715@mail.ru](mailto:rita5715@mail.ru)

Размещение промышленных и бытовых отходов в приповерхностной грунтовой толще сопровождается загрязнением подземных и поверхностных вод. Для борьбы с распространением загрязнителей используют поглощающие экраны, которые можно сооружать разными способами. Один из них – инъекционный – основан на сооружении на пути загрязненного потока экрана с малой проницаемостью и высокой сорбционной способностью путем инъекции сорбента в поровое пространство песка. Однако низкая проницаемость инъекционного барьера может приводить к подъему уровня грунтовых вод и заболачиванию территории. Для исключения заболачивания следует использовать барьеры высокой проницаемости. Для такого барьера используется разработанный в ЛОГС материал на основе песка с нанесенной аутигенной пленкой сорбирующего геля, обладающий проницаемостью, близкой к проницаемости исходного песка.

Одной из важнейших компонент окружающей среды для проживания населения любого района страны являются чистые водные ресурсы. Они включают поверхностные и подземные воды. Участки размещения отходов являются основным источником загрязнения подземных вод первого водоносного горизонта. Основными загрязнителями природных вод являются тяжелые металлы. Их концентрация вблизи источника загрязнения может в десятки и сотни раз превышать ПДК. Проводником загрязненных вод служат песчаные разности грунтов, перекрывающих водоносный горизонт. При разгрузке загрязненных вод в реки и озера происходит загрязнение и поверхностных вод.

В последние десятилетия защите водных ресурсов от загрязнения уделяется большое внимание. При сооружении новых объектов захоронения отходов меры по предотвращению загрязнения подземных вод закладываются в проекты. На действующих или ликвидируемых объектах при наличии загрязнения вод основная задача – локализация этого загрязнения. При этом могут использоваться вертикальные завесы, выполняющие роль поглощающих геохимических барьеров на пути миграции загрязнителей [1-3].

Геохимический барьер может создаваться двумя способами с использованием двух технологий.

Первый способ основан на сооружении вертикального барьера малой проницаемости и высокой сорбционной способности. Технология его создания основана на инъекции сорбента в поровое пространство песчаного грунта. В качестве сорбентов могут применяться глинистые суспензии и химические гелеобразующие растворы. Выбору сорбента должно предшествовать определение возможности использования, прежде всего глинистых суспензий, имеющих значительно меньшую стоимость и большую сорбционную способность по сравнению с химическими тампонажными растворами.

Инъекцию раствора сорбента следует осуществлять с применением манжетных колонн. По этой технологии процесс закачки происходит две стадии. На начальной стадии за счет поднятия давления инъекции производится разрыв грунтовой толщи с формированием вертикальных полостей разрывов. На равнинной территории при гидроразрыве обычно образуется 3 вертикальные плоскости разрыва под углом  $120^{\circ}$  [4]. После формирования полостей разрывов давление снижается, и пропитка грунта сорбентом происходит через эти полости. На склоновой части рельефа ориентация в плане полостей разрывов определяется соотношением главных напряжений в зоне инъекции. Если главные горизонтальные напряжения (параллельно

и перпендикулярно склону) отличаются на 5%, это приводит к формированию одной вертикальной плоскости разрыва в направлении параллельно линии склона, т.к. гидроразрыв всегда происходит в плоскости, перпендикулярной минимальному главному напряжению [5]. Этот факт необходимо учитывать при определении количества рядов инъекционных скважин в завесе, и, соответственно, необходимой мощности геохимического барьера.

При использовании этого способа инъекционные скважины проходятся до местного водоупора ниже песчаных прослоев, в которых зафиксированы загрязненные воды. Создание геохимического барьера таким способом по периметру загрязненного участка может нарушить процесс инфильтрации атмосферных осадков и привести к заболачиванию территории. В таких условиях необходимо использовать для очистки подземных вод геохимические барьеры, обладающие не только хорошей сорбционной способностью, но также и высокой проницаемостью.

В настоящее время разработаны гранулированные материалы для создания поглощающих барьеров с высокой сорбционной способностью и высокой проницаемостью. Однако их реализация пока затруднена ввиду технологических сложностей с получением необходимого материала [6].

Для решения поставленной задачи в ЛОГС разработан и апробирован на производственном объекте способ получения материала для создания геохимического барьера с высокой сорбционной способностью и проницаемостью, основанный на на перевод геля-сорбента в состояние тонкой аутигенной пленки на поверхности песчаных частиц. Создание пленки геля щавелевоалюмосиликатного состава возможно на песке любого минерального и гранулометрического состава. Песок с нанесенной пленкой сорбирующего геля обладает проницаемостью, близкой к проницаемости исходного песка. Технология получения такого сорбента



будет опубликована сразу после завершения ее патентования.

### *Литература*

1. *Сергеев В.И., Шимко Т.Г.* Техническая мелиорация грунтов в современных задачах охраны геологической среды. //Ж. Геотехника, издательство Геомаркетинг (М.). 2015. № 4. с. 64-70

2. *Полевич О.В., Удалов И.В., Чуенко А.В.* Использование специальных геохимических барьеров для блокирования распространения тяжелых металлов и радионуклидов подземными техногенными потоками.// Ж. Вопросы атомной науки и техники. Серия: Физика ядерных реакторов. 2017. № 2(108) С. 194–200

3. *Сергеев В.И., Шимко Т.Г., Свиточ Н.А., Данченко Н.Н.* Анализ геологических условий при выборе места складирования токсичных отходов. // Ж. Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. 2009, № 6. с. 21-26

4. *Сергеев В.И., Кулешова М.Л., Сергеев Р.В., Степанова Н.Ю., Царев М.А., Шимко Т.Г.* Использование различных по составу и технологии сооружения геохимических барьеров для защиты подземных вод от загрязнения. //В сб. Материалы общероссийской научно-практической конференции «Инженерно-экологические изыскания – нормативно-правовая база, современные методы и оборудование», 17 сентября 2021 года. М.: ООО «Геомаркетинг». 2021. с. 92-96

5. *Сергеев В.И., Степанова Н.Ю., Шимко Т.Г., Пашков Д.В.* Перспективы повышения эффективности защитных экранов в районах размещения токсичных и радиоактивных отходов промышленности. //В сб. Инженерные изыскания в строительстве. Материалы XI Общероссийской конференции изыскательских организаций, 2016, место издания: Академическая наука Москва, с. 213-214

6. *Сержантов В.Г.* Способ получения гранулированного сорбента. Патент № 2462305, Опубликовано: 27.09.2012 Бюл. № 27

*Kuleshova Margarita L, Sergeev Roman V.*  
**TECHNOLOGY OF CREATING GEOCHEMICAL  
BARRIERS ON THE PATH OF MIGRATION OF  
POTENTIAL WATER RESOURCES POLLUTANTS**

*Laboratory for Geological Environment Protection (LOGS), Faculty of  
Geology, Moscow State Lomossov University, Russia*

Disposal of industrial and domestic waste in the near-surface ground strata is accompanied by pollution of ground and surface waters. To prevent the spread of pollutants, absorbing screens are used, which can be constructed in different ways. One of them is based on construction of low-permeability screen on the way of contaminated flow with low permeability and high sorption capacity by injecting sorbent into pore space of sand. However, the low permeability of the injection barrier can lead to the rise of the ground water level and waterlogging of the territory. To avoid waterlogging, high permeability barriers should be used. For such a barrier, the material developed at LOGS on the basis of sand with an authigenic film of sorbing gel, which has permeability close to the permeability of the original sand, is used.

*Кучер О.Д., Липатов В.С.*  
*Научный руководитель: к.т.н. Д.Е. Кучер*  
**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ГОРОДСКОЙ  
СРЕДЫ ПРИ ОБРАЩЕНИИ С ОТХОДАМИ  
СТРОИТЕЛЬСТВА**

*Российский университет дружбы народов, Россия*  
[kucher\\_od@pfur.ru](mailto:kucher_od@pfur.ru), [vitalykipatov@mail.ru](mailto:vitalykipatov@mail.ru)

В работе анализируются проблемы экологической безопасности при обращении с отходами строительства в условиях городской среды. Исследуются риски при обеспечении экологической безопасности. Приводятся методы её оценки. Рассматривается пример реализации обращения с отходами строительства на реальном проекте жилой застройки.

Экологическая безопасность является комплексной проблемой, со множеством условий и параметров, которые зачастую создают прецеденты противоречия между собой. Объектом экологической безопасности являются факторы, имеющие прямое или косвенное влияние на человека и природу, при этом ключевым условием является сохранение экологического баланса с учетом всех рисков. Экологическая безопасность должна играть одну из главенствующих ролей при определении направления развития экономики. Экономическая сфера может рассматриваться только в условиях долгосрочных перспектив устойчивого развития.

Рост населения приводит к необходимости создания новых жилых площадей, что влечет за собой потребность в совершенствовании методов и стандартов экологической безопасности при обращении с отходами строительной деятельности. В работе проведен анализ факторов экологического риска и экологической оценки территории, как основы экологической безопасности в сфере строительства.

Анализ критериев экологической безопасности требует соблюдения правил научной объективности: прямая и недвусмысленная трактовка терминов, а также набор эмпиричес-

ких данных, которые имеют под собой достоверный пласт статистических данных [1].

Методологию оценки экологической безопасности следует рассматривать как вид управленческой деятельности, направленной, в первую очередь, на безопасность человеческой жизни. Исходя из принципа важности человеческой жизни, продолжительность жизни является самым доступным, достоверным, а самое главное явным фактором, которым можно оценивать экологическую безопасность. Чем выше продолжительность жизни человека, тем больше критериев выполняются в экосистеме, с которой непосредственно взаимодействует человек.

Так как продолжительность жизни является статистическим значением, не привязанным напрямую к другим величинам, большей наглядностью обладает термин «Ожидаемая продолжительность жизни». Анализируя разницу между действительной продолжительностью жизни и ожидаемой, можно определить степень экологической безопасности конкретного региона. Исключительно важно учесть фактор относительности данного параметра, поэтому анализ данных конкретных условий требует установления планки «безопасности» рассматриваемого региона. Наличие относительной шкалы позволяет перейти от качественного анализа к количественному, оперируя статистическими данными. Индивидуальность планки экологической безопасности конкретного места определяется проводимой социально-экономической политикой. Если жизнь и здоровье человека в приоритете, то данный параметр начнет приобретать высокие относительные величины. При этом важно снижать уровень смертности на самых низких ступенях возрастно-половой пирамиды.

Продолжительность жизни является не единственным критерием для формирования методологии оценки экологической безопасности. Если сослаться на охрану, восстановление и защиту природной среды, то наше измерение сместится в анализ состояния природной среды. Например,

можно использовать ряд показателей, которые определяют качество природной среды и попадают под определение ПДН – предельно допустимой экологической нагрузки [2]. Разрабатывая систему весовых коэффициентов для каждого отдельного фактора, требуется учесть массу мнений и данных, которые лучше всего анализируются при помощи метода Дельфи, как наиболее объективного в решении таких вопросов [3]. Практика показывает, что количественное определение ПДН дает наиболее релевантные и предсказуемые результаты при составлении картины экологической безопасности. При этом рекомендуется не приближаться к границе выставленных значений, иначе методика начинает давать значения, которые теряют предсказуемость измерений.

Рассматривая экологическую безопасность в сфере строительства, мы в первую очередь сталкиваемся с проблемой отходов. Большая их часть не может быть использована в строительном производстве. Необходимо предпринимать предупредительные действия по охране окружающей среды, чтобы минимизировать ущерб от отходов, то есть следовать принципу предосторожности [4].

В качестве практического примера обеспечения экологической безопасности при обращении со строительными отходами нами рассмотрен проект жилого дома по адресу: г. Москва, район Бабушкинский, ул. Коминтерна, вл. 12, разработанный НИиПИ «ВидПроект» в 2018 году.

Жилой дом имеет общую площадь 12266 м<sup>2</sup>, общая площадь квартир – 8747 м<sup>2</sup>, строительный объём – 40760 м<sup>3</sup>. При проведении работ по строительству объекта прогнозируется образование строительных отходов IV и V классов опасности из 21 наименования (объём отходов IV класса опасности составляет 42,4 т/период или 32,6 м<sup>3</sup>/период, V класса – 320,9 т/период или 222,4 м<sup>3</sup>/период). Состав отходов: отходы минеральных теплоизоляционных материалов, лом пазогребневых, отходы затвердевшего строительного раствора в кусковой форме, отходы штукатурки затвердевшей малоопас-

ные, отходы линолеума, отходы древесно-волоконистых плит и изделий из них, лом железобетонных изделий, отходы железобетона в кусковой форме, лом бетонных изделий, отходы бетона в кусковой форме, лом и отходы стальные в кусковой форме незагрязненные, лом строительного кирпича, лом и отходы изделий из полистирола, отходы стекловолоконной изоляции, отходы пленки полиэтилена и изделий из нее, лом черепицы и керамики, лом изделий из стекла.

Пожароопасные отходы накапливаются в местах, оборудованных средствами пожаротушения. Для снижения воздействия строительства на почву и подземные воды предусмотрен централизованный сбор отходов, установка мусорных контейнеров для сбора бытовых и строительных отходов (2 контейнера для строительного мусора, объемом  $8,0 \text{ м}^3$ , и 3 контейнера для бытового мусора, объемом  $1,0 \text{ м}^3$ ). Для соблюдения правил экологической безопасности и техники безопасности, а также для снижения негативного воздействия отходов на компоненты окружающей среды при сборе, хранении и транспортировке, проектом предусмотрен организованный сбор и своевременный вывоз со строительной площадки отходов, подлежащих утилизации, захоронению или переработке на специализированные предприятия, имеющие соответствующую лицензию на данный вид деятельности; строгое соблюдение требований пожарной безопасности при сборе, хранении и транспортировке пожароопасных отходов.

Удельный вес отходов IV и V классов строительного производства в жилищном домостроении за период составил  $41,5 \text{ кг}$  на  $1 \text{ м}^2$  площади квартир. Исходя из количества квартир (128 шт.) в жилом доме среднее количество отходов на 1 квартиру составляет  $2,84$  тонн. Так как экономический эффект строительства вычисляется исходя из площади квартир, то расчет показывает немалую долю затрат на вывоз и утилизацию отходов.

Таким образом, при строительстве рассматриваемого жилого дома в целом учтены мероприятия по охране окру-

жающей среды, однако не рассмотрены все факторы, определенные нами в качестве важных и не учтен весь цикл движения отходов. Для полной оценки экологической безопасности строительства мы считаем необходимым дополнить требования к подготовке проектной документации анализом всех факторов экологического риска, а также проведением экологической оценки территории от выбора площадки до вывода объекта строительства из эксплуатации. Это позволит должным образом оценить экологический ущерб, что в свою очередь значительно уменьшит негативное загрязняющее воздействие строительства на экосистему города.

### *Литература*

1. *Кучер Д.Е.*, Как оценивать экологическую безопасность? // Экология и промышленность России. 2021. Т. 25. № 9. С. 56-61. DOI 10.18412/1816-0395-2021-9-56-61.
2. *Пыршева М.В., Попченко В.И.* Проблемы нормирования качества окружающей среды. // Вестник Поволжского государственного университета сервиса. Серия: Экономика. 2008. № 4. С. 145-154.
3. *Кротова Е.А., Матвеева А.В.* Технологический аспект профессиональной подготовки студентов в области экологического менеджмента и аудита. // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 4. С. 137.
4. *Кучер Д. Е., Харченко С.Г.* Принцип предосторожности как критерий при принятии решений. // Экология и промышленность России. 2022. Т. 26. № 1. С. 66-71. DOI 10.18412/1816-0395-2021-12-66-71.
5. *Шмаль А.Г.* Национальная система экологической безопасности (методология создания). г.Бронницы: МУП “ИКЦ БНТВ”, 2004
6. Стратегия экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года. Утв. Указом Президента Российской Федерации от 19 апреля 2017 г. № 176.

*Kucher Olga, Lipatov Vitaly*  
*Scientific advisor: Dmitry E. Kucher*  
**ENVIRONMENTAL SAFETY OF THE URBAN  
ENVIRONMENT IN THE CONSTRUCTION WASTE  
MANAGEMENT**  
*People's Friendship University of Russia*

The research analyzes the problems of environmental safety in the management of construction waste in an urban framework. The importance of ensuring environmental safety is investigated. Methods for assessing environmental safety are given. An example of the implementation of construction waste management on a real development project in Moscow is considered.



*Лесун Е.В.*

*Научный руководитель: к.ф.-м.н. Ледащева Т.Н.*

**МОДЕЛИРОВАНИЕ СОЦИО-ЭКОЛОГО-  
ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ГОРОДА  
ДЛЯ РАЗРАБОТКИ СТРАТЕГИИ  
УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ**

*Российский университет дружбы народов, Россия*

[1032182687@pfur.ru](mailto:1032182687@pfur.ru)

В статье продемонстрирована методика исследования модели социо-эколого-экономической системы города и получение выводов о стратегии устойчивого развития на ее основе на примере г. Норильск.

В начале XIX века началась активная современная урбанизация. Рост городов способствует обострению экологических, экономических и социальных проблем. Особенно подвержены антропогенному воздействию городские территории, расположенные в Арктической зоне. Для эффективного решения проблем, и стабильного развития города необходима стратегия устойчивого развития с учетом особенностей конкретного города. Для ее создания необходим системный подход. Одним из эффективных способов его реализации является когнитивное моделирование, позволяющее прогнозировать развитие и выбирать наиболее эффективные решения по управлению социо-эколого-экономической системой. В ходе стратегического планирования происходит формирование целей и задач, выбор мероприятий и разработка механизма их выполнения [1].

Создание стратегии устойчивого развития особо актуально для моногородов Крайнего Севера. В настоящее время вырос интерес к северным территориям страны. Это обусловлено расширением горнодобывающего комплекса, ростом промышленности, обострением экологических проблем. Крупнейшим промышленным городом Крайнего Севера является Норильск [4].

Для оценки устойчивости развития города необходимы индикаторы и их системы. Существующие системы критериев могут служить опорой при разработке уникальной системы индикаторов для конкретного города. При отборе индикаторов устойчивого развития для г. Норильска мы использовали наиболее полную систему показателей – базовый набор индикаторов, предложенный Комиссией ООН, состоящий из 132 показателей [3]. В ходе отбора индикаторов мы учитывали региональные особенности города и применимость индикаторов к оценке городских территорий.

В качестве опорной информации мы использовали стратегию социально-экономического развития муниципального образования, которая содержит результаты анализа текущего состояния и возможных направлений развития города [5]. В концепции стратегии развития Норильска можно выделить следующие приоритетные цели: модернизация промышленных предприятий, сокращение негативного воздействия на окружающую среду, создание качественной транспортной и социальной инфраструктуры, улучшение качества жизни населения. Однако нельзя ничего сказать о сравнительной важности этих целей ввиду их достижения для устойчивого развития города.

Отобранные нами индикаторы устойчивого развития легли в основу когнитивной модели социо-эколого-экономической системы города, став вершинами ориентированного графа. Дуги орграфа показывают прямые связи между показателями. Знаки показывают, какое влияние показатели оказывают друг на друга. Для исследования количественных характеристик модели были рассмотрены статистические данные по показателям за период 2010-2021 гг. Для подтверждения наличия связи между вершинами был проведен корреляционный анализ данных с помощью коэффициента корреляции Спирмена. Веса дуг были определены: часть непосредственным вычислением, часть с помощью регрессионного анализа, оставшиеся экспертным путем.

Для прогнозирования развития показателей мы провели исследование реакции оргграфа на возмущения по методике группы под руководством В.И. Горелова [2]. В результате мы получили (Таблица 1) значения системных весов показателей. Они позволяют определить уровень стабильности системы, ее близость к кризису и приоритеты развития.

**Таблица 1.** Системные веса показателей социо-эколого-экономической системы г. Норильск

<b>Показатель</b>	<b>Системный вес</b>
Численность населения	3,2613
Рождаемость	1,0185
Миграционный прирост	0,9135
Ожидаемая продолжительность жизни	0,9642
Заболеваемость	-0,8620
Уровень жизни	3,2318
Уровень безработицы	0,4320
Средняя зарплата	3,4200
Среднее и высшее образование	1,3423
Протяженность автомобильных дорог	1,2914
Муниципальный бюджет	1,2165
ВМП на душу населения	5,8013
Оборот торговли	3,0084
Оборот промышленного производства	7,3683
Оборот туризма	0,9974
Доля зеленых насаждений	0,9999
Качество атмосферного воздуха	-1,1232
Выбросы в атмосферу	-1,9878
Потребление энергии	-1,2457
Потребление воды	-0,8117
Качество воды	-0,9999
Затраты на охрану ОС	0,5039
Образовано ТКО	-0,4941
Доля утилизированных ТКО	1,0024
Строительство	0,1772
Число людей в ветхом жилье	-0,6369

Наибольшее влияние в системе имеет оборот промышленного производства. Для дальнейшего устойчивого развития города необходимо повышать инвестиционную привлекательность, увеличивать оборот промышленного производства, развивать не только горнодобывающую отрасль экономики, но и обрабатывающую промышленность.

Также приоритетом развития является в целом увеличение валового муниципального продукта (ВМП), что может быть достигнуто не только за счет развития промышленности, но и путем развития сферы услуг, в том числе туризма.

Важным показателем системы является численность населения. Следует отметить, что одной из главных проблем Норильска является убыль населения. Для увеличения привлекательности города необходимо благоустройство городской среды, снижение выбросов и сбросов от промышленных предприятий, увеличение уровня жизни населения.

Наибольшее негативное влияние на систему оказывают выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Для устойчивого развития города необходимо снижение выбросов загрязняющих веществ путем модернизации устаревшей техники, установки оборудования для очистки выбросов.

Выявлен системный кризис г. Норильска, выражающийся в негативном влиянии низкого уровня безработицы на социально-экономическую систему г. Норильска. Для устойчивого развития города необходимо увеличивать конкурентность для привлечения квалифицированных специалистов, повышать уровень образованности населения.

Выявленные приоритеты соответствуют целям существующей стратегии социально-экономического развития. Однако стратегия устойчивого развития города несколько шире. Она учитывает не только социальные и экономические аспекты развития, но и экологические. Таким образом, на примере г. Норильска была продемонстрирована методика поддержки разработки стратегии устойчивого развития на основе когнитивного моделирования, однако из-за неполной

исходной информации о состоянии и динамике показателей города использовать полученные выводы как руководство к действиям нельзя. Для высокой точности прогнозирования и эффективности управления системой необходимы углубленные исследования.

### *Литература*

1. *Бегун Т.В.* Стратегическое планирование устойчивого развития муниципального образования // Проблемы современной экономики, 2013. С. 322-324.

2. *Горелов В.И., Карелова О.Л., Ледасчева Т.Н.* Системное моделирование в социально-экономической сфере Москва: Логос, 2012.

3. Наше общее будущее. Доклад всемирной комиссии по вопросам окружающей среды и развитию от 4 августа 1987: пер. с англ., под ред. С.А. Евтеева и Р.А. Перелета. М.: Прогресс. 1989.

4. *Севастьянов Д.В.* Норильский регион: от природной специфики к практике освоения // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. 2014. С. 82-94

5. Стратегия социально-экономического развития муниципального образования город Норильск до 2030 года.

*Lesun E.V.*

*Scientific advisor: Ledascheva T.N.*

## **MODELING OF SOCIO-ECOLOGICAL-ECONOMIC SYSTEM OF A CITY TO DEVELOP A SUSTAINABLE DEVELOPMENT STRATEGY**

*Peoples' Friendship University of Russia, Russia*

The article demonstrates the research methodology of the model of socio-ecological-economic system of the city and obtaining conclusions about the strategy of sustainable development on its basis on the example of the city of Norilsk.

*Любов В.К., Попов А.Н.*  
**ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ**

*Северный (Арктический) федеральный университет  
имени М.В. Ломоносова, Россия*

[y.lubov@narfu.ru](mailto:y.lubov@narfu.ru), [a.n.popov@narfu.ru](mailto:a.n.popov@narfu.ru)

Комбинированная выработка тепловой и электрической энергии позволяет обеспечить значительную экономию первичных энергоресурсов и снижение загрязнения окружающей среды.

Преимущественно она осуществляется с использованием паротурбинных установок. Однако в восьмидесятых годах XX века появилось новое перспективное направление в развитии когенерации – установки, работающие на основе органического цикла Ренкина (ORC). Для развития и адаптации данного направления к российским реалиям требуется проведение анализа энергетических инноваций за рубежом. Поэтому был проведен комплексный анализ эффективности энергетического использования высоковлажных биотоплив и биотопливных смесей с повышенной зольностью в котлоагрегатах, работающих в составе ТЭЦ, использующих ORC технологию и традиционные паротурбинные установки.

Во многих странах реализуются программы по переводу объектов энергетики на возобновляемые источники энергии. Одним из таких источников является древесная биомасса, использование которой в районах с большим потенциалом лесных массивов является весьма актуальным решением. Энергетическое использование древесных отходов часто сталкивается с рядом трудностей, связанных с широким диапазоном изменения влажности и гранулометрического состава [1-4]. В последние годы в РФ набирает популярность использование ORC технологии для когенерации и реализации энергосберегающих проектов. Однако развитие и адаптация данного направления в РФ требует определенного анализа энергетических инноваций за рубежом. Исходя из этого, был выполнен анализ энергоэкологических показателей работы термомасляного

котлоагрегата, установленного на био-ТЭЦ в городе Bad Mergentheim (Германия) и работающего на смеси, состоящей из коры, щепы и лесосечных отходов. Проведен комплексный анализ работы «горизонтального» котлоагрегата, установленного на ТЭЦ в Wiesbaden, и сжигающего смесь древесных и твердых бытовых отходов с повышенной зольностью.

Для анализа и обработки результатов энергообследований использовались данные, полученные с помощью автоматизированных систем управления технологическими процессами ТЭЦ. Обработка полученных результатов проводилась в соответствии с рекомендациями [5] и инновациями, предложенными в [6].

Генеральным направлением развития энергетики является внедрение инновационных решений мирового уровня при создании современных энергоустановок для комбинированной выработки тепловой и электрической энергии с использованием ORC технологии.

Применение котлоагрегатов, оборудованных наклонно-переталкивающими колосниковыми решетками, позволяет обеспечить эффективное использование местных топлив и отходов лесопромышленного комплекса.

При проектировании котлоагрегатов необходимо обеспечить аэродинамические и термические условия, гарантирующие полное разложение диоксинов. Котлоагрегаты должны оснащаться современными эффективными установками очистки уходящих газов от вредных газообразных ингредиентов и твердых частиц.

Конструкция котлов и их оснащение системами очистки должны обеспечивать минимальное количество остановов для их чистки в течение отопительного сезона. Реализуемая технология сжигания должна предусматривать возможность внедрения достоинств различных способов сжигания в одном топочном устройстве.

### *Литература*

1. Головков С.И., Коперин И.Ф., Найденов В.И. Энергетическое использование древесных отходов. М.: Лесн. промышленность, 1987.
2. Gerasimov Y., Karjalainen T. Energy wood resources in Northwest Russia Biomass and Bioenergy // Biomass and Bioenergy. 2011. Vol. 35. PP. 1655-1662.
3. Berdin V.K., Kokorin A. Renewable energy development in Russia: Potential capacities and practical steps // European Journal of Political Economy. 2020. vol. 15. №2. PP. 106-135.
4. Семенов Ю.П., Хиллринг Б., Парика М., Штерн Т. Лесная биоэнергетика. М.: МГУЛ, 2008. 348 с.
5. Трембовля В.И., Фингер Е.Д., Авдеева А.А. Теплотехнические испытания котельных установок. М.: Энергоатомиздат, 1991. 416 с.
6. Любов В.К., Дьячков В.А. Программно-методический комплекс для обработки результатов испытаний теплоэнергетического оборудования и расчета вредных выбросов // Труды 2-й РНКТ. Т. 3. 1998. С. 225-228.

***V.K. Lyubov, A.N. Popov***

### **INNOVATIVE SOLUTIONS IN THE ENERGY SECTOR**

*Northern (Arctic) Federal University  
named after M.V. Lomonosov, Russia*

Combined heat and power plants (CHPPs) allow for significant savings in primary energy resources and a reduction in environmental pollution.

Mostly it is carried out using steam turbines. However, in the eighties of the twentieth century, a new promising direction in the development of cogeneration appeared - plants operating on the organic Rankine cycle (ORC). An analysis of energy innovations abroad is required for the development and adaptation of this direction to Russian realities.

Therefore, an analysis of the energy and environmental efficiency of high-moisture biofuels and biofuel mixtures with a high ash content was carried out in boilers operating as part of a CHP using ORC technology and traditional steam turbine plants.



*Максимова О.А.<sup>1</sup>, Куреев П.Е.<sup>2</sup>*

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАБОТЫ ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ С ЕСТЕСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ**

*<sup>1</sup>ООО «ЭКОСПЭЙС», Россия*

*<sup>2</sup>Национальный исследовательский университет "МЭИ", Россия*

[makso-rudn@yandex.ru](mailto:makso-rudn@yandex.ru)

В работе рассмотрены экологические аспекты сооружения опытно-демонстрационного энергокомплекса в рамках проекта «Прорыв».

Развитие ядерной энергетики невозможно без учёта экологических аспектов реализации ядерного топливного цикла. Нами была поставлена цель оценить потенциальное воздействие на окружающую среду ядерных реакторов нового поколения. Для её достижения были изучены литературные источники и техническая документация инновационного проекта «Прорыв».

В 1945 году в СССР была создана первая научно-исследовательская организация, предназначенная для разработки энергетических реакторов – Лаборатория «В». И, если в 1946 году изучалась сама возможность создания «урановой машины с обогащенным ураном и легкой водой», дающей энергию «в технически применимом количестве», то в 1950 году долгосрочная программа научной деятельности института уже включала работу по четырём направлениям: реакторы на тепловых нейтронах для АЭС, реакторы на быстрых нейтронах на АЭС, реакторы для ядерных энергетических установок подводных лодок, реакторы для ядерных энергетических установок космического назначения. Промышленное производство электроэнергии на ядерных энергетических установках началось в 1954 году на Первой в мире АЭС. Реактор АМ-1 представлял собой охлаждаемый водой под давлением графитовый реактор канального типа на тепловых нейтронах с трубчатыми твэлами [1]. Опыт создания и эксплуатации первых реакторов АМ и АМБ позднее был использован

в производстве мощных серийных установок РБМК, а первые реакторы на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем подготовили почву для разработки систем IV поколения.

Сегодня промышленные реакторы II поколения (РБМК, ВВЭР-440) постепенно замещаются реакторами III поколения (ВВЭР-1000, ВВЭР-1200), которые стали основой парка ядерной энергетики России и одним из лучших примеров востребованного высокотехнологичного продукта за рубежом. Несмотря на то, что легководные реакторы хорошо себя зарекомендовали, продолжается работа по дальнейшему повышению их безопасности и улучшению эксплуатационных показателей. В то же время при использовании даже самых совершенных реакторов III поколения, технологически невозможно решить проблемы, тормозящие развитие всего атомного комплекса:

- Невозможность полного исключения вероятности тяжелых аварий с неконтролируемым ростом мощности и потерей отвода тепла.
- Использование в качестве основного делящегося материала урана-235 и связанные с этим ресурсные ограничения.
- Нерешенность проблем с отработавшим ядерным топливом (ОЯТ) и радиоактивными отходами (РАО) в долгосрочном плане.
- Проблема распространения атомного оружия [2].

Ядерные реакторы IV поколения должны решить все эти задачи: обладать свойством естественной безопасности, быть высокоэкономичными, образовывать минимальное количество радиоактивных отходов, исключать распространение ядерных материалов. Достижение нового качества ядерной энергетики является целью реализуемого госкорпорацией «Росатом» проекта «Прорыв» в рамках которого на площадке «Сибирского химического комбината» в Северске ведётся

строительство опытно-демонстрационного энергетического комплекса (ОДЭК) с реактором «БРЕСТ-ОД-300» [3].

Сочетание природных свойств свинцового теплоносителя, мононитридного топлива, физических характеристик быстрого реактора, конструкторских решений активной зоны и контуров охлаждения выводит БРЕСТ на качественно новый уровень безопасности и обеспечивает его устойчивость в крайне тяжелых аварийных ситуациях, непреодолимых ни одним из существующих реакторов. Даже в случае разгерметизации свинцового контура и его непосредственного контакта с атмосферой не потребуется эвакуация населения и отчуждение территорий [4].

Реакторы на быстрых нейтронах позволят вовлекать в топливный цикл уран-238 и торий-232, а также трансмутировать долгоживущие изотопы (главным образом, америций-241 и технеций-99) в короткоживущие с последующим захоронением в геологических формациях, соблюдая принцип радиоэкологической эквивалентности радиоактивных отходов и природного урана.

Равновесная активная зона предполагает отсутствие в топливном цикле делящихся элементов, которые можно было бы изъять без остановки реактора, нет необходимости обогащать уран. Ядерное топливо в замкнутом топливном цикле смешано с высокорadioактивными элементами, поэтому проблемы хищения делящихся материалов не существует.

Экологическое сопровождение проекта «Прорыв» включает внедрение новых аспектов методологии оценки воздействия ядерных объектов на население и окружающую среду в соответствии с рекомендациями международных организаций. К ним относятся:

- Усовершенствованные методы расчёта доз облучения человека для снижения консервативных оценок воздействия на население (риск-ориентированный подход).

- Разработанные дозиметрические модели компонентов наземных экосистем для количественной оценки воздействия на окружающую среду.
- Радиоэкологический подход к оценке опасности радиоактивных отходов объектов ОДЭК (учёт опасности по всем потенциальным путям воздействия не только на человека, но и на окружающую природную среду).
- Определение оптимальных параметров переработки ОЯТ с целью достижения радиоэкологической эквивалентности РАО и природного урана [5, 6].

Программа проекта рассчитана на срок до 2030 гг. В настоящее время продолжается строительство комплекса, модуля фабрикации и рефабрикации топлива, реактора БРЕСТ и модуля переработки. Реализуется замкнутый ядерный топливный цикл в пределах одной площадки. Подготовлен атлас радиоэкологической обстановки в 30-ти км зоне АО «СХК», отражающий состояние окружающей среды в районе до начала эксплуатации.

Таким образом, введение в эксплуатацию ядерных реакторов нового поколения может изменить представление о ядерной энергетике как потенциально опасной отрасли народного хозяйства и расширить возможности её применения.

### *Литература*

1. ФЭИ. Росатом [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ippe.ru/history/1aes> Дата обращения: 24.02.2022.
2. Иванов В.Б. Будущее атомной энергетики // Атомная энергия 2.0 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.atomic-energy.ru/articles/2011/09/30/27110> Дата обращения: 23.02.2022.
3. Прорыв. Росатом [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://proryv2020.ru/o-proekte/#id6> Дата обращения: 23.02.2022.
4. Лемехов В.В., Смирнов В.С. БРЕСТ: быстрый реактор со свинцовым теплоносителем и пристанционным топливным

циклом // Атомная энергия 2.0 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.atomic-energy.ru/technology/36000> Дата обращения: 23.02.2022.

5. *Иванов В.К., Чекин С.Ю., Меняйло А.Н., Максютков М.А., Туманов К.А., Кащеева П.В., и др.* Уровни радиологической защиты населения при реализации принципа радиационной эквивалентности: риск-ориентированный подход //Радиация и риск. 2018. Т. 27. № 3. С. 9-23.

6. *Алексахин Р.М., Спириин Е.В., Соломатин В.М., Спиридонов С.И.* Некоторые экологические аспекты сооружения опытно-демонстрационного энергокомплекса в проекте «Прорыв». Атомная энергия. 2016. Т. 120. Вып. 6. С. 312-318.

*Maksimova O.A.<sup>1</sup>, Kireev P.E.<sup>2</sup>*

**ENVIRONMENTAL ASPECTS OF THE OPERATION  
OF NUCLEAR REACTORS WITH NATURAL SAFETY**

*<sup>1</sup>«ECOSPACE» LLC, Russia*

*<sup>2</sup>MPEI, Russia*

The environmental aspects of the construction of a pilot demonstration energy complex within the framework of the "Breakthrough" project were considered.

*Мирзалиева Е.М., Нистратов А.В., Курилкин А.А.,  
Со Вин Мьинт, Клушин В.Н.*

**АДСОРБЕНТЫ ИЗ ОТХОДОВ ДРЕВЕСИНЫ  
И ПОЛИПРОПИЛЕНА ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА  
ОТ ПАРОВ РАСТВОРИТЕЛЕЙ**

*Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева, Россия*  
[alvinist@yandex.ru](mailto:alvinist@yandex.ru)

В работе представлены новый способ получения, показатели пористой структуры карбонизированного и активного углей, полученных из берёзовых опилок и отходов полипропилена, и результаты их применения для поглощения насыщенных паров типичных органических растворителей.

Одной из основных экологических проблем является избавление от накопления полимерных отходов, объём которых в России составляет порядка 750 тыс. т в год. Часть из них, ориентировочно 3-10%, используется повторно [1,2]. В то же время ежегодный прирост потребления пластика составляет до 8% в год.

При этом за всё время производства пластмасс в мире было переработано только 9% [3]. Несмотря на принципиальную возможность полного рециклинга термопластиков некондиционная (загрязнённая, композитная, немаркированная) их часть составляет не утилизируемую долю отходов.

В 2020 году из-за эпидемиологической обстановки на рынке вырос рост производства полимерных товаров медицинского применения, продуктов питания, упаковочных плёнок [4], что усугубило рассматриваемую проблему.

Разработка и создание полимерных композиционных материалов на основе вторичного полимерного сырья является серьёзной научной задачей, особенно важной в случае использования таких крупнотоннажных полимеров, как полиэтилен или полипропилен [5].

Отходы древесины от лесозаготовки и деревообработки

не наносят вреда окружающей среде, однако их накапливается порядка 200 млн. куб. м. только в России. На сегодняшний день не перерабатываются в достаточном объёме древесная зелень, кора, опилки, стружки.

В ближайшие годы правила по обращению с отходами древесины будут ужесточаться. Несмотря на низкий класс опасности (в большинстве случаев 5 класс, согласно Федеральному классификационному каталогу отходов), в 2022 году вступит в силу Закон «Об обязательной утилизации древесных отходов», запрещающий предприятиям деревообрабатывающей промышленности вывозить древесные отходы [6,7]. Также существует проблема хранения целлюлозосодержащих отходов, связанная с возможностью их возгорания или загнивания. Особую позицию составляют опилки, образующиеся при пилке древесной биомассы [8,9].

Положительным аспектом использования отходов от переработки древесного сырья в качестве сорбционных материалов является многотоннажность образования и дешевизна.

В настоящее время известны несколько технологий производства углеродных адсорбентов из древесных отходов [10], в том числе способ их совместного пиролиза с полимерными отходами [11], разрабатываемый в РХТУ имени Д.И. Менделеева. Показано, что наиболее пористые адсорбенты образуются при использовании композиции берёзовой древесины и полипропилена.

Разработка адсорбентов на указанной основе способствует решению двух задач: уменьшение количества опилок и пластика, вывозимых на свалки, и получение недорогого (пусть и не максимально эффективного) адсорбента для локальных очистных сооружений предприятий, выбрасывающих токсичные вещества.

Целью работы было исследование пористой структуры адсорбента на основе берёзовых опилок и отходов

полипропилена, полученного с помощью процесса ко-пиролиза и активации водяным паром, и испытание активата при поглощении паров бензола, бутанола, тетрахлолорметана.

Пиролиз смеси фрагментов полипропиленовых (ПП) стаканчиков ( $d < 1$  см) с древесными опилками в массовом отношении 1 : 1 проводили в закрытом тигле в муфельной печи со скоростью нагрева 5 °С/мин, при конечной температуре 390 °С и выдержке 0,5 ч. Карбонизат подвергали активации водяным паром до конечной температуры 700, 750, 800 °С при скорости нагрева печи около 10 °С/мин и времени выдержки конечной температуры 10 или 30 минут.

Установлено, что при температуре 800 °С степень обгара чрезмерно высокая, поэтому в качестве «мягкого» режима активации была выбрана температура 700 °С с временем выдержки 10 мин (исходя из наибольших значений объёмов сорбирующих пор).

Сорбционные свойства продуктов термообработки во многом обусловлены их структурой пор, удельной поверхностью и фракционным составом [12].

Для оценки качества данных адсорбентов (таблицы 1, 2) были измерены их сорбционная активность по йоду и метиленовому голубому (МГ) из растворов [13], объём сорбирующих пор по газообразным веществам и кинетика адсорбции паров органических растворителей (рис. 1-3).

**Таблица 1.** Сорбционная активность адсорбентов по йоду и метиленовому голубому

Адсорбтив	Карбонизат берёзовых опилок	Карбонизат смеси опилок с ПП	Активированный уголь при 700 °С (выдержка 10 мин)
Йод, %	7,6	3,2	67
МГ, мг/г	3,3	16	110

Измеренные значения сорбционной активности по метиленовому голубому и йоду показывают, что



активированный уголь стал обладать более развитой мезопористой и микропористой структурой. Развитию пористой структуры при активации могло способствовать как освобождение имеющихся пор от остаточных продуктов деструкции полипропилена после карбонизации, так и формирование новых пор в материале. При сравнении характеристик данного активного угля из отходов и промышленного угля БАУ-А из берёзовой древесины (адсорбционная активность по йоду 60 %), можно сделать заключение, что адсорбционная активность по йоду лабораторного не уступает показателям промышленного.

Стоит отметить, что использованный режим активации значительно мягче традиционного для древесины [10].

**Таблица 2.** Объём сорбирующих пор адсорбентов

Адсорбтив	Объём сорбирующих пор, см <sup>3</sup> /г	
	Карбонизат смеси опилок с ПШ	Активированный уголь
Вода	0,043	0,34
Бензол	0,68	0,39
Тетрахлорметан	1,3	0,34

Из полученных данных (табл. 2) можно заключить, что наибольшим объёмом сорбирующих пор по органическим веществам (по воде - напротив) обладают образцы карбонизата. Также они наиболее гидрофобны, т.е. избирательны к бензолу и ССl<sub>4</sub>. Но твёрдые продукты пиролиза после контакта с парами растворителей были сильно влажные, что может свидетельствовать о нарушении структуры адсорбента, делая его непригодным для эксплуатации. Поэтому предпочтение отдано стабильному в своих свойствах активному углю.

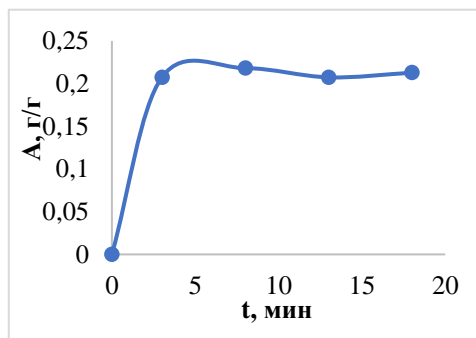
В табл. 3 определены значения статической (система адсорбент – паробразный адсорбат находится в термодинамическом равновесии в эксикаторе при 20 °С) и кинетической (с помощью установки, моделирующей

поведение поглотителей в процессах адсорбции растворителя из его паровоздушных потоков) ёмкости активного угля по насыщенному пару бензола, бутанола и тетрахлорметана – часто используемых и активно выбрасываемых в атмосферу соединений (ЛОР).

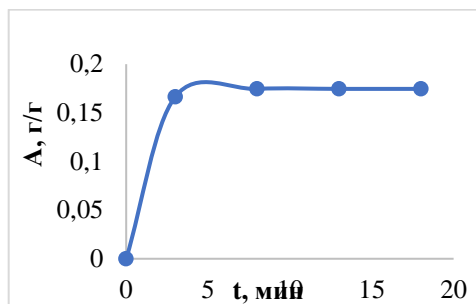
**Таблица 3.** Адсорбционная ёмкость адсорбентов по ЛОР

Адсорбтив	Адсорбционная ёмкость, г/г статика / кинетика
Бензол	0,235 / 0,213
Тетрахлорметан	0,260 / 0,260
Бутанол	0,165 / 0,175

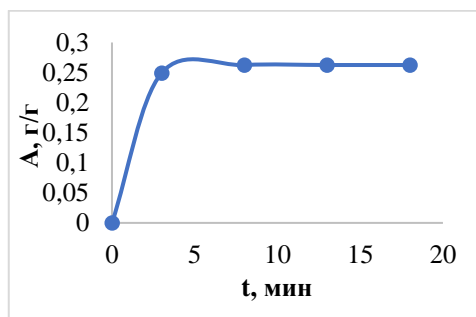
Из сравнения емкостей материала в режимах статика и кинетики видно, что адсорбционное пространство активного угля по каждому из веществ используется практически полностью. Рис. 1-3 иллюстрируют кинетику соответствующих процессов в виде зависимостей ёмкости  $A$  от времени  $t$ .



**Рис. 1.** Кинетическая кривая адсорбции насыщенных паров бензола исследуемым адсорбентом



**Рис. 2.** Кинетическая кривая адсорбции насыщенных паров бутанола исследуемым адсорбентом



**Рис. 3.** Кинетическая кривая адсорбции насыщенных паров тетрахлорметана исследуемым адсорбентом

Полученные кинетические кривые свидетельствуют о том, что процесс адсорбции проходит за короткий промежуток времени (3-5 мин), при котором наступает адсорбционное равновесие. Адсорбционная ёмкость угля несколько выше при поглощении паров бензола и тетрахлорметана, чем бутанола. Критический диаметр молекулы бензола – 6, тетрахлорметана – 6,8, бутанола – 5,8 Å [14]. Молекула бутанола линейная, бензола – плоская, тетрахлорметана – тетраэдрическая. Исходя из данной информации можно сделать предположение, что у бензола и  $CCl_4$  из-за формы и неполярности молекул процесс внутренней диффузии проходит лучше. Сравнение ёмкости угля по бутанолу (175 мг/г) с аналогичным показателем БАУ-А (145 мг/г)

делает его конкурентоспособным средством очистки газовых выбросов.

Таким образом, ко-пиролиз берёзовых опилок и отходов пищевого полипропилена позволяет получать высокопористые карбонизаты, паровая активация которых способствует развитию микропористой и мезопористой структуры за счёт освобождения пор от остаточных продуктов деструкции полипропилена после карбонизации, а также формирования новых пор в материале. Адсорбционная активность продукта по йоду не уступает показателям промышленного аналога. По данным кинетических испытаний процесс адсорбции паров растворителей разработанным углём протекает за несколько минут с достижением ёмкости 175-262 мг/г.

#### *Литература*

1. *Легонькова О.А., Сухарева Л.А.* Тысяча и один полимер от биостойких до биоразлагаемых. РадиоСофт. Москва. 2004
2. *Сухарева Л.А., Яковлев В.С.* Биотехнология защитных полимерных и неорганических покрытий. Пищевая промышленность, Москва. 2001.
3. Рынок полимеров 2021. Тренды и прогнозы. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ucgrus.com/statyi/rynok-polimerov-2021-trendy-i-prognozy/> Дата обращения: 18.02.2022
4. Полипропилен в 2021 году. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.simplexnn.ru/newspolymer2/10865-polipropilenv-2021-godu> Дата обращения: 18.02.2022
5. *Черкашина А.Н., Рассоха А.Н.* Полимерные композиции на основе вторичного полипропилена. // Актуальные научные исследования в современном мире. 2018. №33(1–8). С.125–131.
6. Переработка древесных отходов: как построить бизнес из отходов древесины. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://vawilon.ru/переработка-древесных-отходов-как-по/> Дата обращения: 18.02.2022
7. Переработка древесных отходов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://woodexpo.ru/Stati/wood-waste> Дата обращения: 18.02.2022

8. *Шайхиев И.Г.* Использование отходов деревопереработки в качестве реагентов для очистки сточных вод. // Все материалы. Энциклопедический справочник. 2008. № 12. С. 29-42.

9. *Шайхиев И.Г., Шайхиева К.И.* Использование компонентов хвойных деревьев для удаления поллютантов из водных сред. 1. Сосновые // Вестник технологического университета. 2016. т. 19. № 4. С. 127-141.

10. *Мухин В.М., Клушин В.Н.* Производство и применение углеродных адсорбентов. Lambert Academic Publishing. 2018. 308 p.

11. *Нистратов А.В., Клушин В.Н.* Получение и свойства углеродных адсорбентов на основе растительного сырья и полимерных отходов. Proceedings of XVI International Scientific Conference “Machines. Technologies. Materials 2019”. Borovets. Bulgaria. 13-16.03.2019. V.1, P. 115-119.

12. *Паиковский П.С.* Эндогенные пожары в угольных шахтах Донецк : Ноулидж (Донецкое отделение). 2013.

13. *Кольшикин Д.А., Михайлова К.К.* Активные угли. Свойства и методы испытаний. М.: Химия, 1972.

14. Вещества, применяемые в качестве адсорбтивов, и размеры их молекул. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.kntgroup.ru/ru/information/adsorptive>. Дата обращения: 18.02.2022

*Mirzalieva E.M., Nistratov A.V., Kurilkin A.A., So Win Myint, Klushin V.N.*

**ADSORBENTS FROM WOOD WASTE  
AND POLYPROPYLENE FOR AIR CLEANING  
FROM SOLVENT VAPOR**

*D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia*

The paper presents a new production method, indicators of the porous structure of carbonized and activated carbons obtained from birch sawdust and polypropylene waste, and the results of their use to adsorb saturated vapors of typical organic solvents.

*Мурадов Ш.О., Тураев У.М.*  
**ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЕМИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ВОД  
КАК ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ РЕСУРС**

*Каршинский инженерно-экономический институт*  
[m.oikos@mail.ru](mailto:m.oikos@mail.ru), [u.m.turaev7@mail.ru](mailto:u.m.turaev7@mail.ru)

На основании ретроспективного анализа существующих технологий деминерализации вод выбран наиболее эколого-экономичный газогидратный метод. Разработан модернизированный вариант способа деминерализации вод. Обосновано преимущество над известными методами.

Интенсивный рост промышленности должен быть в максимальной степени обеспечен не вследствие увеличения водозаборов свежей воды, а в результате интенсивного развития систем оборотного и повторно-последовательного водоснабжения [1]. Проблема нарастающего дефицита пресной воды благоприятного состава признана проблемой международного значения [2]. Этот дефицит может быть покрыт утилизацией соленых вод путем деминерализации. Искусственное опреснение соленых вод перспективно. Наибольших успехов в этой области достигло Государственное управление по использованию соленых вод США [3]. Как считает Н.П.Карпенко, одним из основных направлений в решении проблемы повышения надежности функционирования мелиоративных систем является деминерализация сбросных и коллекторно-дренажных вод, утилизация дренажно-сбросных вод. Около 40% воды Центрально-Азиатском регионе, забранной из источников, участвует в формировании дренажно-сбросных вод [4].

Как отмечают В.А.Борисов и др, количество пресных питьевых подземных вод в Узбекистане за 30 лет (1965-1995) уменьшилось с 471 до 294 м<sup>3</sup>/с и стало составлять 34% вместо 56% от общей величины ресурсов подземных вод с минерализацией 5 и более г/л. Количество же последних

даже несколько возросло с 844 до 853 м<sup>3</sup>/с [5].

Л.В.Кирейчева и др. констатируют, минерализованные дренажные воды – это отходы гидромелиоративной системы. Их утилизация – серьезнейшая проблема современной науки. Подземные воды глубокого залегания засолены и могут быть задействованы только при условии их опреснения [6].

В настоящее время в целях деминерализации вод применяют различные способы очистки: химические, физические, физико-химические, биологические и биохимические [7].

Метод ионного обмена используется для деминерализации вод с содержанием солей 1,5 -10 г/л. Однако при опреснении сильно минерализованных вод расход химических реагентов увеличивается и составляет 3-5% количества опресняемой воды [8]. Л.А.Коренева и М.К.Адылова отмечают, что опреснительные технологии требуют использования дорогостоящих оборудования и материалов, следовательно, проблема разработки дешёвых технологий весьма актуальна [9]. При сравнении технико-экономических параметров различных способов, самой эколого-экономичной технологией явилась газогидратная. В промышленных установках фирмы «Копперс» (США) в качестве газа-гидратообразователя используют пропан [10].

Основной задачей, решаемой нашим предложением, является устранение недостатков. Техническое решение [11] включает получение газового гидрата при контактировании газа-гидратообразователя с водой, выделение кристаллов гидрата, их промывку и разложение с образованием пресной воды и газа, причём в качестве газа-гидратообразователя используют растворимый в воде газ. По своим параметрам наиболее пригодным для этих целей является двуокись углерода (СО<sub>2</sub>). При этом образование гидрата двуокиси углерода осуществляют в интервале температур 275- 179<sup>0</sup>К при давлениях 1400-2500 кПа. Низкая энергоёмкость гидратной технологии деминерализации природных и сточных вод базируется на том, что основной процесс протекает

в температурном интервале 0-10 °С. Именно этот газ обладает существенными преимуществами по сравнению с газом, используемым в способе - США (пропаном).

Двуокись углерода неопасна в обращении (в противоположность горючему и взрывоопасному пропану), водные растворы CO<sub>2</sub> нетоксичны для человека, поэтому не требуется полное ее удаление из конечного продукта (пресной воды). Двуокись углерода более широко распространенный в природе и более дешёвый газ по сравнению с пропаном. Формула гидрата двуокиси углерода изменяется от CO<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O до CO<sub>2</sub>·17H<sub>2</sub>O (при давлениях до 70 МПа).

Еще одна особенность предложенного модернизированного решения – его универсальность.

Поэтому деминерализации могут быть приняты подземные, коллекторно-дренажные, озерные и иные сточные воды весьма широкого спектра показателей: рН 3-12; минерализации – от 2-3 до 200-300 г/л (так, в апреле 2009 г. засоление вод Восточного Арала достигло 253г/л [12]); она обладает селективностью, т.е. тип загрязнений – как неорганический, так и органический.

Конечным продуктом деминерализации является пресная вода. Гидратная технология предусматривает следующие требования к ней: рН 6,8+7,5; сухой остаток — не выше 1,0-1,5 г/л; по химическому, бактериальному составу, содержанию взвесей и физическим свойствам вода соответствует действующим нормативам. Как известно воды минерализацией от 0,7 до 2,0 г/л считаются хорошими по качеству для орошения [13]. Проектная мощность промышленных установок от 50 до 500 м<sup>3</sup>/ч.

Резюмируя можно отметить, что предложенный эколого-экономичный способ объективно востребован как обществом так и природой.

#### *Литература*

1. Шикломанов А.И., Георгиевский В.Ю. Проблемы изучения



формирования и оценки изменений водных ресурсов и водообеспеченности в России // Метеорология и гидрология. - Москва: 2010. № 1. С.23 - 32.

2. *Безднина С.Я.* Концепция экологически безопасного функционирования систем водопользования в АПК. В кн.: Методы и технологии комплексной мелиорации и экосистемного водопользования // Научное издание ВНИИГиМ РАСХН. Москва, 2006.С .132 -280.

3. *Хамраев Н.Р., Денисов Ю.М., Давранова Н.Г., Азимбаев С.А.* Основы управления местными водными ресурсами пустынь (на примере Ц. Кызылкума). Ташкент: АО «Агросаноатахбороти», 1997.

4. *Каримов А., Мирзаджанов К., Исаев С.* Повышение продуктивности использования водных ресурсов на уровне фермерских хозяйств // Материалы международного семинара ИКАРДА. Тараз: ИЦ «АКВА». 2002. С.38 – 49.

5. *Борисов В.А., Валенко Л.И., Мусаева Т.П., Султанова Д.Г.* Индексная оценка качества питьевых подземных вод Узбекистана // Проблемы питьевого водоснабжения и экологии. Ташкент: Изд-во «Университет», 2002. С.83-91.

6. *Алиханов Б.Б.* Выступление Председателя Государственного Комитета Республики Узбекистан по охране природы // Экологический вестник Узбекистана. 2007. № 11 (80). С. 6-8.

7. *Мурадов Ш.О.* Научное обоснование водоустойчивости аридных территорий юга Узбекистана.Ташкент: «Фан» АН РУз, 2012.

8. *Кирейчева Л.В.* Дренажная система на орошаемых землях: прошлое, настоящее, будущее. М.: ВНИИГиМ. 1999.

9. *Коренева Л.А., Адилова М.К.* Адсорбционная технология опреснения дренажной воды // Сб. науч. трудов «САНИИРИ». 2003. С.116-120.

10. Патент США № 2904511, кл. 210-59

11. *Мурадов Ш.О., Валуконис Г.Ю.* Способ деминерализации коллекторно-дренажных вод. Патент Узб. IDP № 04339, 2000

12. *Istomin V.A., Derevyagine A.M., Seleznev S.V.* Proceedings of the 4<sup>th</sup> international Conference on Gas Hydrates, Yokogama (Japan), May 19-23, 2002, p. 439-443.

13. *Oakes D.B.* Use of idealized models in predicting the pollution of water supplies due to leachate from land fill sites. Groundwater Qual., Measur. Predict. And Prat. Paper and Proc. Water Res. Cent. Conf., Reading, 1976. Medmenhat-Stevenage. 1977. pp. 611 – 623.

*Muradov Sh.O., Turaev U.M.*

**INNOVATIVE TECHNOLOGY OF USE OF  
DEMINERALIZED WATER AS AN ADDITIONAL  
RESOURCE**

*Karshi Engineering - Economic Institute*

The most ecological and economical gas hydrate method was selected on the base of retrospective analysis of the existing technology in demineralization of water. The perfect variant was elaborated by the capacity of demineralization of water. Its advantages are scientifically based over the famous methods.

*Мурадов Ш.О., Турдиева Ф.А.*  
**УЛУЧШЕНИЕ ЭКОЛОГО-МЕЛИОРАТИВНЫХ  
И ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ЗОНЫ АЭРАЦИИ**

*Каршинский инженерно-экономический институт*

[m.oikos@mail.ru](mailto:m.oikos@mail.ru)

На основании обзора мировой литературы обоснована необходимость разработки технических решений по управлению подземных вод путем регулирования поверхностных вод в аридной зоне. Обоснована сущность разработанных усовершенствованных устройств для регулирования стока рек, каналов и дренажной сети. Отмечено, что внедрением технологии субиригации при существующей гиперирригации будет осуществлена полная ирригация. Выявлены всевозможные положительные эффекты от внедрения технологии субиригации в аридных экосистемах.

Для повышения водоустойчивости орошаемых земель одним из резервов являются грунтовые воды. Однако эффективное их использование сдерживается отсутствием технических решений по регулированию стока в открытых сетях. В основном эти проблемы рассматривались при использовании дренажного стока на переувлажненных осушаемых землях в гумидной зоне. Здесь все большее применение находят осушительно-увлажнительные системы с использованием, когда это необходимо, дренажного стока на орошение. В аридной зоне новым поколением являются оборотные мелиоративно-увлажнительные системы двойного регулирования

Как считают Ф.Караджи и др., возникший дефицит в оросительной воде можно уменьшить за счет сокращения технологических потерь на фильтрацию и физическое испарение, повышения расхода подземных вод на субиригацию [1]. Доктор Джон Ламерс подчеркивает, что при выборе использования различных водосберегающих технологий следует учитывать технические и экологические

критерии [2]. Именно в таком направлении решению проблем водопользования посвящается данная статья.

В ирригационно-мелиоративном мероприятии (по В.Р. Вильямсу и А.Н. Костякову) это усиление биологического и замедление геологического круговорота воды и химических веществ [4]. Регулирование взаимосвязи поверхностных и подземных вод, их комплексное использование играет определяющую роль в обеспечении благоприятной экологической обстановки на орошаемых землях. Как отмечают Э.И. Чембарисов и А.Ж. Жакыпова, особо следует остановиться на возможности использования в народном хозяйстве коллекторно-дренажных вод. Особенно необходимо использовать для отраслей экономики слабоминерализованный (менее 3 г/л) дренажный сток [7].

На юге Узбекистана (2021) минерализация коллекторно-дренажных вод, по данным областных мелиоративных экспедиций, в верхних районах Кашкадарьинского бассейна колеблется в следующих пределах: Китабский район – 0,5–0,6 г/л; Шахрисабзский – 0,6 – 0,7 г/л; Чиракчинский – 2,0 – 2,2 г/л; Яккабагский – 3,0 – 4,0 г/л. Водообеспеченность этих районов равна соответственно–55, 68, 61, 57%. По Сурхан-Шерабадскому бассейну составляет: по району Денау – 0,42; Шурчи –1,09; Олтинсой – 0,74; Кумкурган – 0,85 г/л. Водообеспеченность соответственно составляла: 82, 84, 89, 95%.

Для повышения водоустойчивости одним из резервов являются дренажные воды. Однако эффективное их использование сдерживается отсутствием технических решений. В аридной зоне новым поколением являются оборотные мелиоративно-увлажнительные системы двойного регулирования.

Ещё в 1970 г. Н.Н.Веригин и Г.К.Асланов отмечали, что целесообразно создавать подъем уровня до нижней части корнеобитаемого слоя и осуществлять таким образом подземное орошение земель (субирригацию) [9]. Системы

двойного регулирования (субиригации) в аридной зоне необходимо осуществлять при пресных грунтовых водах. Уровень их не следует понижать. Наоборот, при таких условиях идет луговой процесс, сопровождающийся накоплением гумуса и улучшением структуры почв. Потребность в оросительной воде в этих случаях снижается в 1,5-2 раза. Техничко-экономический анализ показал, что при гидрокарбонатном типе засоления почв, без дополнительных профилактических мероприятий, применение субиригации возможно на землях с минерализацией грунтовых вод – 1,5 г/л, а при сульфатном – 2,0 г/л [12]. По достижении грунтовыми водами мелиорируемой территории и минерализации менее 2–3 г/л целесообразно начать сокращение оросительных норм и числа поливов за счет субиригации. При опресненности грунтовых вод до 3г/л в толще водоносный горизонт 8–10 м субиригация может составить примерно 50–60% суммарного водопотребления хлопчатника, люцерны. Наземные оросительные нормы можно сократить при этом до 1–3 тыс. м<sup>3</sup>/га [8]. Отдельные исследователи рекомендуют использовать субиригацию при минерализации ГВ до 3г/л [17, 13,14] и – до 7 г/л [15]. При среднем уровне грунтовых вод на супесчаном и песчаном полях, около 1,4 м и 0,7 м, величина подпитки из грунтовых вод составила 12–47% от водопотребления культуры [16]. регулирование ГВ позволило уменьшить оросительную норму в 1,2–1,5 раза и повысить урожайность хлопчатника на 6–13 ц/га [18].

Около 40% воды, забранной из источников участвует в формировании дренажно-сбросных вод. Учитывая объемы этих вод, следует признать, что проблема продуктивной утилизации этих стоков является весьма актуальной [1].

Отдельные исследователи отмечают, что параметры ирригационных систем должны предусматривать не только вымыв солей, но и накопление органо-минеральных соединений в почвах за счет усиления малого биологического

круговорота веществ [9].

Как показал анализ динамики ГВ юга Узбекистана, наблюдается иссушение зоны аэрации (почвенная засуха), водообеспеченность этих районов в маловодный год (1925, 1926, 1927, 1941, 1986, 2000, 2001, 2011, 2016, 2018, 2021) колеблется в пределах 52–67%. Идентичная картина истощения ГВ, понижение их уровня наблюдается во многих странах мира, прежде всего в Индии, Ливии, Саудовской Аравии, США. В Северном Китае произошло понижение уровня ГВ более чем на 30 м на территории, где проживает свыше 100 млн человек. Определено, что 10% мирового урожая зерновых производится с использованием ГВ [19].

Мы придерживаемся того мнения, что в ряде районов снижение уровней грунтовых вод и уменьшение объёма испарения может привести к нежелательным изменениям общих ландшафтных условий. По рекогносцировочным обследованиям (1975 – 2021) региона установлено резкое высыхание отдельных садов и виноградников, основной причиной которого является уменьшение водообеспеченности, понижение уровня ГВ ниже критического интервала, что привело к ухудшению эколого-мелиоративных и гидрологических условий зоны аэрации.

Учитывая практику гиперирригации прошлых лет, пресный характер грунтовых вод и превалирование сульфатных солей в ГВ верхних и средних районов юга Узбекистана, в целях экономии водных ресурсов, регулирования водно-воздушного и водно-солевого режимов и улучшения гидроэкологических условий орошаемых земель, считаем необходимым мероприятием внедрение субирригации.

Предлагаемое устройство для регулирования дренажного стока, устанавливается на основе расчета и включает в себя регулирующий орган, выполненный в виде порога с продольными прорезями, отличающимися тем, что с целью обеспечения саморегулирования стока, суммарная площадь прорезей уменьшается по глубине [20].

Многолетние исследования (1975-2021) подтвердили, что в связи с изменением климата, сопровождающимся учащенными засухами как атмосферы, так и почвы (ожидается, что в следующие 50 лет температура в Узбекистане повысится на 2-3 градуса [21]), появилась необходимость наряду с регулированием стока дренажной сети устраивать идентичные сооружения для регулирования стока рек и оросителей в каскадном виде.

Субиригация предотвращает рассоление и появление содового засоления. Её можно рекомендовать и для подпитки озимой пшеницы при слабоминерализованных (менее 3г/л) грунтовых водах.

Резюмируя, следует считать, что субиригация в этих районах необходима не только для улучшения мелиоративно-гидрологических и гидроэкологических условий, повышения водообеспеченности сельскохозяйственных культур, но и для полного осуществления процесса ирригации совместно с гиперирригацией, увеличения биологического и уменьшения геологического круговорота веществ. Данные устройства рекомендуются сооружать на оросительной и речной сетях с целью управления стоком и выработки электроэнергии, т.е. для водостойчивого ведения работ путем интегрированного управления водными ресурсам.

#### *Литература*

1. *Караджи Ф., Мухамеджанов В., Вышпольский Ф.* Совместное использование поверхностных и грунтовых вод на орошение – стратегия преодоления засоления почв и дефицита воды // Материалы международного семинара ИКАРДА. Тараз: ИЦ «АКВА», 2002. С. 28 – 38.

2. *Мухамадьярова Л.* Максимум урожая, минимум водопотерь // *O'zbekiston qishloq xo'jaligi*. 2009. № 1. С. 18.

3. *Савельев В.Ю.* Экологический менеджмент. М.: Логос, 2001.

4. *Пыленок П.И.* Обоснования водооборотных

мелиоративных технологий // Сб. науч. трудов ВНИИГиМ РАСХН. 2004. С. 148

5. *Данилов-Данильян В.И., Хранович И.Л.* Управление водными ресурсами. Согласование стратегий водопользования. М.: Научный мир. 2010.

6. *Парфенова Н.И., Исаева С.Д., Рыбина Н.Н., Бондарик И.Г.* Взаимосвязь поверхностных и подземных вод при мелиорации и экологическая устойчивость природных систем // Мелиорация и водное хозяйство. Москва: 2009. № 5. С. 35-38.

7. *Чембарисов Э.И., Жакыпова А.Ж.* Общая характеристика коллекторно-дренажных вод Республики Каракалпакстан// Сб. науч. трудов САНИИРИ. 2003. С. 32 – 37.

8. *Ковда В.А.* Проблемы опустынивания и засоления почв аридных регионов мира. М.: Наука, 2008.

9. *Веригин Н.Н., Васильев С.В., Куранов Н.П., Саркисян В.С., Шульгин Д.Ф.* Методы прогноза солевого режима грунтов и грунтовых вод. М.: Колос, 1979.

10. *Джалалов С.Ч.* Водные банки США// Экологический вестник. 2001. № 1. С. 9-12.

11. *Джуманов Ж. Х., Чертков Ю. Т., Джуманов А.Х.* Подземные воды – резерв для орошения фермерских хозяйств Ферганской долины// Материалы Респ. Научно-практ. конф. Ташкент: АН РУз. 2009. С. 59 – 63.

12. *Пыленок П.И., Бородычѐв В.В., Салдаев А.М.*осушительно-увлажнительная мелиоративная система: патент РФ № 2233075, ПМК А01G опубл. 27.07.2004.

13. *Исаев С., Ражабов Т.* Тақирсимон тупроклар шароитида субиригация усулида сугрилганда ғўза ҳосилдорлигига таъсири// О'zbekiston qishloq xo'jaligi. 2008. № 3. С. 11-12.

14. *Суванов Б., Машарипов Ж.* Ғўзани субиригация усулида сугориш // О'zbekiston qishloq xo'jaligi. 2008. № 12. С. 14.

15. *Койбакова Е.* Оросительные нормы при орошении водой повы-шенной минерализации// Материалы международного семинара ИКАРДА. Тараз: ИЦ АКВА. 2002. С. 110-118.

16. *Крылов М.М.* Основы мелиоративной гидрогеологии Узбекистана. Ташкент: АН РУз, 1959.

17. *Исаев С.* Субиригация// О'zbekiston qishloq xo'jaligi. 2007. № 1. С. 12.



18. *Джалилова Т., Маткаримов Ж.* Изучение влажностного режима почв при двойном регулировании в целях экономии воды в условиях Хорезмского оазиса // *O'zbekiston qishloq xo'jaligi*. 2008. № 3. С. 38-40.

19. *Гранат О., Магнуссон К., Мальмквист И.* Менеджмент грунтовых вод. В кн.: Менеджмент речного бассейна. Минск: Технопринт. 2000. Т.3. С. 97-112.

20. *Мурадов Ш.О.* Научное обоснование водоустойчивости аридных территорий (На примере юга Узбекистана). Ташкент: Фан, 2012.

21. *William R., Sutton, Jitendra P., Srivatsava and James E. Neumann.* International bank for reconstruction and development. Washington DC: The World bank, 2013.

***Muradov Shukhrat Odilovich Turdieva Feruza Alisherovna***  
**IMPROVEMENT OF ENVIRONMENTAL-  
MELIORATIVE AND HYDROLOGICAL CONDITIONS  
OF THE AERATION ZONE**

*Department "Ecology and labor protection" of the Karshi Engineering  
and Economic Institute, Uzbekistan*

Based on a review of world literature, the necessity of developing technical solutions for groundwater management by regulating surface water in the arid zone is substantiated. The essence of the developed improved devices for regulating the flow of rivers, canals and drainage networks is substantiated. It was noted that with the introduction of subirrigation technology, with the existing hyperirrigation, full irrigation will be carried out. Various positive effects from the introduction of subirrigation technology in arid ecosystems have been identified.

*Нгуен М., Дяченко А.А., Смятская Ю.А.*  
**СОРБЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ  
КОКОСОВЫМ ВОЛОКНОМ**

*Санкт-Петербургский политехнический университет  
имени Петра Великого, Россия*

[Smyatskaya\\_yua@spbstu.ru](mailto:Smyatskaya_yua@spbstu.ru)

В данной работе рассмотрена возможность использования кокосового волокна в качестве сорбционного материала. Изучена сорбционная емкость сорбентов без предварительной подготовки, которая составила от 6,8 до 8,2 мг/г. Построены изотермы сорбции для цинка, кадмия, свинца и меди и описана структура поверхности сорбционного материала.

Интенсивное развитие промышленности Вьетнама может нанести урон как сельскому хозяйству, так и окружающей среде в целом путем попадания поллютантов в окружающую среду. Приоритетными отраслями экономики страны являются энергетика, перерабатывающая промышленность, индустрия высоких технологий (электроника), добыча полезных ископаемых, металлургическая и химическая промышленности, оборонная промышленность. [1]. В качестве загрузки сорбционных фильтров традиционно используют активированный уголь, который является довольно дорогостоящим, также использование импортных сорбентов на территории Вьетнама может быть затруднительно из-за проблем логистики.

В то же время существенное преобладание аграрного сектора во Вьетнаме приводит к образованию растительных отходов в больших количествах. Использование местных растительных отходов для создания сорбционных материалов является более рентабельным.

Сорбенты, изготовленные на основе растительных отходов, таких как рисовая шелуха, кокосовое волокно, скорлупа арахиса, отходы кофе и чая, отличаются доступностью, дешевизной и эффективностью [2-3].

Целью исследования явилась изучение свойств сорбционного материала на основе кокосового волокна. В качестве объекта исследования было использовано кокосовое волокно (ООО НПО «БиоТехнолоджи»). Для определения сорбционной емкости взвешивали 0,01 г сорбента помещали в мерную емкость с 10 мл модельными растворами, содержащими 10, 20, 50, 80, 100, 150, 200 мг/л ионов Cu, Zn, Cd, Pb. Время контакта составляло 30 мин. Затем отфильтровали раствор через фильтровальную бумагу и определяли остаточное содержание ионов тяжелых металлов, с помощью вольтамперометрического анализатора Та-Lab, производство «Томьаналит» (Россия, Томск)

Адсорбционную емкость (А, мг/г) рассчитывали по формуле (1):

$$A = \frac{(C_n - C_p) \cdot V}{m}, \quad (1)$$

где  $C_n$  – начальная концентрация раствора, мг/л;  $C_p$  – равновесная концентрация раствора, мг/л;  $m$  – масса сорбента, г;  $V$  – объем раствора, мл.

Для кокосового волокна была определена максимальная сорбционная емкость (табл.1). Режимы сорбционного процесса были подобраны в предыдущих исследованиях [4]: температура 20<sup>0</sup>С, время контакта сорбента с модельным раствором 30 минут, рН 6. Кислотность среды корректировалась с помощью растворов соляной кислоты и гидроксида натрия.

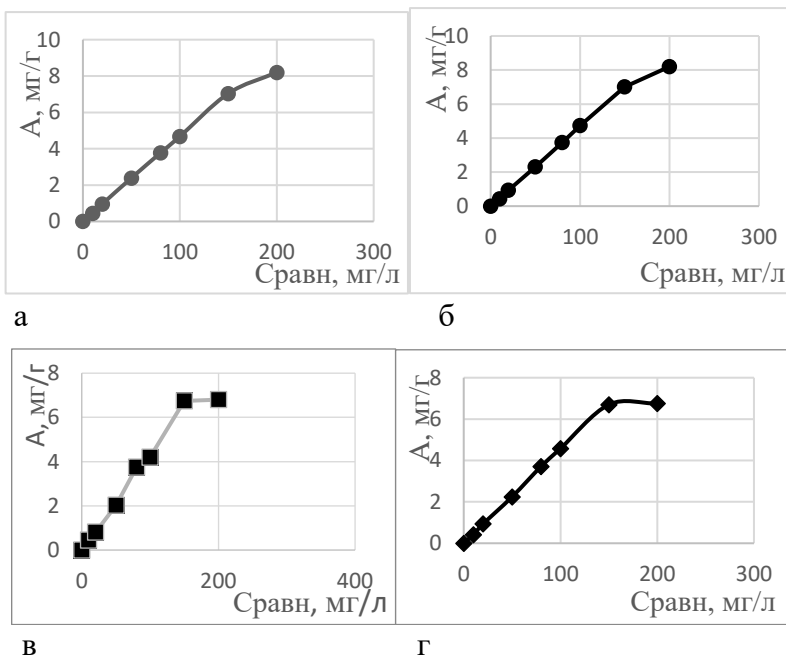
**Таблица 1.** Максимальная сорбционная емкость кокосового волокна по отношению к ионам тяжелых металлов

Ион металла	$C_n$ , (мг/л)	$C_{равн}$ (мг/л)	А, (мг/г)
Zn	200	36	8,2
Cd	200	35	8,1
Pb	200	64	6,8
Cu	200	65	6,75

Величины сорбционной емкости являются невысокими, для увеличения сорбционной емкости необходимо проводить

модификацию сорбционных материалов.

Для описания сорбционных процессов были построены изотермы сорбции, которые представлены на рисунке 1.



**Рис. 1.** Изотермы сорбции:

а) ионы  $Zn^{2+}$ , б) ионы  $Cd^{2+}$ , в) ионы  $Pb^{2+}$ , г) ионы  $Cu^{2+}$

Графический вид изотерм сорбции дает представление о структуре пор и состоянии поверхности адсорбента. Классификация изотерм адсорбции проведена по классической теории сорбции БЭТ (Брунауэр, Эммет и Теллер) [5-6].

Вид, полученных нами изотерм, схож с изотермами I б типа и характеризуется наличием микропор, а также свидетельствует о недостаточно развитой удельной поверхности.

Кокосовое волокно является потенциально перспективным материалом для извлечения ионов тяжелых металлов из сточных вод. Для получения высокоэффективного

материала необходимо проводить модификацию волокна. Традиционно для увеличения сорбционной емкости используют химические реагенты или термообработку. Данные способы являются неэкологичными, поэтому подбор безопасных модификаторов является актуальной задачей.

### *Литература*

1. *Chau H.T.C., Kadokami K., Duong H.T., Kong L., Nguyen T.T., Nguyen T.Q., Ito Y.* Occurrence of 1153 organic micropollutants in the aquatic environment of Vietnam // *Environmental Science and Pollution Research*. 2018. V. 25. P. 7147-7156.

2. *Crini G., Lichtfouse E., Wilson L.D., Morin-Crini N.* Conventional and non-conventional adsorbents for wastewater treatment // *Environmental Chemistry Letters* 2019. Vol.17(1). P.195-213.

3. *Смятская Ю.А., Политаева Н.А.* Биосорбенты из отходов растительного сырья для очистки водных объектов. СПб: «Троицкий мост», 2021.

4. *Нгуен М., Смятская Ю.А.* Извлечение ионов тяжелых металлов из модельных растворов кокосовым волокном // *Бутлеровские сообщения*. 2021. Т.67. №8. С.14-19

5. *Никитина Н.В., Комов Д.Н., Казаринов И.А.* Физико-химические свойства сорбентов на основе бентонитовых глин, модифицированных полигидроксокаатионами железа (III) и алюминия методом «соосаждения». // *Сорбционные и хроматографические процессы*. 2016. № 2. С. 191-199

6. *Беленова С.В., Вигдорович В.И., Шель Н.В., Цыганкова Л.Е.* Сорбционная способность природных сорбентов // *Вестник ТГУ*. 2015. № 2. С. 388-396

***Nguyen M., Diachenko A.A., Smyatskaya Yu.***

### **HEAVY METAL SORPTION BY COCONUT FIBER**

*Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Russia*

In this paper the possibility of using coconut fiber as a sorption material is considered. The sorption capacity of sorbents without pre-treatment was studied, which was from 6.8 to 8.2 mg/g. The sorption isotherms for zinc, cadmium, lead and copper were constructed and the surface structure of the sorption material was described.

*Нефёдова Л.В., Дегтярев К.С., Киселева С.В.,  
Берёзкин М.Ю., Синюгин О.А.*

**ГЛОБАЛЬНЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПЕРЕХОД  
КАК БЕЗУГЛЕРОДНЫЙ ПУТЬ РАЗВИТИЯ:  
ОЦЕНКИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ЗАТРАТ**

*Московский государственный университет  
имени М.В. Ломоносова, Россия*

[nefludmila@mail.ru](mailto:nefludmila@mail.ru)

Проведена оценка инвестиционных затрат, необходимых для перехода к низкоуглеродной экономике к 2050 г. Расчёты основаны на данных о мировом энергопотреблении и его прогнозе до 2050 г., с допущением, что вся потребность в энергии в мире удовлетворяется только за счет неуглеродных энергоносителей. Показано, что общие затраты на энергетический переход во всем мире должны составить не менее 120 трлн долл. США, а достижение цели полностью безуглеродной экономики к середине века потребует резкого, в два-три раза, увеличения инвестиций в энергоснабжение в сравнении с современным уровнем, включая ускорение развития гидроэнергетики и атомной энергетики.

К настоящему времени сделан ряд оценок затрат на переход к безуглеродной экономике к 2050 году. Согласно им, глобальный энергетический переход можно оценить в величину до \$100 трлн [1, 2] и даже до \$150 трлн [3], в том числе \$30 трлн из \$1 трлн в год для США [4] и 100 трлн юаней (\$16 трлн) для Китая [5]. Методики расчётов остаются нераскрытыми. Авторы предлагают метод, дающий предварительную, но достаточно надёжную оценку, основанную на следующих исходных данных и допущениях:

- глобальное энергопотребление и его прогнозы до 2050 года;
- необходимость удовлетворения потребностей в энергии исключительно за счёт электростанций, работающих на неуглеродных источниках (атомных, гидроэлектростанций, ветровых и солнечных электростанций);

- инвестиционные затраты на строительство этих станций в требуемом объёме мощностей, исходя из данных об удельных инвестиционных затратах.

Использованы статистические данные ООН, ВР, IRENA, IEA, EIA и других официальных и корпоративных источников о численности населения, энергообеспечению регионов мира, оценки инвестиционных затрат для разных типов электростанций. Рассчитаны коэффициенты использования установленной мощности (КИУМ) для разных типов электростанций. Проведены прогнозные расчеты мирового и регионального энергопотребления. На этой основе проведены расчеты мощности электростанций, необходимых для обеспечения мира безуглеродной энергией, и инвестиционных затрат на их строительство.

К 2022 году население мира достигло 7,8 млрд. Согласно усредненному прогнозу ООН [6], к 2050 г. население земного шара увеличится 10 млрд. В 2019 г. мировое первичное потребление энергии составило около 160 000 ТВтч энергетического эквивалента [7, 8]. Сохраняется огромный разрыв в душевом потреблении энергии между регионами мира. Ранее мы сделали прогноз мирового потребления энергии к 2050 г. и пришли к выводу, что его вероятный уровень составит 230 000 – 300 000 ТВтч (в 1,4-1,9 раза больше современного) [9]. Здесь мы используем уменьшенную оценку, согласно которой мировое энергопотребление составит к 2050 году 200 000 ТВтч.

Оценка структуры мирового энергопотребления основана на данных энергетической статистики British Petroleum и МЭА [7, 8]. Неуглеродные источники, включая атомную, гидроэнергию, ветровую, солнечную энергию используются и могут использоваться, главным образом, для производства электроэнергии. Таким образом, увеличение их использования и развитие неуглеродной энергетики тесно связано с электрификацией экономики в целом. Как следствие, безуглеродная экономика означает, что все необходимое

энергоснабжение – не менее 200 000 ТВтч в год к 2050 году – должно поставляться в виде электроэнергии. В свою очередь, весь данный объем электроэнергии будет производиться исключительно на безуглеродных электростанциях.

Далее, мы исходим из допущения, что это количество электроэнергии будет производиться на неуглеродных электростанциях четырех основных типов: атомных, гидро-, ветровых и фотоэлектрических в равных долях, по 25%, или по 50,0 тыс. ТВтч на каждый. Рассчитаны требуемые для производства данного количества электроэнергии (50 000 ТВтч в год) мощности электростанций каждого типа, исходя из их среднемирового значения КИУМ. Мы используем средние КИУМ за период 2010-2020 гг. для каждого типа электростанций, которые мы рассчитали, сравнивая статистические временные ряды IRENA [10] и IEA [11] для мощностей и статистические временные ряды BP [7] для производства электроэнергии. Разница данных величин и объемов мощностей уже существующих электростанций составляет размер мощности ЭС, которые требуется построить.

Затем мы используем информацию о средних инвестиционных затратах на единицу (долл. США/кВт) для каждого типа электростанции. Для АЭС использовались данные Всемирной ассоциации ядерной энергии [12, 13], для ВИЭ – данные IRENA [14]. Средние инвестиционные затраты на ядерный энергоблок составляют около 6,0 тыс.долл/кВт. Дополнительные необходимые ядерные мощности определены нами в 6736 ГВт, и общие инвестиционные затраты на них составят 40,1 трлн долларов. Выполнены аналогичные расчеты для каждого типа электростанций (АЭС, ГЭС, ВЭС и СЭС).

Итоговое значение инвестиционных затрат на переход к полностью безуглеродному энергообеспечению в глобальном масштабе (табл. 1) к 2050 г. составило по нашим расчетам около 120 трлн долл США (4 трлн долл США в год – около 4,5% мирового ВВП 2019 г).



**Таблица 1.** Расчёт глобальных инвестиционных затрат на полное энергообеспечение за счёт безуглеродных энергоисточников

Тип ЭС	Треб. пр-во ЭЭ, тыс. ТВтч	КИУМ	Треб. мощн., ГВт	Имею щиеся мощн. ГВт 2020	Треб. доп. мощн., ГВт	Инвест затрат \$/кВт	Всего затрат трлн. \$
АЭС	50,0	80%	7 135	399	6 736	6 000	40,4
ГЭС	50,0	44%	12 972	1 154	11 818	1 870	22, 1
ВЭС	50,0	27%	16 912	698	16 214	1 355	22, 0
СЭС	50,0	14%	40 770	710	40 060	883	35, 4
Всего	200,0	40%	77 789	2 961	74 827	1 620	119,9

Таким образом, продолжение в ближайшие десятилетия текущих тенденций в мировой энергетике означает, что углеродная нейтральность не будет достигнута не только к 2050 году, но и к 2100 году. В 2010 г. доля безуглеродных энергоисточников в общемировом энергопотреблении составляла 13,0 %, а к 2020 г. выросла до 16,8 %, т. е. 0,38 % в год. При этом, доля ветровой и солнечной энергии в 2010-2020 годах выросла с 1,4% до 5,7%, доля гидроэнергетики выросла лишь на 0,4% – с 6,5% до 6,9%, а доля атомной энергии даже упала с 5,2% до 4,3%.

Исходя из нашей оценки, для достижения углеродной нейтральности к 2050 г. инвестиции в безуглеродную энергетику и необходимо увеличивать до 4 трлн долл США в год, то есть почти втрое. Таким образом, кардинальное увеличение инвестиций в энергообеспечение для тотального перехода энергетики на безуглеродную основу к середине XXI века выглядит неизбежным.

**Выводы.** Предложена методика оценки стоимости глобального перехода энергетики к углеродной нейтральности путем определения необходимого в мировом масштабе объема энергообеспечения в электрическом

эквиваленте и последующих расчетов:

1) суммарной мощности безуглеродных электростанций, необходимых для производства данного количества электроэнергии, исходя из их КИУМ;

2) общих инвестиционных затрат, основываясь на данных об удельных инвестиционных затратах различных типов электростанций.

Основываясь на положении, что общий объем энергопотребления (электроэнергии) вырастет к 2050 году до 200 000 ТВтч в год, общие затраты в глобальном масштабе составят около \$120 трлн, или около \$4 трлн в год в ближайшие 30 лет. Обеспечение энергоперехода потребует двух- или трехкратного увеличения инвестиций в энерго-снабжение по сравнению с нынешним уровнем и быстрого ускорения роста АЭС и ГЭС с нынешних 1,5-2,8% в год до 8-10% в год.

### *Литература*

1. The \$100 Trillion Investment Opportunity In The Climate Transformation. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://clck.ru/aupT9>. Дата обращения 28.02.2022

2. Powering the Transition to Net Zero. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://clck.ru/aupMJ>. Дата обращения 28.02.2022

3. U.S. Secretary Yellen Puts Climate Change Transition Efforts Topping at \$150 Trillion. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://clck.ru/aupMJ>. Дата обращения 28.02.2022

4. Making America Carbon Neutral Could Cost \$ 1 trillion a year. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://clck.ru/aupd8>. Дата обращения 28.02.2022.

5. Carbon neutrality to cost 100 trillion yuan. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.chinadaily.com.cn/a/202102/01/WS60173bf6a31024ad0baa649c.html>. Дата обращения 28.02.2022

6. United Nations. Department of Economic and Social Affairs. Population. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://clck.ru/aupDm>. Дата обращения 28.02.2022

7. BP Statistical Review of World Energy. [Электронный

ресурс]. Режим доступа: <https://clck.ru/J884W>. Дата обращения 28.02.2022

8. IEA. Data and Statistics. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://clck.ru/VLiqi>. Дата обращения 28.02.2022.

9. *Дегтярев К.С.* Ключевые тенденции потребления энергии в XXI веке. Энергетическая политика. 2021. № 5. с. 54–63. DOI: 10.46920/2409-5516\_2021\_5159\_54

10. IRENA Statistics Time Series. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://clck.ru/aur2N> Дата обращения 28.02.2022

11. Nuclear Power – Analysis – IEA. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://clck.ru/aur6V>. Дата обращения 28.02.2022

12. Economics of Nuclear Power – World Nuclear Association. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://clck.ru/aur9F>. Дата обращения 28.02.2022

13. World Nuclear Generation and Capacity. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://clck.ru/aurGT>. Дата обращения 28.02.2022

14. IRENA. Global Trends. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://clck.ru/aurJR> Дата обращения 28.02.2022

*Nefedova L.V., Degtyarev K.S., Kiseleva S.V.,  
Berezkin M.Yu, Sinyugin O.A.*

## **GLOBAL ENERGY TRANSITION AS A CARBON-FREE WAY OF DEVELOPMENT: THE ASSESSMENT OF INVESTMENT COSTS**

*Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography*

The investment costs needed to transition to a low-carbon economy by 2050 have been estimated. The calculations are based on data on global energy consumption and its forecast until 2050, assuming that all energy demand in the world is satisfied only by non-carbon energy carriers. It is shown that the total cost of the global energy transition should be at least \$120 trillion. It is shown that the total cost of energy transition worldwide should be at least \$120 trillion, and that achieving the goal of a completely carbon-free economy by mid-century will require a dramatic two- to three-fold increase in investment in energy supply relative to current levels, including accelerated development of hydropower and nuclear power.

**Пашинин В.А.<sup>1</sup>, Попов В.Г.<sup>1</sup>, Сухов Ф.И.<sup>1</sup>,  
Благодарзимова О.А.<sup>1</sup>, Чамова Ю.А.<sup>2</sup>**

**СПОСОБЫ ОБНАРУЖЕНИЯ АГРЕССИВНЫХ  
ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ И СОЕДИНЕНИЙ УРАНА  
НА ПОВЕРХНОСТЯХ ОБЪЕКТОВ И В ВОДЕ**

<sup>1</sup>*Российский университет транспорта, Россия*

<sup>2</sup>*Акционерное общество "Научно-исследовательский институт  
железнодорожного транспорта", Россия*

[Pashininmiit@yandex.ru](mailto:Pashininmiit@yandex.ru)

Необходимость разработки способов экспресс-обнаружения агрессивных химических веществ и соединений урана в воде и на поверхностях объектов обусловлена их опасностью для персонала и населения и необходимостью принятия решений при ликвидации последствий аварий на химически и радиационно опасных объектах. В статье предложены научно-методические и технологические подходы к разработке универсального комплекта средств с помощью аэрозольных устройств с индикаторными рецептурами для решения этой задачи.

Радиационная, химическая и биологическая (далее – РХБ) защита населения является одним из приоритетных направлений государственной политики в сфере национальной безопасности Российской Федерации [1]. В соответствии с Планом мероприятий по реализации актуализированной редакции Концепции радиационной, химической и биологической защиты населения предусмотрена разработка современных методов и эффективных технологий в области РХБ защиты (далее - План). Планом предусматривается разработка и совершенствование методов и средств обнаружения загрязнённости воды и водоисточников вредными и агрессивными химическими веществами [1]. В качестве агрессивных химических веществ (далее – АХВ) традиционно рассматриваются вещества кислого и щелочного характера, а также окислители и восстановители.

К окислителям относятся: азотная кислота, концентрированная серная кислота, гипохлорит кальция и другие.

К агрессивными токсичным восстановителям относится ракетное топливо гептил (несимметричный диметилгидразин, далее – НДМГ) – высокотоксичное и летучее вещество, обладающее сильным токсическим и мутагенным действием. Действие на организм человека: раздражение слизистых оболочек глаз, дыхательных путей и лёгких; сильное возбуждение центральной нервной системы; расстройство желудочно-кишечного тракта (тошнота, рвота), в больших концентрациях может наступить потеря сознания.

Необходимость разработки способа экспресс-обнаружения вышеперечисленных четырех типов агрессивных химических веществ в воде обусловлена опасностью загрязнения ими воды для работающего персонала и населения, а также выбором способов и соответствующих рецептур для её обеззараживания.

В настоящее время для обнаружения загрязнённости (зараженности) воды используют полевые химические лаборатории. Но они разрабатывались, в основном, для обнаружения токсичных веществ и ядов и в меньшей степени пригодны для обнаружения агрессивных химических веществ. Применяются также мини экспресс-лаборатории, тест-наборы и различные инструментальные методы анализа. Все они, как правило, требуют проведения отбора проб воды с последующим их анализом в специализированных лабораториях. При этом определяются только отдельные типы агрессивных химических веществ.

Известен способ обнаружения наличия в воде продуктов кислого и щелочного характера с помощью набора универсальных индикаторных бумаг [2]. Известен также способ определения качества дезинфицирующих рецептур окислительного характера в растворах с помощью индикаторных салфеток типа «Дезиконт-хлор» [3]. Однако режимы использования салфеток по данному назначению до настоящего времени не отработаны.

Известен способ определения наличия НДМГ путем

индикации, включающим его контактирование с реагентом, сопровождающееся переходом окраски. Контактирование осуществляют на поверхности объекта путем распыления реагента с использованием аэрозольного устройства, выполненного в виде герметичного корпуса, заправленного реагентом, с распылительной головкой, а в качестве реагента используют растворы хлорида, нитрата или сульфата кобальта (II) [4].

Для экспресс-обнаружения в пробах воды всех четырёх типов агрессивных химических веществ, включающих вещества щелочного, кислого характера, окислители и НДМГ, необходимо одновременно использовать универсальные индикаторные бумаги, салфетки на окислители и индикаторную рецептуру на НДМГ. Недостатками приведенных выше способов обнаружения агрессивных химических веществ с помощью индикаторных бумаг и салфеток являются однократность их использования, ограниченный интервал рабочих температур и срок сохранения работоспособности во вскрытом состоянии, необходимость непосредственного контакта с обследуемой пробой.

Таким образом, существует проблема разработки и совершенствования методов группового экспресс-обнаружения агрессивных химических веществ в воде.

На основе проведенных исследований был разработан способ группового экспресс-обнаружения агрессивных химических веществ кислого, щелочного, окислительного характера, производных диметилгидразина и соединений урана в воде и предложен состав комплекта средств для группового экспресс-обнаружения указанных выше агрессивных химических веществ. Разработаны индикаторные составы для аэрозольных устройств и макетного образца комплекта средств для группового экспресс-обнаружения агрессивных химических веществ и соединений урана в воде:

- для экспресс-обнаружения загрязненности объектов производными диметилгидразина – 10%-ный водный раствор хлорида, нитрата или сульфата кобальта(II);
- для экспресс-обнаружения загрязненности объектов продуктами окислительного характера (азотной кислотой и оксидами азота) – подкисленный 0,5%-ный водный раствор иодида калия с добавкой крахмала.

На индикаторные составы для обнаружения НДМГ и окислителей ранее были получены патенты на изобретения [7,8].

Была оценена чувствительность обнаружения агрессивных химических веществ и соединений урана в воде предложенным способом, составившая 0,01-0,005 мг/мл, что удовлетворяет существующим требованиям.

Ранее в ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) была разработана Портативная химическая экспресс-лаборатория модульного типа (далее - ПХЛ МТ), предназначенная для обнаружения агрессивных химических веществ на поверхностях объектов [5]. Лаборатория ПХЛ МТ в 2019 году успешно прошла государственные испытания. В 2022 году она была принята на снабжение для МЧС России.

Было предложено все комплектующие разместить в одном кейсе соответствующего размера. В состав комплекта средств входят шесть аэрозольных устройств (далее-АУ) для обнаружения агрессивных химических веществ и соединений урана, пять емкостей для отбора проб воды объёмом 100 мл, четыре запасных насоса-распылителя, набор обеззоленных фильтров и средства документирования информации (авторучка, фломастер, комплект самоклеющихся закладок и блокнот) [6]. Шестое аэрозольное устройство служит для перевода нерастворимых соединений урана в растворимую форму.

Технический результат достигается за счёт использования универсальных аэрозольных устройств со специфическими индикаторными рецептурами, увеличения рабочего

интервала температур и срока хранения индикаторных рецептур, обеспечения многократности использования, удобства и безопасности проведения работ.

Групповое экспресс-обнаружение агрессивных химических веществ и соединений урана в воде предлагается осуществлять путём отбора проб исследуемой воды объёмом около 50 мл каждой в прозрачную стеклянную или пластиковую тару, последующем распылении в каждую пробу воды одной из индикаторных рецептур с использованием пяти типов аэрозольных устройств, с последующим перемешиванием пробы. При этом о типе агрессивного химического вещества необходимо судить по комбинации появляющихся характерных индикационных эффектов в воде, в соответствии с окраской эталона, нанесённого на этикетку каждого аэрозольного устройства. Одной заправкой рецептуры аэрозольных устройств обеспечивается проведение до 100 обнаружений загрязнённости воды. Назначенный срок хранения комплекта с индикаторными рецептурами составляет не менее 2 лет.

Выражаем благодарность сотрудникам ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) за помощь в организации и участие в проведённой работе.

### *Литература*

1. *Косырев П.Н., Пашинин В.А., Сергеев И.Ю.*; Актуализированная редакция Концепции радиационной, химической и биологической защиты населения: основные положения, задачи и перспективы реализации. // Научно-аналитический журнал «Актуальные проблемы безопасности в техносфере». 2021. № 2 (2), с. 31-39.

2. Лабораторное оборудование и химреактивы. Бумага индикаторная универсальная рН 0-12. Компания ООО «ПраймКемикалсГрупп» [Электронный ресурс]. Москва, 2019. Режим доступа: <https://pcgroup.ru>. Дата обращения: 23.12.2020.

3. Технические условия ТУ 2642-031-11764404-2003 Салфетки «Дезиконт-хлор», изготовитель НПФ «Винар»

4. Патент на изобретение 2 117 935, 20.08.1998. *Косырев П.Н.*,



Вайсфельд Д.А., Горупай П.И., Усин В.В., и др.; Товарищество с ограниченной ответственностью "Фонд Прогресс». Способ определения наличия несимметричного диметилгидразина.

5. Косырев П.Н., Посохов Н.Н. и др. (ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)) Отчет о научно-исследовательской работе «Разработка способа группового экспресс-обнаружения агрессивных химических веществ и соединений урана в воде» (заключительный). 2021

6. Портативная химическая экспресс лаборатория модульного типа для индикации наличия токсичных веществ на зараженных поверхностях, ПХЛ МТ 000 ТУ, 2018 г.

7. Патент на изобретение № 2 563 839. 2015. Бюл. № 26. Посохов Н. Н., Косырев П. Н., Халимова А. С. и др.; ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ). Индикаторный состав для экспресс-обнаружения несимметричного диметилгидразина и аммиака.

8. Патент на изобретение № 2 568 585. 2015. Бюл. № 32. Посохов Н.Н., Пашинин В.А., Косырев П.Н., Халимова А.С.; ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ). Индикаторный состав для экспресс-обнаружения окислителей.

***V.A. Pashinin<sup>1</sup>, V.G. Popov<sup>1</sup>, F.I. Sukhov<sup>1</sup>,***

***O.A. Vlagorazumova<sup>1</sup>, Y.A. Chamova<sup>2</sup>***

**METHODS OF DETECTING AGGRESSIVE  
CHEMICALS AND URANIUM COMPOUNDS  
ON THE SURFACES OF OBJECTS AND IN WATER**

*<sup>1</sup>Russian University of Transport, Russia*

*<sup>2</sup> Joint-Stock Company "Research Institute of Railway Transport",  
Russia*

The need to develop methods of rapid detection of aggressive chemicals and uranium compounds in the water and on the surfaces of facilities is due to their danger to personnel and population and the need to make management decisions when eliminating the consequences of accidents at chemically and radiation hazardous facilities. The paper proposes scientific and methodological and technological approaches to the development of a universal set of means by means of aerosol devices with indicator formulations to solve this problem.

**Плотникова О.А., Тихомирова Е.И., Мельников Г.В.**  
**СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ СЕЛЕКТИВНОСТИ**  
**ФЛУОРЕСЦЕНТНОГО МЕТОДА**  
**В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ**  
**ЭКОТОКСИКАНТОВ**

*Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А., Россия*

[plotnikovaoa@sstu.ru](mailto:plotnikovaoa@sstu.ru)

В случае сложных проб окружающей среды область применения флуоресцентного анализа может быть расширена с помощью регистрации синхронных спектров флуоресценции.

Экспериментально проведена оценка состава смеси экотоксикантов полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), состоящей из фенантрена, антрацена, флуорена и пирена, методами классической и синхронной флуоресценции. Сделан вывод о том, что применение синхронных спектров позволяет улучшить селективность флуоресцентного анализа ПАУ в экологическом мониторинге экотоксикантов.

Известными экотоксикантами, требующими постоянного контроля содержания в объектах окружающей среды, являются полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) [1]. Для эффективного мониторинга ПАУ крайне важным является выбор подходящих методов их обнаружения. В связи с этим для обеспечения растущих потребностей экоаналитического контроля актуальным является разработка и усовершенствование методов анализа ПАУ. Определёнными преимуществами для этих целей обладают люминесцентные, в частности, флуоресцентные методы, которые находят всё большее применение в экологическом мониторинге окружающей среды.

Однако обычные флуориметрические методы часто характеризуются ограниченной селективностью. При анализе сложных природных смесей перекрытие широких полос флуоресценции при комнатной температуре обычно мешает

процессу идентификации отдельных компонентов. В случае сложных проб окружающей среды область применения флуориметрического анализа может быть расширена с помощью синхронной флуоресцентной спектроскопии. Техника синхронного сканирования может существенно упростить спектры сложных молекул. Концепция применения для анализа веществ синхронных спектров, получаемых при одновременном сканировании длин волн возбуждения и испускания с постоянным сдвигом:  $\lambda_{\text{исп.}} - \lambda_{\text{возб.}} = \Delta\lambda = \text{const}$ , впервые была предложена Ллойдом в 1971 году.

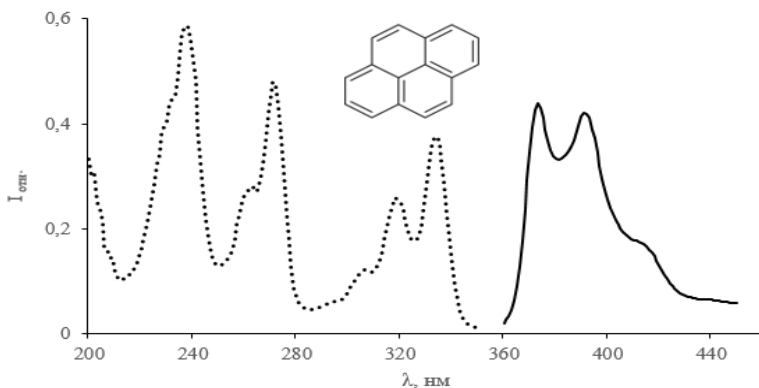
Данный метод успешно применялся для идентификации ПАУ во взвешенных частицах городского воздуха, почвенных экстрактах и других твердых образцах, пробах воды из различных источников [2-3].

Таким образом, целью работы является сравнительная оценка классического и синхронного флуоресцентных методов анализа смеси ПАУ.

В экспериментальной части работы применялись препараты ПАУ (пирен, антрацен, фенантрен, флуорен) фирмы «Sigma» (США) в водно-мицеллярных растворах (ВМР) катионного поверхностно-активного вещества (ПАВ) цетилтриметиламмония брома (ЦТАБ). Концентрация ПАУ в ВМР составляла  $10^{-7}$  М.

Для повышения чувствительности метода применялось сорбционное динамическое концентрирование и регистрация флуоресценции ПАУ непосредственно в фазе матрицы на основе вискозы («Ленфильм», г. Санкт-Петербург) [4]. Флуоресценция ПАУ регистрировалась на люминесцентном спектрометре LS 55 Perkin-Elmer (США) и спектрофлуориметре «Флуорат-02-Панорама» (Россия).

На рисунке 1 представлен спектр возбуждения и классической флуоресценции одного из представителей ПАУ – пирена.



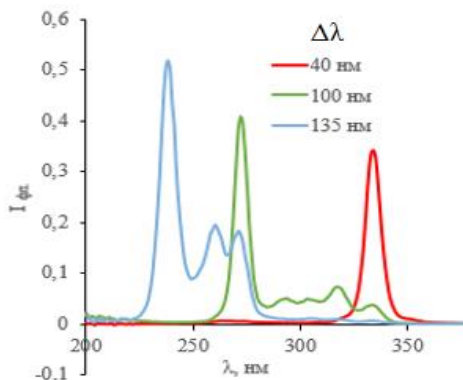
**Рис. 1.** Спектры возбуждения (прерывистая линия) и флуоресценции (сплошная линия) пирена

Однако стоит заметить, что в некоторых случаях при регистрации спектров классической флуоресценции исследователь может столкнуться со значительным перекрытием спектров разных компонентов. Так в случае регистрации флуоресценции смеси ПАУ, состоящей из фенантрена, антрацена, флуорена и пирена, наблюдается перекрытие спектров, препятствующее идентификации отдельных ПАУ. В таком случае можно применять различные способы повышения селективности флуоресцентного метода, например, синхронное сканирование спектров возбуждения и флуоресценции с постоянной разницей длин волн  $\Delta\lambda$ .

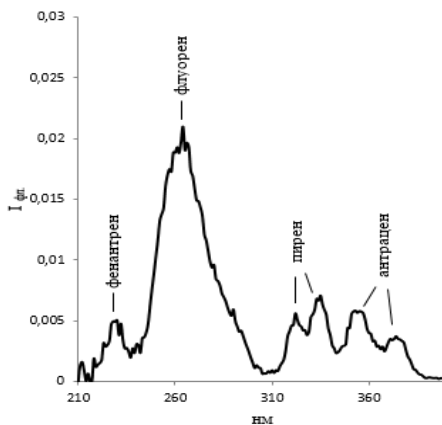
Поэтому были получены синхронные спектры флуоресценции изученных ПАУ в диапазоне  $\Delta\lambda$  от 5 до 160 нм с шагом 5 нм, подобраны такие значения  $\Delta\lambda$ , при которых наблюдаются наиболее интенсивные и узкие пики. Для пирена некоторые пики в синхронных спектрах флуоресценции показаны на рисунке 2.

Изучив предварительно особенности и характеристики синхронных спектров отдельных ПАУ, подобрав для них значения  $\Delta\lambda$  и зарегистрировав положение пиков, возможно получить характерные интенсивные пики данных компонентов уже в их смеси. Так на рисунке 3 представлен спектр

синхронной флуоресценции, на котором можно достоверно выделить пики, характерные для отдельных представителей ПАУ.



**Рис. 2.** Синхронные спектры флуоресценции пирена при некоторых значениях  $\Delta\lambda$



**Рис. 3.** Синхронный спектр флуоресценции смеси ПАУ при  $\Delta\lambda = 50$  нм

Таким образом можно заключить, что анализ синхронных спектров с разным сдвигом  $\Delta\lambda$  позволяет улучшить селективность флуоресцентного метода анализа ПАУ в смеси. Важно при этом, что для получения синхронных спектров

не требуется особого оборудования: они могут быть получены на обычных спектрофлуориметрах, в которых предусмотрено одновременное (синхронное) движение монохроматоров возбуждения и испускания [2]. Флуоресцентные методы могут быть успешно применены для идентификации отдельных ПАУ при экологическом мониторинге экотоксикантов в объектах окружающей среды.

### *Литература*

1. *Lawal A. T.* Polycyclic aromatic hydrocarbons. A review // Cogent Environmental Science. 2017. V. 3. № 1. P. 1339841
2. *Samokhvalov A.* Analysis of various solid samples by synchronous fluorescence spectroscopy and related methods: A review. // Talanta. 2020. V. 216. Article: 120944.
3. *Zhang R. P.* et al. Constant-wavelength synchronous fluorescence spectrometry for the determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in water samples // Advanced Materials Research. 2012. V. 490-495. P. 3202-3206
4. *Плотникова О.А.* и др. Влияние типа матрицы на процесс сорбционного концентрирования и люминесцентное определение пирена // Химическая физика. 2020. Т. 39. № 2. С. 69-75.

***Plotnikova O.A., Tikhomirova E.I., Melnikov G.V.***  
**METHOD FOR SELECTIVITY INCREASING  
OF FLUORESCENT METHOD IN ECOTOXICANTS  
ENVIRONMENTAL MONITORING**

*Yuri Gagarin Saratov State Technical University, Russia*

In the case of complex environmental samples, the scope of fluorescence analysis can be extended by recording synchronous fluorescence spectra. The composition of a mixture of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) ecotoxics, consisting of phenanthrene, anthracene, fluorene, and pyrene, was experimentally evaluated using classical and synchronous fluorescence methods. It is concluded that the use of synchronous spectra makes it possible to improve the selectivity of the fluorescence analysis of PAHs in the ecological monitoring of ecotoxics.

*Прохоров И.С., Метечко Л.Б., Сорокин А.Е.*  
**НАКОПЛЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ МУСОР:  
ПРОБЛЕМЫ ООПТ**

*Московский авиационный институт (национальный  
исследовательский университет), Россия*

[prokhorovis@mai.ru](mailto:prokhorovis@mai.ru)

Активизация ракетно-космической деятельности влечет за собой экологические риски. На рубеже XXI в. начался переход к интенсивной коммерциализации данной деятельности при широком международном сотрудничестве, однако ее расширение и начало космической индустриализации происходят при явном отставании в разработке и реализации мер по обеспечению экологической безопасности. Существует реальная угроза необратимых последствий для окружающей природной среды планеты и активно загрязняемого околоземного космического пространства. Помимо загрязнения последнего многие последствия запусков аэрокосмической техники ощущаются на Земле непосредственно в первые часы после запуска и в дальнейшем возможны при приземлении (приводнении) аэрокосмической техники.

В отличие от авиационного машиностроения и сформировавшейся мировой системы авиаперевозок, влияние которых на биосферу Земли нормируется и контролируется международной организацией ИКАО, многие из реализуемых и перспективных космических проектов несут в себе неприемлемо высокий экологический риск для людей, биосферы Земли и околоземного космического пространства (ОКП). Эти экологические риски представляют собой мощные трансграничные и порой глобальные воздействия [1].

Активное развитие и стратегическая значимость производства и эксплуатации ракетно-космической деятельности (РКД) с каждым годом увеличивает экологические риски негативного воздействия на природную среду планеты, ОКП и, в конечном итоге, на здоровье человека и будущих поколений [2]. Среди отрицательных факторов этих расту-

щих воздействий значительную долю занимают опасные химические загрязнения природных сред и ближнего космоса. К сожалению, осознание глобального сочетанного воздействия ракетно-космической техники (РКТ) на биосферу, анализ и прогноз отдаленных результатов осуществляются с большим опозданием [3]. Основными отрицательными факторами воздействия РКТ на ОС можно назвать:

- работа ракетных двигателей;
- полеты ракет-носителей (РН) в атмосфере;
- отделение фрагмента конструкции (отделяющейся части) РН или космического аппарата (КА);
- отчуждение земельных площадей под районы падения (посадки) отделяющихся частей РН;
- проливы токсичных компонентов ракетного топлива;
- испарение токсичных компонентов ракетного топлива (КРТ);
- горение и взрыв КРТ;
- горение материалов конструкции изделия;
- тушение пожара (флегматизация взрывоопасной смеси);
- разрушение конструкции изделия;
- падение аварийного изделия или его фрагмента;
- работу радиоэлектронных средств.

К сожалению, изначально стратегия развития РКД продолжила традиции создания изделий военного назначения – стратегическая важность цели стоит во главе и оправдывает любые экологические риски. РКД в России и мире, при значительном позитивном вкладе в развитие человечества, сопровождается ростом экологической опасности, ущерба для людей и природы, массовыми нарушениями экологических прав граждан.

Следует подчеркнуть, что один из основных принципов Федерального закона «О космической деятельности» – обязательное обеспечение экологической безопасности при осуществлении РКД [3]. Однако Федеральные космические программы (ФКП) за 2001-2005 гг., ФКП на 2006-2015 гг. (постановление Правительства РФ от 22.20.2005 г. № 635)



и ФКП на 2016-2025 гг. (постановление Правительства РФ от 23.03.2016 г. № 230) принимались как ведомственные, с грифом «для служебного пользования», без широкого обсуждения. Проекты программ ФКП не проходили обязательную государственную экологическую экспертизу и необходимую оценку воздействия на окружающую среду и другие акты. На страхование экологических рисков, ликвидацию загрязнений в районах падения, решение социально-экологических и других проблем в зонах воздействия РКД средств ФКП было недостаточно (а это актуально для 25% субъектов РФ, т.е. для 20 регионов, охватывающих не менее 20% территории страны). При этом в ФКП отсутствовали разделы «Обеспечение экологической безопасности».

Эксплуатация изделий ракетно-космического машиностроения наносит значительный ущерб окружающей среде: в районах космодромов, ракетных полигонов, падения фрагментов ракет на поверхности Земли, особенно на территориях России и Казахстана. В частности, страдает территория Алтайского государственного природного биосферного заповедника (далее – Алтайский заповедник) [4].

Наиболее значимые экологические последствия имеют аварийные и нештатные ситуации при эксплуатации РКТ. Большая часть аварийных ситуаций связана с проливами и возгоранием токсичного ракетного топлива на поверхности земли и характеризуются длительным загрязнением почв, грунтов, поверхностных и подземных вод, заражением растительного покрова, воздействием на живые организмы и человека. Выделяют несколько типовых ситуаций возникновения и развития аварийных ситуаций РКД, оказывающих экологическое воздействие на поверхность земли:

- аварии при перевозке и хранении КРТ;
- аварии в районе стартового комплекса при подготовке к запуску и пуске РН;

- разрушение РН в воздухе и падение горящих обломков на поверхность земли;
- нештатное падение неразрушенной РН на поверхность земли;
- раздельный (без смешивания и возгорания) пролив КРТ;
- пролив и горение компонентов ракетного топлива (пожар) в результате их смешивания;
- взрыв КРТ.

В случае автоматического включения при аварии системы пожаротушения и пожаровзрывопреждения возможно попадание в атмосферу хлорфторуглеродов (ХФУ) – рабочих тел этих систем, являющихся активными разрушителями озона, а также продуктов химических реакций между ХФУ и горящими веществами.

Не менее серьезные последствия имеют аварии РКТ; прежде всего взрывы, и при полете ракеты-носителя и разгонного блока (РБ) или функционировании КА на орбитах. При работе РБ и активном функционировании КА на окружающую среду воздействуют следующие неблагоприятные факторы:

- горение КРТ;
- выбросы продуктов сгорания в околоземный космос;
- штатное отделение элементов конструкции КА и РБ;
- сам факт нахождения КА и РБ в ОКП;
- электромагнитные эффекты из ОКП.

Нельзя обойти вопрос ущерба, наносимого окружающей среде при возможных авариях в полете и при падении отделяющихся частей ракет.

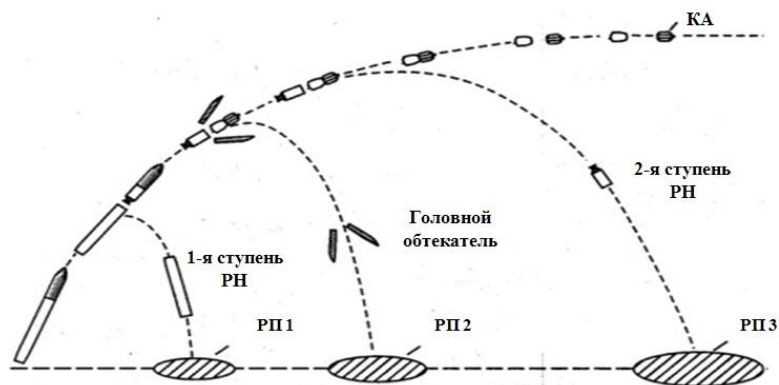
Особые мероприятия должны проводиться по ликвидации последствий падения ступеней, содержащих тонны невыработанного ракетного топлива несимметричного диметилгидразина (НДМГ) или гептила, который проникает в почву и, хорошо растворяясь в воде, может распространяться на большие расстояния.

По проведенным оценкам, требуется не менее 40 лет для полной рекультивации земли, используемой в качестве зоны падения ступеней с НДМГ в течение 10 лет. При этом должны быть проведены работы по выемке и перевозке значительного количества грунта из мест падения. Исследования в местах падения первых ступеней РН «Протон» показали, что зона заражения грунта при падении одной ступени занимает площадь  $\sim 50$  тыс. м<sup>2</sup> с поверхностной концентрацией в центре 320-1150 мг/кг, что в тысячи раз превышает предельно допустимую концентрацию. В настоящее время не существует эффективных способов нейтрализации зараженных зон горючим НДМГ [6].

С 1965 г. СССР, а затем Российской Федерацией с космодрома Байконур запущено более 250 РН «Протон», на каждой из них невырабатываемые остатки жидкого топлива составляют:

- на 1-й ступени – до 1,5 т НДМГ (гептила) и до 3 т азотного тетраоксида;
- на 2-й ступени – 0,5-0,8 т гептила и 1,0-1,3 т азотного тетраоксида.

Указанные отделяемые ступени РН с остатками ракетного топлива приземляются по трассе запусков РН (рис. 1).



**Рис. 1.** Загрязнение территории по траектории запуска

Таким образом, в атмосфере над территорией Казахстана было распылено и упало на поверхность не менее 375 т гептила и 750 т азотного тетраоксида (без учета последствий аварийных пусков), а в атмосферу и на поверхность на территории Алтая попало не менее 125 т гептила и 250 т азотного тетраоксида. Нельзя забывать, что гептил является чрезвычайно опасным токсикантом (1-й класс токсичности).

По некоторым данным, приведенным в докладе Ю.В. Робертуса из Алтайского регионального института экологических систем (г. Горно-Алтайск), более 250 тыс. км<sup>2</sup> территории Алтай-Саянского региона, в виде гигантского эллипса вытянутого с запада на восток, в центре которого Республика Алтай, поражено гептилом. Более 40 лет территория Республики Алтай используется под районы падения ступеней РН.

В нарушение этических и экологических принципов и действующего законодательства осуществляется варварский экоцид уникальной территории России и планеты, в частности Алтайского заповедника – одного из центров биоразнообразия региона. Населению и природе нанесен значительный ущерб. Риск неприемлемо высок и растет в связи с увеличением количества запусков РН, 2-е ступени которых падают на Алтайский регион [4, 7].

Подобная ситуация сложилась и с американским Космическим центром имени Дж.Ф. Кеннеди, расположенном в национальном заповеднике.

В основном районами падения не являются сельскохозяйственные угодья и, конечно, населенные пункты. Но, даже если считать районы падения непригодными для выращивания сельскохозяйственных культур и выпаса скота, эти территории имеют экологическую ценность. Поэтому выбор районов падения отделяющихся частей РН сопровождается сложной процедурой рекогносцировки и их исследования. В процессе летных испытаний размеры отчуждаемых районов непрерывно сокращаются в результате

накопления статистических данных. Однако площади отчуждаемых земель довольно значительны. Так, ракеты, стартующие с космодрома Байконур, требуют около 10 млн. га под районы падения ступеней и обтекателей, а с полигона в районе Плесецка около 7,5 млн. га. Если усреднить стоимость одного гектара до уровня используемых земель для сельского хозяйства, годовые затраты составят около 400 млн. долл.

Опасность, которую предоставляют объекты космического мусора, может грозить как людям, находящимся в космосе, космическим станциям, спутникам, так и населению нашей планеты и биосфере в целом. Фрагменты космического мусора, потерявшие скорости, сходят с орбиты и, падая, представляют опасность для земли. Растет и риск последствий развития возможного занесения в биосферу Земли из космоса опасных живых организмов (гибридов, вирусов и др.) с измененными, новыми свойствами, повышенной агрессивностью, приобретенными ими в условиях искусственной среды обитания космических объектов вне Земли.

РКД сопровождается сложнейшими правовыми и этическими коллизиями, обусловленными процессом технократизации человеческой цивилизации, вследствие чего проблемы экологического риска нарастают. Имеют место значительное отставание в осознании, правовом регулировании и реализации прав человека, массовые и грубые нарушения принципов биоэтики, особенно при организации и осуществлении полетов людей в космос, их длительной жизнедеятельности вне Земли, при проведении медико-биологических исследований и экспериментов на людях [5].

Корпоративные цели профессионалов объединенные общими интересами с правительственной администрацией и с местными административными органами управления во всех странах мирового сообщества участвующих в КД (Россия, США, Евросоюз и пр.) создали такое положение дел, при котором получение независимой и достоверной информации

об экологической безопасности при осуществлении РКД гражданскому населению практически недоступно.

Таким образом, экологическая опасность РКД в связи с бурным развитием космонавтики и отставанием в осознании опасности специалистами и обществом стала реальной глобальной проблемой. Наблюдается и нарастает отставание технологий РКТ от современных требований по экологической безопасности.

Прежние подходы к решению проблемы обеспечения экологической безопасности при осуществлении РКД неэффективны и требуют новых решений в реализации мер по снижению губительного воздействия на биосферу, адекватных массивированному наступлению негативных последствий развития РКД по всему миру.

Современные достижения в самой авангардной области человеческой деятельности требуют в рамках устойчивого развития разработки и реализации национальной и международной экоиновационной программы экологизации КД, сущность которой в создании новых более гибких (кластерных) структур управления экологической безопасностью и контроль общества за КД.

### *Литература*

1. Метечко Л.Б., Сорокин А.Е., Новиков С.В. Введение в экологию аэрокосмической отрасли: учебник. Калуга: Эйдас, 2016.

2. Реймерс Н.Ф. Экология (теории, законы, правила, принципы и гипотезы). М.: Журнала «Россия молодая», 1994.

3. Российское авиастроение – вчера, сегодня и завтра. Доклад Министра промышленности и торговли Российской Федерации Д.В. Мансурова в Московском авиационном институте (27.02.2013, г. Москва).

4. Прохоров И.С. Мониторинг состояния природных комплексов ООПТ на фоне глобальных антропогенных процессов: к десятилетию международного проекта «Летопись природы Евразии» // Мониторинг состояния природных комплексов

и многолетние исследования на особо охраняемых природных территориях. 2020. № 4. С. 61-67.

5. Ковальчук М.В. Конвергенция наук и технологий – прорыв в будущее // Российские нанотехнологии. 2011. № 1-2. С. 13-23.

6. Сага о ракетных топливах - обратная сторона медали. Режим доступа: <https://topwar.ru/110484-saga-o-raketnyh-toplivah-obratnaya-storona-medali.html>. Дата обращения: 11.03.2022

7. Блог на тему «ИТ-бизнес». Режим доступа: <http://cci.glasnet.ru>. Дата обращения: 11.03.2022

8. Лунандин В.М. Ракетный удар по Алтаю // Звезда Алтая, 1996, 9 августа. С. 2.

9. Лунандин В.М. Там, где падают ракеты // Труд, 1996, 20 мая. С. 3.

10. Lisa Tracy. US Space Junk Dumped on Siberia // Earth Island Journal. Spring 1998.

*Prokhorov I.S., Metechko L.B., Sorokin A.E.*

## **ACCUMULATED AEROSPACE GARBAGE: SPECIALLY PROTECTED NATURAL AREAS PROBLEMS**

*Moscow Aviation Institute (national research university)*

Intensification of rocket-space activity entails environmental risks.

At the turn of the XXI century the transition to intensive commercialization of this activity has begun with close international cooperation, however, its expansion and the beginning of space industrialization are taking place with a clear lag in the development and implementation of measures to ensure environmental safety.

There is a real threat of irreversible consequences for the natural environment of the planet and the actively polluted near-Earth outer space. In addition to pollution of the latter, many consequences of aerospace launches are felt on Earth immediately in the first hours after the launch and are possible later on during landing (splashdown) of aerospace equipment.

*Пыстин В.Н., Шушанян Г.А.,  
Тулицына О.В., Чертес К.Л.*

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ШЛАМОВЫХ ОТХОДОВ  
В ПРОИЗВОДСТВЕ МАТЕРИАЛОВ  
ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И РЕКУЛЬТИВАЦИИ**

*Самарский Государственный Технический Университет*  
[gor.shush2001@gmail.com](mailto:gor.shush2001@gmail.com)

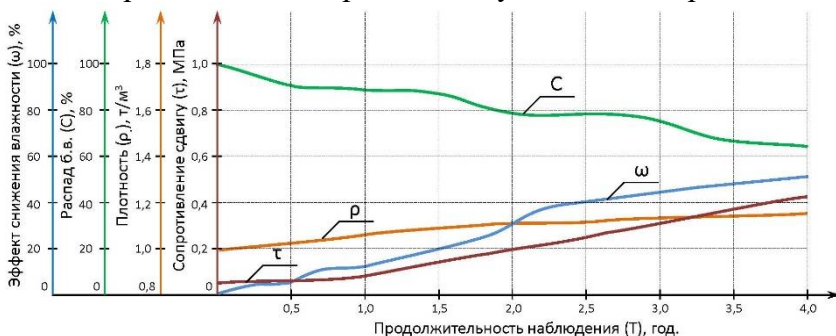
Существует большое многообразие неблагоприятных процессов и явлений, приводящих к нарушению геологической среды (плоскостной срыв, оползни, пыльные бури, уплотнение, аккумуляция рельефа). Ряд негативных процессов может носить антропогенный характер, развиваться по причине хозяйственной деятельности или проявляться на объектах, созданных человеком.

Исходя из этого возникает потребность в материалах, используемых для строительства сооружений геотехнической защиты и рекультивации нарушенных территорий. Целью работы выступало создание системы использования шламовых отходов в качестве материалов геотехнической защиты. Изучение трансформации отходов под управляемыми воздействиями методов концентрирования, минерализации и упрочнения позволило создать ресурсосберегающие технологии производства рекультивационно-строительных материалов.

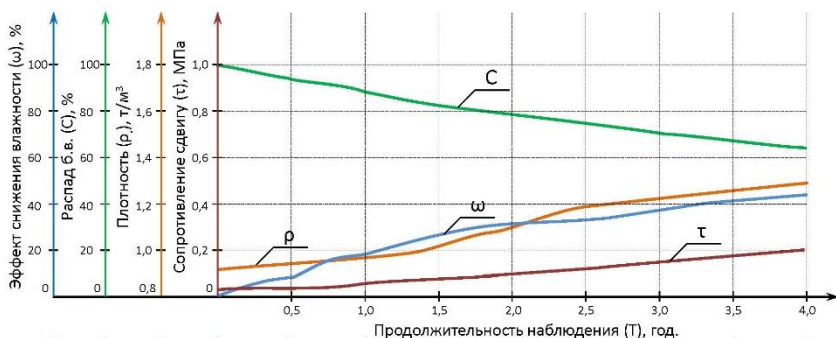
Основой веществ, присутствующих в большинстве шламовых отходов выступают компоненты геосреды и их использование для защиты территорий после соответствующей обработки, идет в ключе геоэкологического рециклинга [1]. Отходы в течение своего жизненного цикла пребывания в геосреде постепенно приобретают свойства природных материалов. Авторским коллективом были проведены исследования трансформации буровых шламов в шламовых амбарах и накопителях в условиях крайнего Севера и Поволжья; спиртовой барды в бардохранилищах и при несанкционированном размещении; отходов водоподготовки различного генезиса, размещенных в шламонакопителях; избыточных активных илов и их смесей с осадками



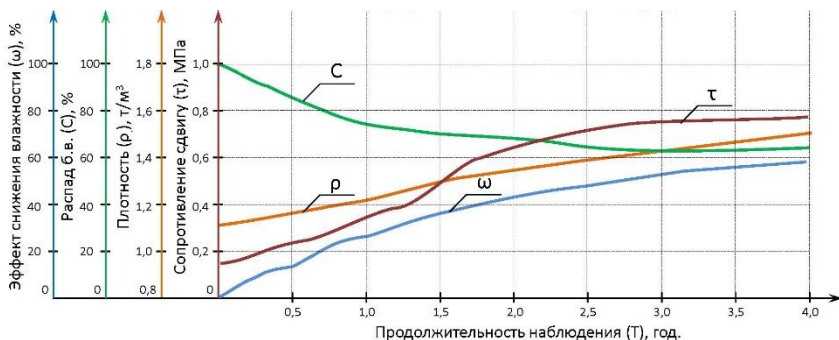
первичных отстойников; отходов затвердевшего расплава производства теплоизоляционных материалов; отходов производства асфальтобетонных смесей; нефтешламов и нефтезагрязненных грунтов различного генезиса и условий размещения; золошлаковых отходов. На рисунках 1-3 представлены графики преобразования некоторых гетерогенных отходов, размещенных в различных условиях геосреды.



**Рис. 1.** Изменение параметров отходов водоподготовки, размещенных в шламонакопителе



**Рис. 2.** Изменение параметров спиртовой барды несанкционированного размещения в геосреде



**Рис. 3.** Изменение параметров отходов бурения скважин в амбаре

Естественная трансформация отходов в геосреде до стабильного состояния может продолжаться десятки лет, а продукт изменения может не соответствовать параметрам, которые позволяют использовать его в качестве рекультивационно-строительного материала (РСМ) – влажности, плотности, токсичности, прочности. Кроме того, на графиках представлены усредненные данные по наблюдаемым объектам, а профиль отходов неравномерен по своим характеристикам. Например, минерализация органических отходов происходит преимущественно с дневной поверхности с распространением фронта биодеструкции вглубь, нефтесодержащие отходы подвержены расслоению, а жидкие и пастообразные – периодическому обезвоживанию с последующим увлажнением. Таким образом, естественная трансформация приводит к образованию материала с неравномерным пространственным распределением характеристик, не позволяющих отнести его к категории целевого продукта, получение которого требует обезвреживания.

В общем виде все методы обезвреживания разделяются на механические, физико-химические, термические и биологические [2-4].

Ввиду разнообразия отходов, их свойств и состава, большого количества направлений и методов обработки,

а также типов РСМ назначить унифицированную технологическую схему обработки отходов не представляется возможным. Однако, изучение основных параметров и свойств элементов геоэкологической системы «отход – метод обезвреживания – РСМ», сопряженное с жизненным циклом отходов в процессе их преобразования в продукт, позволило обобщить методы обработки в качестве главных (ключевых) и вспомогательных.

Главные методы: обезвоживание, минерализация и упрочнение – направлены на преобразование фазовых свойств отходов в процессе достижения ими подобия с природными элементами геосреды. Вспомогательные методы направлены на изменение структурных свойств, таких, например, как перевод влаги из связанного в свободное состояние, создание условий для жизнедеятельности микрофлоры-редуцента при минерализации, ускорения схватываемости в упрочняемых шламах и ряд других приемов кондиционирования.

В каждом отдельном случае, набор и последовательность методов обработки шламов в создаваемой технологической схеме должен обуславливаться выбором как основных, так и вспомогательных методов [5].

Оценка шламовых отходов различного генезиса, структуры, свойств и химического состава, их преобразование в геосреде, а также в условиях управляемых воздействий позволило разработать технологические схемы преобразования шламов в рекультивационно-строительные материалы.

#### *Литература*

1. *Гладышев Н.Г.* Системный анализ и проектирование рециклинга // Известия Самарского научного центра РАН. 2012. №5-3. С.772-775
2. *Мухамедов К.Г., Насирова Н.К.* Изучение возможности применение шламов водоочистки гальванических производств в производстве строительных композиционных материалов //Universum: технические науки. 2020. №12-4 (81). С.5-9

3. *Каклюгин А.В., Боброва В.В., Валов М.П., Щербакова В.С.* Использование шлама химводоочистки теплоэлектростанций в производстве строительных материалов и изделий // Молодой исследователь Дона. 2020. №4 (25). С.28-33

4. *Рящина А.Д., Леонтьева С.В.* Анализ современных методов обезвреживания нефтешламов // Евразийский Союз Ученых. 2020. №11-7 (80). С.59-66

5. *Шепелев И.И., Еськова Е.Н., Пиляева О.В., Кирюшин Е.В., Потанова С.О.* Сохранение экологической стабильности управляемой природно-технической системы под влиянием антропогенных факторов // Проблемы региональной экологии. 2021. №1. С.76-82

***V.N. Pystin, G.A. Shushanyan, O.V. Tupicyna, K.L. Chertes***  
**USE OF SLUDGE WASTE IN THE PRODUCTION**  
**OF MATERIALS FOR CONSTRUCTION**  
**AND RECLAMATION**

*Samara State Technical University*

There is a wide variety of unfavorable processes and phenomena leading to disruption of the geological environment (planar washout, landslides, dust storms, compaction, relief accumulation). A number of negative processes can be of an anthropogenic nature, develop due to economic activity, or manifest themselves in objects created by man.

Based on this, there is a need for materials used for the construction of geoengineering protection structures and reclamation of disturbed areas. The aim of the work was to create a system for the use of sludge waste as geoengineering protection materials. The study of waste transformation under controlled impacts of methods of concentration, mineralization and hardening made it possible to create resource-saving technologies for the production of materials for construction and reclamation.

*Радионова С.Г.*  
*Научный руководитель: к.т.н. Кучер Д.Е.*  
**РАСШИРЕННАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ  
ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ КАК МЕХАНИЗМ  
ЭКОНОМИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ  
РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

*Российский университет дружбы народов, Россия*

[1032207578@rudn.ru](mailto:1032207578@rudn.ru)

Отношение количества утилизируемых отходов к количеству образующихся является показателем экономического потенциала страны и характеризует уровень развития общества. В статье рассматривается роль производителей в сокращении образования отходов, а также увеличения объемов переработки и утилизации отходов в Российской Федерации.

Под расширенной ответственностью производителей и импортеров товаров и упаковки (далее – РОП) понимается механизм экономического регулирования, согласно которому производители и импортеры товаров и упаковки обязаны обеспечить их утилизацию после использования упаковки и утраты товарами потребительских свойств (далее – отходы). Механизм РОП должен способствовать минимизации количества образующихся отходов, максимально возможному вовлечению отходов в хозяйственный оборот и их материально-энергетической утилизации, изысканию экологически безопасных методов переработки отходов с наименьшими затратами, снижению объемов захоронения отходов.

Основные требования по реализации механизма РОП указаны в Федеральном законе от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления».

С 2015 года юридические лица и индивидуальные предприниматели, осуществляющие производство товаров на территории Российской Федерации (далее – производители), юридические лица и индивидуальные предприниматели, осуществляющие импорт товаров из третьих стран или ввоз товаров из государств – членов Евразийского экономического

союза (далее – импортеры), обязаны обеспечивать выполнение установленных Правительством Российской Федерации нормативов утилизации с момента первичной реализации [1].

Институт РОП предусматривает установление обязанности производителей и импортеров товаров обеспечивать выполнение установленных Правительством Российской Федерации нормативов утилизации выпущенных в обращение и утративших свои потребительские свойства товаров и упаковки, перечень которых установлен Правительством РФ.

Выполнение нормативов утилизации обеспечивается:

1) непосредственно самими производителем, импортером товаров путем организации и использования собственных объектов инфраструктуры утилизации;

2) путем заключения договоров с оператором по обращению с твердыми коммунальными отходами (далее – ТКО), с индивидуальным предпринимателем, юридическим лицом, осуществляющими деятельность по утилизации отходов (за исключением ТКО);

3) путем поручения обеспечивать выполнение нормативов утилизации отходов от использования товаров ассоциации, созданной производителями товаров, импортерами товаров в целях обеспечения выполнения нормативов утилизации или российским экологическим оператором;

4) путем уплаты экологического сбора.

Выполнение нормативов утилизации путем заключения договоров с оператором по обращению с ТКО, российским экологическим оператором, региональным оператором, индивидуальным предпринимателем, юридическим лицом, осуществляющими утилизацию отходов от использования товаров (за исключением ТКО) подтверждается: договорами и актами утилизации отходов от использования товаров.

Рассмотрим далее особенности реализации механизма РОП в РФ в различных ситуациях.

В отношении упаковки, подлежащей утилизации после утраты потребительских свойств, обязанность уплаты эколо-

гического сбора возлагается на производителей, импортеров товаров в этой упаковке [3]. Экологический сбор для товаров в упаковке, не являющихся готовыми к употреблению изделиями, уплачивается только в отношении самой упаковки.

При импорте упаковки, реализуемой потребителю этих товаров (например, населению или хозяйствующим субъектам, оказывающим услуги с использованием упаковки в качестве товара – организации по предоставлению услуг общественного питания, почтовой связи, транспортных услуг), где ответственность будет на импортере упаковки, которая в данном случае для него является товаром [3].

Производители и импортеры товаров и упаковки товаров ежегодно предоставляют:

- декларацию о количестве выпущенных в обращение на территории Российской Федерации за предыдущий календарный год готовых товаров, в том числе упаковки, подлежащих утилизации;
- отчетность о выполнении норматива утилизации отходов от использования товаров;
- расчет экологического сбора.

Информация о количестве представленной производителями и импортерами товаров и упаковки товаров отчетности в 2020-2021 годах представлена в таблице 1.

**Таблица 1.** Информация о количестве поступивших отчетных данных за 2020-2021 гг. [2]

Вид отчетности	Поступило всего, штук	
	2020 год	2021 год
Декларация о количестве товаров и упаковки	19 289	22 085
Отчетность о выполнении нормативов утилизации отходов от использования товаров	19 217	24 963
Расчет экологического сбора	17139	23425

Производители и импортеры товаров, которые не обеспечивают утилизацию отходов от использования товаров, уплачивают экологический сбор.

При этом экологический сбор, взимаемый с производителей и импортеров товаров и упаковки и направляется на организацию сбора, обработки, транспортирования и утилизации вторичных ресурсов, повторно используемых в производстве товаров и упаковки.

В 2020 году экологический сбор составил 3,994 млрд. рублей (107,5% от прогноза). В 2021 году экологического сбора собрано 5,058 млрд. рублей (96,6% от прогноза в 5,235 млрд. рублей, при этом прогноз по экологическому сбору изменен Минфином России в сторону увеличения – первоначальный прогноз на 2021 год – 3,788 млрд. рублей выполнен на 133,5%) [2].

Контроль и администрирование РОП в Российской Федерации выполняет Росприроднадзор.

В случае установления фактов предоставления недостоверной информации и нарушений – направляются акты контроля за выполнением нормативов утилизации. Также предусмотрена административная ответственность за непредставление или несвоевременное представление отчетности или деклараций, представление отчетности или деклараций в неполном объеме либо отчетности, содержащей недостоверные сведения. Росприроднадзор принимает установленные законодательством механизмы по контролю выполнения нормативов утилизации, проведению претензионной работе и администрированию экологического сбора.

Вместе с тем за прошедшие годы реализация РОП не привела к существенному экономическому стимулированию развития отрасли обращения с отходами от использования товаров.

Затруднены определение и идентификация субъектов РОП в связи с тем, что обязанность по утилизации отходов распространяется на товары и упаковку с момента



их первичной реализации, при этом отсутствует независимый первичный источник информации в виде органа исполнительной власти.

Основные недостатки института РОП связаны с отсутствием полного покрытия затрат и принципа стимулирования использования перерабатываемых материалов при производстве товаров.

В целях экономического стимулирования повышения уровня использования отходов, создания прозрачной системы учета и контроля движения товаров и отходов Заместителем Председателя Правительства Российской Федерации В.В. Абрамченко утверждена от 28.12.2020 № 12888п-11 Концепция совершенствования института расширенной ответственности производителей и импортеров товаров и упаковки (далее – Концепция РОП). В развитие ее предусмотрено издание нормативных правовых актов.

Оценивая недостатки в существующем механизме РОП и заложенные подходы в Концепции РОП, важным является создание прозрачного и эффективного института РОП, направленного на стимулирование утилизации отходов и снижение количества отходов, направляемых на захоронение, а также построение системы учета утилизаторов с целью оценки достоверности мощности утилизации и ее развитие в дальнейшем.

Необходимо предусмотреть постепенное увеличение норматива утилизации для всех видов товаров с учетом переходного периода и принципов их предсказуемого и обоснованного увеличения, отраслевой специфики, темпом, составляющим не менее 10 процентов в год, а также введение 100% норматива утилизации упаковки, выпущенной в оборот [4].

Расходование средств экологического сбора должно обеспечивать создание экономических условий для обеспечения извлечения вторичных материальных ресурсов и их возврата в хозяйственный оборот по всей цепочке их отдельного накопления, сбора, транспортирования, обработки, утили-

зации, а также осуществляться на основе моделирования развития инфраструктуры раздельного накопления, сбора, обработки и утилизации отходов, обеспечивающей выполнение установленных значений целевых показателей (в том числе с учетом необходимой глубины обработки и утилизации).

### *Литература*

1. Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» (ред. от 02.07.2021) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2022).

2. Доклад о деятельности Федеральной службы по надзору в сфере природопользования в 2021 году [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rpn.gov.ru/open-service/analytics-reports/>. Дата обращения: 20.03.2022

3. Информация Минприроды России «Об актуальных вопросах исполнения «расширенной» ответственности производителей, импортеров товаров». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.mnr.gov.ru>. Дата обращения: 20.03.2022.

4. Концепция совершенствования института расширенной ответственности производителей и импортеров товаров и упаковки (утв. Аппаратом Правительства Российской Федерации 28.12.2020 № 12888п-П11).

*Svetlana Radionova*

*Scientific advisor: Dmitry Kucher*

## **EXPANDED RESPONSIBILITY OF PRODUCERS AS A MECHANISM OF ECONOMIC REGULATION OF RATIONAL USE OF NATURAL RESOURCES**

*RUDN University*

The ratio of the amount of waste disposed of to the amount generated is an indicator of the economic potential of the country and characterizes the level of development of society. The article considers the role of producers in reducing waste generation and increasing waste recycling and disposal in the Russian Federation.

*Ратникова О.Н., Лисицына И.П., Борш А.Т.*  
**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ  
РЕАБИЛИТАЦИИ ТОРФЯНИКА РУДЯНЕЦ**

*Институт природопользования НАН Беларуси,*

*Республика Беларусь, г. Минск*

[306peatlands@mail.ru](mailto:306peatlands@mail.ru)

Основным фактором воздействия на исследуемый торфяник является гидротехническая мелиорация и, как следствие, торфяные и лесные пожары. В исследовании проанализированы параметры уровней грунтовых вод на участках в естественном и нарушенном состояниях до и после экологической реабилитации.

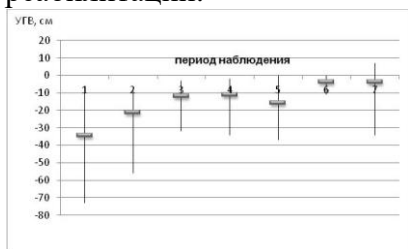
Положительный эффект проведенных мероприятий экологической реабилитации на нарушенном участке привел к увеличению обводнённости территории в первый год наблюдения, повышению среднегодовых значений уровней грунтовых вод, и, как следствие, замещению высших ярусов болотных фитоценозов на нижние, что создало условия для процессов образования и накопления торфа.

Болотная экосистема исследуемого торфяника Рудянец, расположенная в области крупных верховых и низинных болот пологоволнистой абляционной равнины Беларуси, испытывала неблагоприятные воздействия антропогенного происхождения. Территория участка неоднократно горела, сильные торфяные пожары нарушили не только верхний слой, но и произошло выгорание торфяной залежи деятельного горизонта. Последствия пожаров проявляются в виде прерывания естественного лесовозобновления, обеднения видового разнообразия флоры и фауны, замещения низших ярусов болотных фитоценозов на высшие, а также образования открытых участков торфа, которые длительное время не зарастают и др. В 1970–1973 гг. в северной и северо-западной частях исследуемого торфяника построена осушительная сеть каналов, расстояние между которыми 300-500 м; в западной части – густая сеть осушителей, расстояние между которыми 15-20 м. Участок, по-видимому,

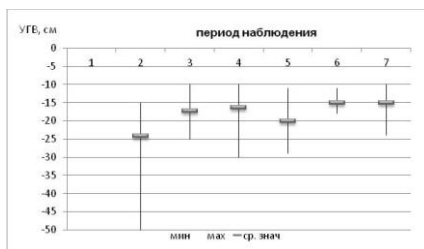
был подготовлен для добычи торфа, однако добыча не проводилась. Функционирование осушительной сети привело к деградации болотной и лесоболотной растительности.

Возвращение нарушенной части торфяника в естественное состояние возможно путем проведения мероприятий экологической реабилитации для восстановления уровней грунтовых вод (УГВ), свойственных болоту в естественном состоянии. Для прекращения последствий осушительной мелиорации в зимний период 2016 г. были построены ряды глухих земляных перемычек с управляемым обтеканием. Ранее заложены две мониторинговые площадки на участках торфяника Рудянец разной категории нарушенности для анализа эффективности мероприятий. Мониторинг поверхностных вод проводится методом ежедневного автоматического измерения УГВ, что позволяет сформировать массив данных в течение гидрологических лет разной водности.

Анализ режима УГВ (рис. 1) на площадках 1 и 2 исследуемого торфяника верхового типа лесохозяйственного использования позволил сделать выводы о положительной динамике уровней после проведения работ по экологической реабилитации.



а) площадка 1



б) площадка 2

**Рис. 1.** Параметры УГВ до (2014–2016 гг.) и после (2016–2021 гг.) экологической реабилитации на исследуемом участке.

Период наблюдений: 1 год (2014–2015 гг.); 2 год (2015–2016 гг.); 3 год (2016–2017 гг.); 4 год (2017–2018 гг.); 5 год (2018–2019 гг.); 6 год (2019–2020 гг.); 7 год (2020–2021 гг.)

Средние значения УГВ до экологической реабилитации составили 0,34 м и 0,24 м ниже поверхности земли соответственно, амплитуда колебаний УГВ в течение гидрологического года – 0,35 м на естественном участке, на нарушенном значительно больше из-за дренирования осушительных каналов – 0,65 м.

После экологической реабилитации на площадке 1 ход линии УГВ в течение гидрологического года существенно изменился. Среднегодовые значения УГВ увеличились на 0,3 м, что привело к увеличению площади покрытия мохового яруса. На участках, пройденных пожаром, открытые участки торфа значительно сократились. Экологическая реабилитация положительно сказалась и на площадке 2, среднегодовые значения УГВ увеличились на 0,1 м. Увеличение обводнённости нарушенного участка торфяника способствует восстановлению биосферных функций болота. Происходит возобновление процесса торфообразования в деятельном горизонте.

*Ratnikova O. N., Lisitsyna I. P., Borsh A. T.*

## **EFFECEENCY ASSESSMENT OF ECOLOGICAL REHABILITATION ON THE RUDYANETS PEAT BOG**

*Institute of Nature Management  
of the National Academy of Sciences of Belarus*

The main impact factor on the studied peat bog is hydraulic reclamation and, as a consequence, peat and forest fires. As a result of the research, the parameters of groundwater levels at monitoring sites in natural and disturbed conditions before and after environmental rehabilitation were analyzed. The positive effect of the environmental rehabilitation measures carried out on the disturbed site led to an increase in the water content of the territory in the first years of observation, an increase in the average annual values of groundwater levels, and as a result, the replacement of the higher tiers bog phytocenosis with the lower ones, which created conditions for the formation and accumulation of peat.

*Рафикова Ю.Ю., Нефедова Л.В.*  
**РОЛЬ ГЕЛИОЭНЕРГЕТИКИ КАК ИНСТРУМЕНТА  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПЕРЕХОДА В РОССИИ**

*Московский государственный университет имени*

*М.В.Ломоносова, Россия*

[ju.rafikova@gmail.com](mailto:ju.rafikova@gmail.com)

Рассмотрены актуальные тенденции решений одной из важных проблем развития современного общества – энергоперехода к использованию низкоуглеродных энергоисточников, показана роль в данном процессе развития гелио- и ветроэнергетики в мире и в России. Проанализированы и оценены объемы произведенной электроэнергии и снижения выбросов CO<sub>2</sub> на фотоэлектрических станциях, работающих в регионах России. Выделены регионы, имеющие наибольшие доли солнечной электроэнергии в энергобалансах (до 35,7%). Представлена разработанная авторами методика оценки с применением ГИС-технологий степени риска использования солнечных ресурсов путем расчета характеристик изменчивости поступления солнечной радиации на земную поверхность, проведен расчет для Оренбургской области, лидера по развитию гелиоэнергетики в РФ.

Целью энергетического перехода заявлена полная углеродная нейтральность к 2050г. По оценкам экспертов ООН глобальные выбросы, связанные с энергетикой в сравнении с уровнем 2019 г., должны сократиться на 30% к 2030г. и на 75% к 2040 году, чтобы достичь нулевых значений в 2050г. [1]. Глобальные инвестиции в энергетический переход в 2021 году составили 755 млрд долл. США, благодаря растущему мировому вниманию к проблемам изменения климата. Инвестиции в возобновляемую энергетику достигли рекордного объема в 366 млрд долл. США, что на 6,5% больше, чем годом ранее [2]. В 2021г. суммарная мощность СЭС в мире составляла 501 ГВт, а ветроэнергостанций на суше и на шельфе – 743 ГВт. Стоящие перед Россией, в соответствии с мировой тенденцией энергоперехода и декарбонизации экономики, задачи по развитию возобнов-

ляемой энергетики получили в последние годы активные решения. В России благодаря государственной поддержке было создано отечественное производство высокоэффективных гетероструктурных солнечных панелей, работают предприятия по производству деталей ветроагрегатов. По программе ДПМ-1 от 2015 г. проводились ежегодные конкурсные отборы на строительство электростанций на ВИЭ. В результате суммарная мощность объектов возобновляемой энергетики в рамках ДПМ -1 составила на 1.01.22г. 3609,2 МВт, в том числе 69 СЭС - 1654,6 МВт, 22 ВЭС – 1937,7 МВт, 3 МГЭС – 20,9 МВт [3]. Объем ввода в России мощностей по программе ВИЭ до 2024 года запланирован в 5,4 ГВт, из них ВЭС - 3,4 ГВт, ФЭС - 1,9 ГВт.

На основе расчетов суммарной установленной мощности всех СЭС, работающих к 2022г. к 15 регионам России авторами было проведено их ранжирование по уровню развития гелиоэнергетики. Для расчетов выработки электроэнергии в регионах принято среднегодовое значение коэффициента использования установленной мощности (Киум) 15,2% по солнечным электростанциям РФ за 2020-21гг. согласно данным Системного оператора ЕС РФ [4].

Лидирующие места по установленной мощности СЭС в России занимают Оренбургская (370,0 МВт) и Астраханская (285,0 МВт) области, в которых доля солнечной ЭЭ в энерго-балансах составляет соответственно 2,75% и 8,5%. Солнечная гелиоэнергетика уже на современном этапе позволяет обеспечить 35,7% энергопотребления в Республике Калмыкия и 23,2% – в Республике Алтай. Значимые доли выработки солнечной энергии в энергобалансах также в республике Бурятия (3,0%), в Ставропольском крае (1,3%) и в Волго-градской области (1,0%) В остальных регионах суммарная установленная мощность СЭС менее 100 МВт, а доля в энергообеспечении – менее 1%. Создание отечественного производства гетерогенных модулей в г.Новочебоксарске обеспечивает дальнейшее успешное развитие

солнечной электрогенерации в России.

Оценки потенциала сокращения выбросов парниковых газов за счет наращивания мощностей СЭС проведены из расчета, что производство электроэнергии в России в среднем сопровождается выбросами около 500г CO<sub>2</sub>/кВт \*час [5]. По выполненным расчетам производство электроэнергии на солнечных электростанциях уже на современном этапе позволяет ежегодно избежать выбросов в 1100 тыс.т углекислого газа в регионах России.

Для оценки природно-ресурсных рисков дальнейшего развития гелиоэнергетики в России на основе разработанной авторами методики [6] проведены расчеты характеристик изменчивости поступления солнечной радиации по базам данных NASA [7] и их анализ с применением ГИС-технологий для ряда регионов. В данном докладе представлено сопоставление полученных результатов и данных об эффективности работы действующих СЭС в Оренбургской и Астраханской областях. Путем сопоставления значений Киум работающих СЭС и результатов расчетов и распределения по территории области C<sub>v</sub> мес прихода солнечной радиации, были определены следующие критерии риска получения гарантированной выработки на СЭС в Астраханской области: C<sub>v</sub> мес - менее 11% - низкие риски, от 11% до 12% - средний уровень риска и более 12% – наиболее высокие ресурсные риски. Предложенная методика позволяет выделять в регионах на основе расчетов по дистанционным данным зоны разного уровня риска эффективности работы солнечных фотоэлектрических систем в плане стабильности выработки электроэнергии.

### *Литература*

1. Пути перехода к устойчивой энергетике. Ускорение энергетического перехода в регионе. ЕЭК ООН, серия публикаций ЕЭК ООН по энергетике № 67. ООН, Женева. 2020
2. Energy Transition Investment Trends 2022 //BloombergNEF,



Bloomberg Finance L.P. 2022.

3. НП Совет рынка. Перечень квалифицированных энергообъектов, функционирующих на основе ВИЭ [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.np-sr.ru/ru/market/vie/index.htm> Дата обращения 10.03.22

4. Отчет о функционировании ЭЭС России в 2021 г. Системный оператор Единой энергосистемы. М.: Минэнерго, 2022. Официальный сайт АО «СО ЭЭС» [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.so-eps.ru> Дата обращения 10.03.22

5. Углеродоемкость электроэнергии в мире и России // Энергетический бюллетень Аналитического центра при Правительстве РФ, вып.72, май, 2019, с.14-18.

6. *Nefedova L.V., Rafikova Yu.Yu., Soloviev D.A.* Application of climatic characteristics statistical assessments and GIS-technologies for solar energy systems development // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2021. vol.1079. P.032086,

7. База данных NASA POWER [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer> Дата обращения 10.03.22

*Rafikova Yu.Yu., Nefedova L.V.*

## **THE ROLE OF SOLAR POWER AS A TOOL FOR THE ENERGY TRANSITION IN RUSSIA**

*Lomonosov Moscow State University*

The article considers current trends in solutions to one of the important problems of modern society development - the energy transition to the use of low-carbon energy sources. The role in this process of development of solar and wind energy in the world and in Russia is shown. The volumes of produced electricity and reduction of CO<sub>2</sub> emissions from photovoltaic power plants operating in Russian regions were analyzed and evaluated. The regions with the largest shares of solar electricity in power balances (up to 35.7%) are highlighted. The methodology developed by the authors to assess the degree of risk of using solar resources using GIS-technologies by calculating the characteristics of the variability of solar radiation on the surface of the Earth is presented; the calculation is done for the Orenburg region, a leader in the development of solar energy in the Russian Federation.

*Савченко Е.А.*

*Научный руководитель: к.б.н., доц. Парахина Е.А.*

## **ОЦЕНКА РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ЛЕСОВ И ЛЕСОПАРКОВ СОСЕНСКОГО, Г. МОСКВА**

*Российский университет дружбы народов, Россия*

[1032202242@pfur.ru](mailto:1032202242@pfur.ru)

Рекреационный потенциал леса – это мера возможности выполнения лесом рекреационных функций, обусловленная его природными свойствами, а также хозяйственными и организационными мероприятиями. На примере Сосенского (г.Москва) описан опыт оценки рекреационного потенциала лесов и лесопарков на урбанизированных территориях. Была выполнена оценка по трем группам показателей, и даны общие рекомендации для повышения рекреационной ценности насаждений.

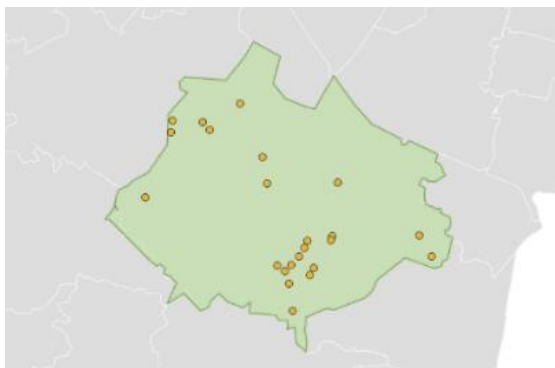
Сосенское является примером активно развивающейся урбанизированной территории, на которой присутствуют естественные и в разной степени преобразованные леса. Одной из основных функций лесных массивов в черте города является рекреационная функция – благоприятное физиологическое и психологическое влияние леса на людей, способствующее удовлетворению их потребностей в отдыхе. Объективная оценка рекреационного потенциала дает представление о возможности выполнении лесом этой функции. Для оценки рекреационного потенциала в 1990-х гг. была разработана методика экспертной оценки рекреационного потенциала лесов. Данная методика подвергалась ряду корректировок и в настоящее время активно используется. [3].

Цель работы – дать оценку рекреационного потенциала насаждений лесов и лесопарков внутригородского муниципального образования Сосенского.

Объектом исследования являются леса и лесопарки Сосенского, в основном, смешанные леса, а также один широколиственный лес – Хованская дубрава. Леса в разной степени используются местными жителями для кратко-

временного отдыха, и таким образом имеют разную степень рекреационной нагрузки.

На рис. 1 представлена схема с расположением Сосенского на территории Москвы и обозначенными точками исследования.



**Рис.1.** Места исследования на схеме Сосенского

Для оценки насаждений лесов и лесопарков Сосенского была использована методика оценки рекреационного потенциала с 21 показателем, разбитых на 3 группы (табл. 1). На сегодняшний день активно применяются методики с 25 и 19 параметрами [1-3], была использован второй вариант методики с добавлением двух параметров. Оценка каждого показателя осуществлялась по трехбалльной система (от 0 до 2 баллов, где 0 – наихудшее состояние по параметру, а 2 – наилучшее).

Для каждой группы параметров рассчитывались соответствующие коэффициенты – коэффициент привлекательности (КП), коэффициент комфортности (КК), коэффициент устойчивости (КУ). Для расчета коэффициентов использовалась следующая формула:

$$SB / SM = K, \quad (1)$$

где K – соответствующий коэффициент (КП, КК или КУ); SB – сумма баллов оцениваемого насаждения по группе

показателей; SM – максимально возможная сумма баллов по группе показателей.

**Таблица 1.** Система показателей для оценки РП насаждений лесов и лесопарков

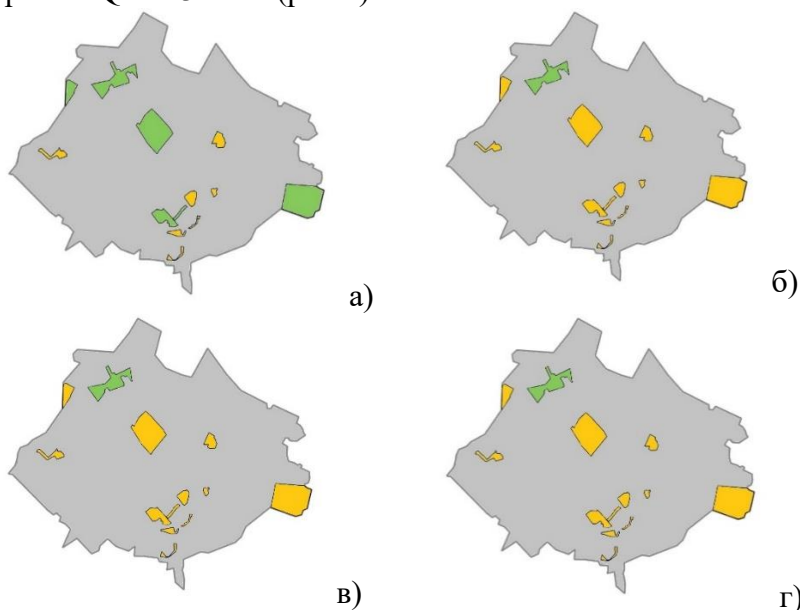
<b>Показатели по группам</b>		
<b>Привлекательность</b>	<b>Комфортность</b>	<b>Устойчивость</b>
Возраст древостоя	Рельеф	Рекреационная нарушенность (стадия дистрессии)
Породный состав насаждения	Влажность местообитания	Санитарное состояние (поврежденность вредителями/болезнями/пожарами)
Смещение пород	Состояние дорожно-тропиночной сети	Наличие подроста
Средняя высота древостоя	Доступность	Наличие подлеска
Вертикальная структура (ярусность)	Расстояние до водоема, имеющего рекреационное значение	Устойчивость нижних ярусов растительности
Горизонтальная структура (мозаичность)	Присутствие кровососущих и беспокоящих насекомых	Гранулометрический состав почвы
Декоративность		
Замусоренность/захламленность участка	Наличие шума	Уклон поверхности

Оценка полученных коэффициентов делалась по системе, состоящей из трех классов (таблица 2). Итоговая оценка насаждений делалась на основе полученных коэффициентов и представляет из себя определение класса рекреационной ценности (КРЦ), также три класса.

**Таблица 2.** Оценка качества насаждений по значению коэффициентов и КРЦ с легендой

Условное обозначение (цвет)	Значение коэффициента	Качество насаждений	КРЦ
красный	Менее 0,33	Низкое	3
желтый	0,34–0,66	Среднее	2
зеленый	0,67 и более	Высокое	1

Визуализация полученных результатов делалась в программе QGIS 3.24.1. (рис.2)



**Рис.2.** а) коэффициент привлекательности; б) коэффициент комфортности; в) коэффициент устойчивости г) класс рекреационной ценности

Привлекательность насаждений Сосенского находится на среднем уровне (близко к высокому), среднее значение коэффициента привлекательность для всех лесов и лесопарков  $K_{Пср} = 0,65$ . На территории Сосенского сохранились леса естественного происхождения с разнообразным природ-

ным составом и значительным возрастом. Например, в Хованской дубраве можно встретить 200-летние дубы. Наиболее высоко были оценены участки с большим видовым разнообразием, например, Культурный лес и Хованская дубрава, а также участки, в которых встретились цветущие и наиболее привлекательные виды растений, например в лесу за СНТ Филатов луг.

Комфортность насаждений Сосенского находится на среднем уровне, среднее значение коэффициента комфортности для лесов и лесопарков  $КК_{ср} = 0,62$ . В основном, баллы были снижены за состояние дорожно-тропиночной сети (на многих участках тропы очень узкие с большим количеством сорняков), а также из-за наличия кровососущих и других беспokoящих насекомых. В некоторых участках леса был снижен балл из-за отсутствия рекреационного водоема. В целом, леса легко доступны для местных жителей, так как располагаются среди жилых многоэтажных и малоэтажных застроек. Также в лесах наблюдается низкий уровень шума и спокойная обстановка. (рис.3)

Устойчивость насаждений также находится на среднем уровне, среднее значение коэффициента устойчивости для изученных лесов и лесопарков  $КУ_{ср} = 0,58$ . Это связано с тем, что в некоторых местах наблюдалась рекреационная нарушенность – вытопанные места, следы от кострищ. Также в некоторых местах отмечался редкий подлесок или подрост главных пород, поваленные деревья и нарушенное санитарное состояние отдельных видов деревьев и травяно-кустарничкового яруса. (рис.4)

На основе выполненного анализа все леса и лесопарки Сосенского были отнесены ко второму классу рекреационной ценности, кроме Хованской дубравы, которая была отнесена к первому классу. (рис.5)

В результате проведения следующих мероприятий можно повысить значения коэффициентов (КП, КК, КУ): создание и благоустройство дорожно-тропиночной сети, а также

благоустройство береговых линий, установка зон отдыха и (или) спортивных площадок, устранение сорняков (в основном, крапива двудомная, сныть обыкновенная, борщевик Сосновского), посадка декоративных и наиболее привлекательных видов, ликвидация мусора. Также хотим отметить, что необходимо постоянно проводить хозяйственные мероприятия для поддержания хорошего состояния лесов и лесопарков.

### *Литература*

1. Рысин С.Л. Рекреационный потенциал лесопарковых ландшафтов и методика его изучения // Лесохозяйственная информация. 2003. № 1. С. 17–27.

2. Рысин С.Л., Лепешкин Е.А. Опыт оценки рекреационного потенциала лесов на урбанизированных территориях. // Лесные экосистемы и урбанизация. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. С. 183–208.

3. Рысин С.Л., Кобяков А.В. Совершенствование методики оценки рекреационного потенциала лесов на урбанизированных территориях // Вопросы ландшафтной архитектуры. Научные труды. Вып. 369. М.: МГУЛ, 2014. С. 97–101.

***Savchenko E.A.***

***Scientific advisor: Parakhina E.A.***

## **ASSESSMENT OF RECREATIONAL POTENTIAL OF FORESTS AND FOREST PARKS OF SOSENSKY, MOSCOW**

*Peoples Friendship University of Russia, Russia*

The recreational potential of a forest is a measure of the possibility of the forest to perform recreational functions, due to its natural properties, as well as economic and organizational activities.

On the example of Sosensky (Moscow) described the experience of assessing the recreational potential of forests and forest parks in urbanized areas. Three groups of indicators were evaluated, and general recommendations for improving the recreational value of forest plantations were given.

*Слабоспицкая А.С.*

*Научный руководитель: к.б.н. Курбатова А.И.*

**ФАКТОРЫ, ПРЕПЯТСТВУЮЩИЕ РАЗВИТИЮ  
ЭКОНОМИКИ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА  
В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

*Российский университет дружбы народов, Россия*

[slabospickayaanastasia@gmail.com](mailto:slabospickayaanastasia@gmail.com)

Россия входит в число стран, где "циркулярная экономика" является одним из приоритетов экономики страны, а рыночная стоимость "циркулярной экономики" составляет 755,05 млрд долларов США. Но такая стратегия сталкивается с проблемами и барьерами, которые зависят от конкретной страны. Целью данного исследования был обзор состояния циркулярной экономики в РФ ради выявления препятствий и барьеров, мешающих стране достичь поставленных целей.

Согласно определению Фонда им. Эл. Макартур, мирового лидера в аналитике перехода к экономике замкнутого цикла, экономика замкнутого цикла (циклическая экономика) — это промышленная система, которая является восстановительной или регенеративной по замыслу и структуре [1].

Сегодня в РФ на практике концепция теории экономики замкнутого цикла (ЭЗЦ) не нашла широкого применения и находится на стадии внедрения. Существуют локальные примеры циркулярных моделей бизнеса на уровне микроэкономики, как проект Re:Books, сервис CUPS, магазины Charity Shop, сервис Eatme и многие другие но не на макроуровне.

Барьеры, которые препятствуют внедрению ЭЗЦ в РФ, можно разделить на следующие категории:

1. Экономические барьеры;
2. Барьеры знаний и осведомленности;
3. Административные и нормативные барьеры.

**Экономические барьеры.** По данным IFC [2], основным препятствием для развития индустрии отходов в России



является недостаточное финансирование мусороперерабатывающих предприятий. Ларченко и др. отмечают, что экономические барьеры, включая финансовую поддержку, на пути внедрения ЦЭ являются одними из препятствий [3,4].

В ЕС принцип расширенной ответственности производителя (РОП) стал важным инструментом, способствующим внедрению ЦЭ, в то время как в РФ РОП является одной из основ нового нормативного пакета по управлению твердыми отходами (УТО), находящимся на стадии внедрения [5].

Согласно ФЗ 89 от 2014 "Об отходах производства и потребления", РОП была введена в качестве финансового механизма для содействия переходу к ЦЭ. Но предложенная структура политики РОП имеет определенные недостатки [6]. Например, экологические сборы в рамках предложенной РОП для ПЭТ и бумаги намного ниже стоимости получения материалов, готовых к переработке, что препятствует финансовой устойчивости переработки таких ресурсов. Еще одна проблема, которая стоит на пути принятия РОП, - отсутствие широкого рынка вторичных материалов (РВМ). Но начиная с 2018, некоторые материалы, такие как металлолом, бумага, полимеры, и т. д., были запрещены к захоронению, но РВМ все еще находится на начальной стадии развития [7,8]. Необходимость участия всех заинтересованных сторон, включая источники образования ТО, госорганы, является основным фактором успешного внедрения РОП.

Создание экономических стимулов для предприятий к принятию инициатив в области ЦЭ снизит риски для таких предприятий при инвестировании в переработку, инфраструктуру восстановления и экотехнологии для замыкания цикла.

**Барьеры знаний и осведомленности.** Важным условием для институционализации подходов к устойчивому УТО, опирающемуся на принципы ЦЭ, являются квалифицированные кадры. Образовательные учреждения, в том числе высшего образования, стали проводниками изменений в области

устойчивого развития (УР) [8] и играют важную роль в повышении осведомленности потребителей и знаний в области ЦЭ [9,10]. Вузы, путем подготовки квалифицированных кадров, оказывают существенную помощь в создании критической массы экспертов, которые обеспечат переход к ЦЭ. С этой целью российские вузы стали включать в учебные программы (УП) аспекты ЦЭ (например, РУДН, Иркутский НИТУ, Пермский НИПУ). С целью объединения усилий для увеличения потенциала для подготовки кадров, в 2021 г. российский экологический оператор вместе с пятнадцатью вузами и ведущими компаниями, специализирующимися на УТО, создали консорциум. Также в рамках рабочей группы по РОП представители ведущих вузов, таких как РУДН и РАНХиГС, участвуют в продвижении ЦЭ в УП. Международные агентства, например GIZ, также играют решающую роль в усилиях по наращиванию потенциала.

Таким образом российская система образования может приобрести новый ориентир.

### **Административные и нормативные барьеры**

Среди всех барьеров, с которыми сталкиваются модели ЦЭ главный – отсутствие институциональной поддержки с соответствующей структурой, а также низкий уровень информированности уполномоченных лиц и общественности [3,11,12]. В своём исследовании Боговиз и др. предложили организационно-административную модель для внедрения ЭЗЦ в РФ [13]. Т.о., при создании данной модели была описана структурная иерархия со снижением уровня централизации и сторонней зависимости, где роль государства ограничивается созданием компетентных нормативных актов, стандартов и т. п., а также аудитом за их соблюдением. Для продвижения концепции ЭЗЦ на уровне макроэкономики, правительство также может применять такие финансовые механизмы среди производителей с бизнес-моделью в концепции ЦЭ, как налоговые льготы, налоговые скидки, дотации, субсидии, субвенция и т. п.

Таким образом, в РФ концепция ЭЗЦ не нашла широкого применения на сегодняшний день, и находится на стадии внедрения. С финансовой точки зрения переход к ЦЭ приводит к высоким инвестиционным затратам и длительному периоду окупаемости. Средства для ликвидации отходов не являются целевыми, что влечет за собой необходимость создания системы РОП. Университеты РФ находятся на данный момент в благоприятном положении, чтобы возглавить процесс наращивания потенциала в учреждениях, участвующих в реализации стратегий ЦЭ. Такие усилия по наращиванию потенциала должны осуществляться в более тесном сотрудничестве с промышленностью и госорганами.

### *Литература*

1. Towards the Circular Economy Vol.1. Economic and business rationale for an accelerated transition. // Ellen MacArthur Foundation.

2. IFC. Waste in Russia: Garbage or Valuable Resource? Scenarios for Developing the Municipal Solid Waste Management Sector, International Finance Corporation, World Bank. 2014.

3. Ларченко Л., Паранина А., Кулачинская А., Кураמיшина Л. Возможности и проблемы перехода к модели ЦЭ в российских регионах. Возможности и проблемы перехода к модели ЦЭ в российских регионах. // ICEPP Springer Nature: Cham, Switzerland, 2022. Volume 190. P. 291–297.57;

4. Pouikil K. Concretising the role of extended producer responsibility in EU waste law and policy through the lens of the circular economy. // ERA Forum 2020. V. 20. P.491–508. 9

5. Ярославцев Д.А., Чекалин В.С., Любарская М.А. Роль информации и автоматизации в повышении эффективности функционирования ЭПП в РФ. //Adv. Econ. Bus. Manag. Res. 2019. V.47. 933–937;

6. Путинцева Н., Ким О., Воронина Е., Фугалевич Е., Михайлова М., Ушакова Е. Внедрение инновационных технологий. -как фактор развития отрасли управления отходами в РФ. //Proc. IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. 2020. V.940. 012024.

7. Ярославцев Д.А., Чекалин В.С., Любарская М.А. Роль информации и автоматизации в повышении эффективности

функционирования ЭПП в РФ. //Adv. Econ. Bus. Manag. Res. 2019. V.47. 933–937.

8. *Abu Qdais H., Saadeh O., Al-Widyan M., Al-tal R., Abu-Dalo M.* Environmental sustainability features in large university campuses: Jordan Uni of Science and Technology as a model of green uni. // Int. J. Sustain. High. Educ. 2019 V.20. P.214–228.

9. *Qu D., Shevchenko T., Saidani M.; Xia Y., Ladyka Y.* Transition towards a circular economy: The role of university assets in the implementation of a new model. //Detritus. 2021. V.17. P.3–14.

10. Salas, D.A.; Criollo, P.; Ramirez, A.D. The Role of Higher Education Institutions in the Implementation of Circular Economy in Latin America. Sustainability 2021, 13, 9805.

11. *Гаджиев Н.Г., Мурзак Н.А., Митенкова А.Е., Скрипкина О.В., Коноваленко С.А.* Проблемы развития ЦЭ как фактора УР РФ. Экономике как фактора УР РФ. Южно-Росс. //Ecol. Dev. 2020. V.15 P.155–164.

12. *Ratner S., Lazanyuk I., Revinova S., Gomonov K.* Barriers of consumer behavior for the development of the circular economy: Empirical evidence from Russia. // Appl. Sci. 2021. V.11. 46.

13. *Любарская М.А., Путинцева Н.А.* Роль рынка ВР в развитии механизма РОП в РФ. Роль рынка ВР в развитии механизма РОП в РФ. // ИОР Conf. Ser. Earth Environ. Sci. 2021. V.938. P.012014.

*Anastasia Slabospitskaya*

*Scientific advisor:*

**FACTORS HINDERING THE DEVELOPMENT  
OF CLOSED-LOOP ECONOMY IN THE RUSSIAN  
FEDERATION**

*Peoples Friendship University of Russia*

Russia is one of the countries, where "circular economy" is one of the priorities of the country's economy and the market value of "circular economy" is 755,05 billion USD. But such a strategy faces country-specific challenges and barriers. The purpose of this study was to review the state of the circular economy in the Russian Federation for the sake of identifying obstacles and barriers that prevent the country from achieving its goals.

**Смирнов А.А.<sup>1,2</sup>, Хованский И.Е.<sup>3</sup>, Чекалдин Ю.Н.<sup>4</sup>**  
**АНТРОПОГЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В РЕЧНЫХ**  
**ИХТИОЦЕНОЗАХ В СВЯЗИ СО СТРОИТЕЛЬСТВОМ**  
**ГЭС И ОБРАЗОВАНИЕМ ВОДОХРАНИЛИЩ**

<sup>1</sup>*Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, Россия*

<sup>2</sup>*Северо-Восточный государственный университет, Россия*

<sup>3</sup>*Межрегиональная общественная организация «Социально-Прогрессивный Альянс научно-теоретического и практического содействия социально-экономическому и культурному росту регионов «Рост Регионов», Россия*

<sup>4</sup>*Охотский филиал Главрыбвода, Россия*

[andrsmir@mail.ru](mailto:andrsmir@mail.ru), [ikhovansky@mail.ru](mailto:ikhovansky@mail.ru), [magchek@mail.ru](mailto:magchek@mail.ru)

На многих реках России имеются или строятся ГЭС, при этом образуются водохранилища. Их создание приводит к изменению условий среды и влияет на ихтиоценозы. В связи с разработкой проектов строительства новых ГЭС выполнен анализ изменений, произошедших в ихтиофауне существующих водохранилищ Дальнего Востока. Для сохранности водных экосистем рекомендуется: расширить сеть особо охранных территорий и участков водотоков, где сохраняются условия воспроизводства рыб; разработать и реализовать программы искусственного воспроизводства ценных видов рыб; придать краснокнижный статус и особую охрану видам, находящиеся под угрозой исчезновения

На многих реках России имеются или строятся ГЭС, в связи с чем образуются водохранилища. Создание водохранилищ приводит к изменению гидрологических, гидрохимических и гидробиологических условий среды, что вызывает трансформацию водных сообществ [1, 2, 3]. В связи с этим актуальным является проведение комплексного анализа происходящих изменений, с целью минимизации негативного антропогенного влияния и осуществления эффективных восстановительных мероприятий.

В настоящее время разрабатывается проект строительства Нижне-Ниманской ГЭС (Хабаровский край, Верхнебуреинск-

кий район). Опыт крупного гидростроительства уже имеется на Дальнем Востоке. На р. Вилюй в Якутии был сооружен Вилюйский каскад ГЭС, включающий Вилюйскую ГЭС (первая ступень) и Светлинскую ГЭС (вторая ступень). Плотиной Вилюйской ГЭС было образовано Вилюйское водохранилище. На р. Колыма в Магаданской области построен Колымский каскад ГЭС, включающий Колымскую ГЭС (первая ступень) и Усть-Среднеканскую ГЭС (вторая ступень). Образованы Колымское и Усть-Среднеканское водохранилища.

В бассейне Амура сооружены Зейская ГЭС и Бурейский каскад ГЭС (верхняя ступень – Бурейская ГЭС, нижняя – Нижне-Бурейская ГЭС). Образованы Зейское и Бурейское водохранилища.

Прорабатывается программа строительства дополнительных ГЭС, регулирующих притоки в бассейне Амура: Шилкинской ГЭС, Гилойской ГЭС, Нижне-Ниманской ГЭС, по две станции на Селемдже и Большой Уссурке. Кроме этого, возможно строительство Нижне-Зейской ГЭС, контррегулятора более крупной Зейской станции [4].

Зарегулирование стока рек может оказывать существенное влияние на условия обитания и воспроизводства рыб [5, 6]. Сокращаются или полностью уничтожаются места нереста и нагула рыб, плотины преграждают рыбам проход вверх по реке. Изменение гидрологического режима, санитарные и неплановые пуски воды ухудшают условия развития икры и молоди на значительном протяжении зоны воздействия ГЭС. В результате происходит сокращение прежнего видового разнообразия. Например, ихтиофауна Вилюйского водохранилища сократилась с 26 видов, ранее обитавших в р. Вилюй, до 19 [1]. В бассейне Верхней Зеи ранее обитало 38 видов рыб, в настоящее время в Зейском водохранилище – 26 [7]. Из бассейна исчезли ценные осетровые (калуга и амурский осетр) и лососевые (кета) виды рыб, а реофильные виды (хариус, ленки, таймень и др.) были вытеснены в притоки водохранилища. Ввиду ухудшения условий

нереста исчезли пелагофильные виды рыб (крупночешуйный желтопер, уссурийская востробрюшка и др.). Данная тенденция прогнозировалась и для Бурейского водохранилища, где ранее в бассейне реки обитали 26 видов костистых рыб и один вид миног [8].

Зарегулирование речного стока р. Вилюй внесло существенные изменения в экосистемы: основные нерестовые площади чира, сига и тугуна ушли глубоко под воду [1].

В верхнем и среднем течении реки Колыма ранее была значительна доля таких ценных рыб, как нельма, сиг-пыжьян, обыкновенный валёк, чир, пелядь. В уловах рыбаков-любителей их доля доходила до 15%. В настоящее время на акватории образовавшихся Колымского и Усть-Среднеканского водохранилищ доминируют менее ценные промысловые виды: речной окунь, сибирский чукучан, обыкновенная щука, тонкохвостый налим. Их доля в уловах составляет около 70%, а указанные выше ценные виды встречаются единично [9]. Ранние и нерегулярные сбросы воды приводят к изменениям температурного режима, вплоть до аномально низких температур воды в реке в июне-июле (не более 14°C), что вызывает у отдельных особей даже пропуск нереста. Кроме того, во время сбросов воды значительная часть отложенной икры погибает. Такой гидрологический режим отрицательно сказывается на воспроизводстве рыб Колымы [10]. Колымская популяция нельмы ввиду низкой численности занесена в Красную книгу Магаданской области [11]. Ее восстановление без искусственного воспроизводства проблематично [12].

До зарегулирования стока реки Зея из промысловых видов в уловах доминировали как озерно-речные (карась серебряный, амурская щука, амурский язь), так и речные виды рыб (ленок и таймень). С созданием водохранилища группу доминантов составляют только озерно-речные рыбы [7].

Очевидно, что необходимо проводить мероприятия по компенсации непредотвращаемого ущерба водным биоре-

сурсам, который возникает в результате хозяйственной деятельности, прежде всего, путем искусственного воспроизводства. Это снизит вред, наносимый плотинами ГЭС ихтиофауне водохранилищ, и поддержит рыбопродуктивность на относительно высоком уровне [9], но необходимо тщательно подходить к качеству рыбопосадочного материала, повышая жизнестойкость молоди за счет дополнительного искусственного подращивания.

В целом существующие водохранилища – это водоемы, требующие мероприятий по увеличению их рыбохозяйственного значения. Например, колымские водохранилища перспективны в плане искусственного воспроизводства сиговых [9]. Перспективным объектом для пастбищного выращивания в Зейском водохранилище является байкальский омуль; рекомендуется также зарыбление водоема молодь амурской щуки, естественное воспроизводство которой осложнено нестабильным уровневый режимом [7]. На Бурейском водохранилище рекомендуется комплекс мероприятий, направленных на поддержание численности амурской щуки (создание искусственных нерестилищ или строительство рыбоводного хозяйства), а также расширение сети особо охраняемых территорий [8].

При разработке новых проектов гидростроительства, в том числе и указанной выше Нижне-Ниманской ГЭС, необходимо проводить тщательное изучение и прогнозирование складывающихся новых экологических условий, с учетом накопленного опыта, в и совокупности всех факторов, определяющих проектную целесообразность. В бассейне реки Бурей необходимо: расширить сеть особо охранных территорий и участков водотоков, где сохраняются условия воспроизводства рыб; разработать и реализовать программы искусственного воспроизводства ценных видов ихтиофауны с обязательной возможностью подращивания молоди до жизнестойких стадий; придать краснокнижный статус и особую охрану видам, находящиеся под угрозой исчезновения.



## Литература

1. *Тяптыргянов М.М.* Влияние каскада Виллойской ГЭС на популяции рыб бассейна реки Вилой // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. 2015. № 4 (48). С. 27-34.

2. *Гетманенко В.А., Губанов Е.П., Изергин Л.В.* Оценка влияния зарегулирования рек на сохранение и воспроизводство ресурсов Азовского моря // Труды южного научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии. Керчь. 2010. Т. 48. С. 52-58.

3. *Чекалдин Ю.Н.* Влияние гидрологических условий Усть-Среднеканского водохранилища на запасы водных биоресурсов реки Колыма // Вопросы рыболовства. 2018. Т. 19. № 1. С. 73-81. «*Наши планы останутся без изменений*». Интервью с Е.В. Додом, журнал Эксперт. 11.11.2013. Режим доступа: <http://www.rushydro.ru/press/interview/89225.html>. Дата обращения: 08.02.2022

4. *Шкура В.Н.* Влияние регулирования стока на режим половодья и эффективность естественного воспроизводства рыб в речных бассейнах // Природообустройство. 2011. № 4. С. 47-51.

5. *Жезмер В.Б., Бубер А.Л.* Соответствие современных показателей гидроэкологического режима низовьев Волги основным требованиям нерестового цикла рыб Волго-Каспийского рыбопромыслового подрайона // Природообустройство. 2018. № 5. С. 21-29.

6. *Коцюк Д.В.* Формирование ихтиофауны Зейского водохранилища: ретроспективный анализ и современное состояние. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток, 2009.

7. *Антонов А.Л.* Ихтиофауна верхней части бассейна р. Бурея // Вестник ДВО РАН. 2007. № 3. С. 49-59.

8. *Чекалдин Ю.Н., Смирнов А.А.* Влияние ГЭС и водохранилищ на реке Колыме в пределах Магаданской области на водную фауну // Материалы XX международной научной конференции «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей». Петропавловск-Камчатский: Камчатскпресс, 2019. С.287-289.

9. *Чекалдин Ю.Н., Смирнов А.А.* Особенности размножения чукучана *Catostomus catostomus rostratus* (Tilesius, 1814) верхнего

и среднего течения реки Колымы // Материалы XVIII международной научной конференции «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей». Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2017. С. 480-482.

10. Красная книга Магаданской области: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов / отв. ред. М.Г. Хорева, Н.Е. Докучаев. (2-е изд.). Магадан: Охотник. 2019.

11. *Konocov A.E., Smirnov A.A.* Биология нельмы *Stenodus leucichthys nelma* (Coregonidae) среднего течения реки Колыма в границах Магаданской области // Вопросы рыболовства. 2017. Т. 18. № 2. С. 163-175.

***A.A. Smirnov<sup>1,2</sup>, I.E. Khovansky<sup>3</sup>, Yu.N. Chekaldin<sup>4</sup>***  
**ANTHROPOGENIC CHANGES IN RIVER  
ICHTHYOCENOSES DUE TO THE CONSTRUCTION  
OF HYDROELECTRIC POWER PLANTS  
AND THE FORMATION OF RESERVOIRS**

<sup>1</sup>*Russian federal research institute of fisheries and oceanography*

<sup>2</sup>*North-Eastern State University, Russia*

<sup>3</sup>*Interregional Public Organization «Socially Progressive Alliance of Scientific, Theoretical and Practical Assistance to the Socio-Economic and Cultural Rising of Regions «Rising of Regions», Russia*

<sup>4</sup>*Okhotsky branch of Glavrybvod, Russia*

Hydroelectric power plants are available or under construction on many rivers of Russia, in connection with which reservoirs are formed.

Their creation leads to changes in various environmental conditions and affects ichthyocenoses. In connection with the development of projects for the construction of new hydroelectric power plants, an analysis of the changes that have occurred in the ichthyofauna of existing reservoirs in the Far East has been carried out.

For the preservation of aquatic ecosystems, it is recommended to:

expand the network of specially protected areas and sections

of watercourses where fish reproduction conditions are preserved;

develop and implement programs for the artificial reproduction

of valuable fish species; give red Book status and special protection

to endangered species.

*Ткаченко С.В., Смирнова Т.В.*  
**ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ЖЕСТОВ РУКИ  
ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ  
КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ**

*Международный государственный экологический институт им.  
А.Д. Сахарова БГУ, Беларусь*

Предложена технология создания и функционирования компонента дополненной реальности с использованием системы компьютерного зрения. Решение используется для отслеживания движения руки по ключевым точкам руки с распознаванием жестов.

Технологии виртуальной и дополненной реальности и программные продукты на их основе являются наиболее востребованными и перспективными для применения в игровой индустрии, образовании, визуализации макетов объектов, медицине. Дополненная реальность (AR) – это комплексная технология, позволяющая в режиме реального времени объединять поступающую информацию с 3D-объектами реального мира в форме текста, графики, аудио и других представлений. Информация предоставляется пользователю с использованием различных источников, включая смартфон. Технологии дополненной реальности позволяют создавать удобные интерфейсы, понимающие движения рук, расширить пользовательское взаимодействие с окружающей средой.

Актуальность работы обусловлена необходимостью решения практических задач высокоскоростной обработки изображений на базе мобильных аппаратно-программных комплексов, так как XXI век является эпохой автоматизации, что позволяет минимизировать вовлечение человека в работу на опасном производстве – проводить работу в условиях, не угрожающих жизни. Однако они не исключают нахождения человека на безопасном для него расстоянии – механическая руки/манипулятор. Также важно отметить, что в ситуации

с манипулятором человек обязан иметь прямую визуальную связь с рабочим объектом, обязан «ощущать» объект, с которым работает.

Представленная технология является средством дополненной реальности, она позволит выполнять работы на значительном расстоянии от объекта, «видеть» все необходимые нюансы для работы, ощущать, передаваемые действия.

В простых системах компьютерного зрения (CV) обычно требуется получить информацию из источников в виде цифровых данных. На основе этих данных производится анализ изображения для извлечения нужной информации.

В системах обработки изображений CV используют ряд методов, которые имитируют процесс распознавания и анализа. К ним относятся машинное обучение, системы глубокого обучения, искусственные нейросети.

Для решения задач компьютерного зрения используют следующие подходы [1]: контурный анализ; поиск по шаблону; сопоставление по ключевым точкам; совмещение данных.

Самый распространённый метод распознавания объектов при помощи CV – поиск соответствия шаблонам изображений, позволяющее определить наличие заданного объекта на изображении и его местоположение. Основные виды поиска по шаблону: простое соответствие, соответствие по характерным чертам, корреляция между шаблоном и оригиналом по метрике подобия.

Глубокое обучение в системах CV может быть полезно в задачах, когда базовый элемент не несет большого смыслового значения, однако комбинация таких элементов содержит полезную информацию. Системы глубокого обучения могут извлекать такие полезные комбинации без вмешательства человека [2]. В качестве базовых объектов обучения используются искусственные нейронные сети.

Наборы характерных черт для обработки изображений в CV могут представлять собой элементы изображения:

точки, края, линии или границы объектов. Другие примеры характерных черт – движение в последовательности изображений; формы, представленные в виде кривых между областями изображения. Такие объекты нельзя обнаружить с помощью сопоставления или поиска по шаблону.

Один из популярных методов распознавания объектов вне шаблонов – фотограмметрия, создания 3D-моделей из нескольких изображений одного объекта. Фотограмметрия используется в области охраны окружающей среды: изучение ледников и снежного покрова, исследование процессов эрозии почв, наблюдение за изменениями растительного покрова [3].

Цветовое CV используется при сортировке отработанных материалов, идентификации деталей и запчастей, инспекции медицинских препаратов и врачебной диагностике.

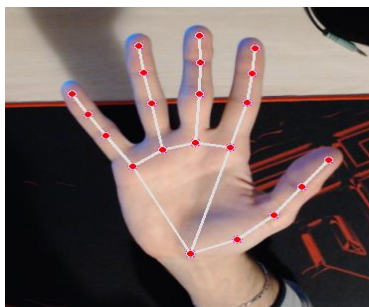
Дополненная реальность – это среда, в реальном времени дополняющая физический мир цифровыми данными с помощью каких-либо устройств. В дополненной реальности виртуальные объекты проецируются на реальное окружение. В рамках технологии AR важной частью является разработка технологии захвата движения и фотограмметрии. Существующие решения, например, система распознавания жестов 3DiVi, разработанная ООО 3divi.com, являются коммерческими продуктами, оптимизированными для процессоров на базе ARM, требующими больших вычислительных ресурсов для работы в реальном времени [4].

Обнаружение ключевых точек руки – это процесс обнаружения суставов и кончиков пальцев на заданном изображении. Для поиска ключевых точек можно использовать фреймворк MediaPipe от Google для создания конвейеров искусственного интеллекта при быстрой обработке мультимедиа.

MediaPipe использует модель обнаружения границ ладони, и точной локализации ключевой точки 21 координаты ладони в области руки. Ключевые точки позволяют

восстановить полную модель кисти в 3D-пространстве по ее входному изображению.

Далее выделенная область ладони подается на вход модели, определяющей ориентир руки, и в результате работы программного модуля получается набор высокоточных трехмерных ключевых точек руки (Рис.1)



**Рис.1.** Ключевые точки реальной кисти

Зная точные значения координат  $(x, y)$  каждой из ключевых точек в их текущем положении, заносим их в массив. Вся обработка реализуется в виде программного модуля, результаты используются для построения различных моделей [5].

Для создания прототипа, способного регулировать звук, использовалась платформа MediaPipe. Распознавались 4 жеста руки: движения вверх, вниз, влево, вправо. Основные взаимодействия с системой CV происходили на расстоянии  $l=500$  мм от камеры. Расстояние было выбрано и отрегулировано для возможности полного разжимания пальцев руки для выставления громкости на уровень 100%.

При приближении руки к камере ( $l < 500$  мм) действий по разжиманию пальцев руки требуется меньше, что позволило быстрее, но с меньшей точностью регулировать звук. При расстоянии более 500 мм при полном разжимании пальцев не удастся произвести регулировку звука на уровень 100%

Для управления компьютерной мышью также была взята

за основу библиотека MediaPipe. Сами этапы по управлению компьютерной мышью выглядят следующим образом: поиск ключевых точек на руке; получение 3D-координат точек; определение управляющих пальцев; соотношение координат рабочего стола и предоставленной области; передвижение компьютерной мыши; обработка нажатий.

Таким образом, в работе предложена модель манипулятора, воспроизводящая жесты человеческой руки, и алгоритм работы по автоматическому выделению объекта и сопровождению его действий. Такой манипулятор позволяет на порядок снизить количество действий, при управлении объектом и служить экологичной заменой многим манипуляторам.

#### *Литература*

1. *Бринк Хенрик, Ричардс Джозеф, Феверолф Марк.* Машинное обучение. СПб.: Питер, 2018.
2. *Redmon J., Divvala S., Girshick R., Farhadi A.* You only look once: Unified, real-time object detection //Proc. of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. 2016. P.779-788.
3. *Содем Я.Э.* Программирование компьютерного зрения на языке Python. ДМК Пресс, 2016
4. *Гарсия Г.Б., Энано Н.В., Суарес О.Д. и др.* Обработка изображений с помощью OpenCV. ДМК Пресс, 2016
5. *Прохоренок Н.* OpenCV и Java. Обработка изображений и компьютерное зрение. Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2018

*S. Tkachenko, T. Smirnova*

### **SOFTWARE IMPLEMENTATION OF HAND GESTURES FOR CONTROL USING COMPUTER VISION**

*International A. Sakharov Environmental Institute  
at the Belarussian State University, Belarus*

A technology for the creation and operation of an augmented reality component using a computer vision system is proposed. The solution is used to track the movement of the hand along the key points of the hand with gesture recognition

**Федорченко Л.Ю., Бобкова А.А., Никифоров А.И.**  
**РЕВАЙЛДИНГ В МЕГАПОЛИСАХ:**  
**ОТ КОНЦЕПЦИИ К РЕАЛИЗАЦИИ**

*Московский государственный институт международных  
отношений (МГИМО) МИД Российской Федерации*  
[leofedorchenko@icloud.com](mailto:leofedorchenko@icloud.com), [hosanianig@gmail.com](mailto:hosanianig@gmail.com)

В работе рассмотрена концепция ревайлдинга в мегаполисах; обсуждаются положительные и отрицательные экологические эффекты осуществления трансформации урбосеносов в рамках ревайлдинга; представлен аналитический обзор имеющихся методик и вариантов ревайлдинга в различных мегаполисах мира.

Расширение городских агломераций и сопутствующее нарастание остроты экологических проблем требуют особого внимания к обеспечению комфортной городской среды. Одним из путей решения этой проблемы является создание в мегаполисе экологического каркаса, образованного квази-естественными биоценозами, создаваемыми в рамках применения концепции ревайлдинга. Важной экосистемной характеристикой подобных сообществ является их более высокая поглощающая способность в отношении парниковых газов.

Ревайлдинг – перспективная концепция повышения экосистемной устойчивости городских сообществ, что весьма актуально, поскольку (по прогнозам ООН) к 2050 году более 70% населения нашей планеты будет проживать на урбанизированных территориях [1]. Ревайлдинг имеет три категории целей: экономические, социальные и экологические. Основной экологической целью ревайлдинга является преобразование городов в устойчивые сообщества с минимальной эмиссией парниковых газов и возможностью предоставления ряда экосистемных услуг [2], [3]. Социо-экономические изменения городской среды также являются одной из целей ревайлдинга – поскольку благодаря увеличению продолжительности контактов с природной средой происходит положительное воздействие на ментальное и физическое здоровье людей: снижается стресс и улучшается работа иммунной сис-



темы [4]. Экономическая составляющая ревайлдинга заключается в том, что он помогает экономить средства городских парковых служб в долгосрочной перспективе – поскольку при развитии проекта территория становится не только более устойчивой, но и способной к саморегуляции. Существует 4 основных подхода в ревайлдинге: историко-биомный, трофический, экологический и пассивный. Подходы различаются между собой по степени вмешательства человека в процессы восстановления экосистем [5]. Суть историко-биомного подхода заключается в восстановлении на конкретной территории специфических ландшафтно-фитоценологических комплексов путем реинтродукции реликтовых видов мегафауны. Трофический подход заключается в реинтродукции ряда видов для восстановления антропогенно-нарушенных трофических цепей. Экологический ревайлдинг, являясь наиболее распространённым и широко применяемым методом ревайлдинга, подразумевает применение элементов управления процессами естественных сукцессионных трансформаций биоценозов. Пассивный ревайлдинг подразумевает отсутствие антропогенной деятельности и развитие процессов сукцессии на конкретной территории [5].

Вариантами применения ревайлдинга в контексте городской среды являются такие проекты, как: озеленение крыш и фасадов; использование обочин дорог для создания фито-сообществ, являющихся экологическими «коридорами». Это повышает экосистемную ценность городской территории [3].

Однако, несмотря на массу положительных эффектов, ревайлдинг может быть причиной ряда негативных последствий для человека: учащение случаев поллинозов, затенение зданий, снижение атмосферного рассеивания поллютантов [6]. Существует и опасность нападения на человека диких животных, заселенных для восстановления экосистем [7].

Проекты по ревайлдингу в пределах мегаполисов реализуются практически во всех климатических зонах. В работе приводятся примеры успешных практик, реализованных

в Сиднее, Сингапуре и Харбине. К сожалению, в России концепция ревайлдинга практически не применяется. Высказано мнение, что в ближайшие годы ревайлдинг может получить определённое распространение только в самых крупных городах страны.

### *Литература*

1. *United Nations*. World population prospects 2019: department of economic and social Affairs. World Population Prospects 2019.

2. *Beatley T.* Handbook of biophilic city planning & design. Island Press, 2016.

3. *Catalano C. et al.* Urban Services to Ecosystems. Springer International Publishing, 2021.

4. *Linder N. et al.* Pro-environmental habits: An underexplored research agenda in sustainability science //Ambio. 2022. Т. 51. №. 3. С. 546-556.

5. *Corlett R. T.* Restoration, reintroduction, and rewilding in a changing world //Trends in ecology & evolution. 2016. Т. 31. №. 6. С.453-462.

6. *Nowak D. J., Ogren T. L.* Variations in urban forest allergy potential among cities and land uses //Urban Forestry & Urban Greening. 2021. Т. 63. С. 127224.

7. *Stronen A. V., Iacolina L., Ruiz-Gonzalez A.* Rewilding and conservation genomics: how developments in (re) colonization ecology and genomics can offer mutual benefits for understanding contemporary evolution //Global Ecology and Conservation. 2019. Т.17. С. e00502.

### ***Fedorchenko Leonid, Bobkova Arina, Nikiforov Andrey*** **REWILDING IN MEGACITIES: FROM CONCEPT TO IMPLEMENTATION**

*Moscow State Institute of International Relations (University), Russia*

The paper examines the concept of rewilding in megacities; it discusses positive and negative environmental effects of transforming urban environments within rewilding; presents an analytical review of available techniques and options for rewilding in various megacities around the world.

*Харламова М.Д., Баятина А.А., Ельцова Е.А.*  
**РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ  
К УСТАНОВЛЕНИЮ СРОКОВ И ЭТАПОВ  
ПРОВЕДЕНИЯ КВОТИРОВАНИЯ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ПРОЕКТА “ЧИСТЫЙ ВОЗДУХ”**

*Российский университет дружбы народов, Россия*  
[arinabayutina@gmail.com](mailto:arinabayutina@gmail.com), [katyde000@gmail.com](mailto:katyde000@gmail.com)

Институту ФГБУ ВНИИ “Экология” поручено сопровождение федерального проекта “Чистый воздух”. Суть проекта заключается в квотировании выбросов промышленных объектов, автотранспорта и автономных источников теплоснабжения, расположенных в двенадцати пилотных городах-участников эксперимента. Для определения сроков и этапов реализации эксперимента предложена расчетная формула, показывающая полный временной цикл проведения эксперимента.

Атмосферный воздух является жизненно важным компонентом окружающей среды, неотъемлемой частью среды обитания человека, растений и животных. Атмосферный воздух, как и окружающая среда в целом, в городах и на прилегающих к ним территориях, где проживает 74% населения страны, как отмечается в Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года [1, 2], «подвергается существенному негативному воздействию, источниками которого являются объекты промышленности, энергетики и транспорта, а также объекты капитального строительства». В соответствии с п. 2 ст. 69 Федерального закона от 10.01.2002 №7-ФЗ «Об охране окружающей среды» [3] государственный учет выбросов вредных загрязняющих веществ в атмосферный воздух является частью государственного учета объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду.

Во исполнение Указов Президента РФ [1, 4, 5], в соответствии с Федеральным законом от 26 июля 2019 года №

195 "О проведении эксперимента по квотированию выбросов загрязняющих веществ и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части снижения загрязнения атмосферного воздуха" [6], на территории Российской Федерации проводится эксперимент по квотированию выбросов. В рамках данного эксперимента, утвержден перечень из 12 пилотных городов (Братск, Красноярск, Липецк, Магнитогорск, Медногорск, Нижний Тагил, Новокузнецк, Норильск, Омск, Челябинск, Череповец и Чита), под кураторством и по заданию Росприроднадзора, по каждому из которых проведены сводные расчеты загрязнения атмосферы, сформированы электронные базы данных с информацией о параметрах выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и их источников, так называемыми «источниками загрязнения атмосферы» (объекты промышленности, автомобильный транспорт, автономные источники теплоснабжения). В настоящее время, утверждены перечни приоритетных загрязняющих веществ, утверждены перечни квотируемых объектов, рассчитаны и доведены до пилотных предприятий допустимые вклады в концентрации.

Предприятиями производится расчет предложений по квотам выбросов. С учетом ожидаемого утверждения расширенного перечня пилотных городов, участвующих в эксперименте, требуется разработка порядка, устанавливающего очередность и сроки выполнения каждого из этапов эксперимента по квотированию. В настоящий момент, разработкой методических подходов к установлению сроков и этапов эксперимента занимается ФГБУ ВНИИ "Экология".

Целью федерального проекта «Чистый воздух» в рамках реализации национального проекта «Экология» является кардинальное снижение уровня загрязнения атмосферного воздуха в крупных промышленных центрах, в том числе уменьшение не менее чем на 20 процентов совокупного объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферный

воздух в наиболее загрязненных городах.

В качестве расчетно-аналитической площадки для оценки эффективности проведения эксперимента по квотированию (критерии эффективности эксперимента) предложено проведение сводных расчетов загрязнения атмосферы и действующая система квотирования выбросов, позволяющие посредством расчетного моделирования полей приземных концентраций оценить концентрации и допустимые вклады приоритетных атмосферных загрязнителей в контрольных точках пилотных городов – участников эксперимента по квотированию (Братск, Красноярск, Липецк, Магнитогорск, Медногорск, Нижний Тагил, Новокузнецк, Норильск, Омск, Челябинск, Череповец, Чита).

В соответствии с ФЗ № 195 от 26.07.2019 эксперимент должен реализовываться поэтапно в следующем порядке:

- разработка сводных расчётов рассеивания выбросов в атмосферу;
- формирование перечня приоритетных загрязняющих веществ, по которым должно осуществляться квотирование;
- формирование перечня квотируемых объектов;
- определение допустимых вкладов в концентрацию в контрольных точках;
- определение квот выбросов для квотируемых объектов, которые обеспечат соблюдение допустимых вкладов;
- формирование перечня мероприятий для достижения квот и/или перечня компенсационных мероприятий.

Для определения полного временного цикла проведения эксперимента с учетом расширения перечня пилотных городов предлагается следующий порядок:

$$T_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^n \left( \frac{T_{\text{гор}} + T_{\text{сводн}} + T_{\text{пзв}} + T_{\text{квот}} + T_{\text{кт}} + T_{\text{согл}} + T_{\text{форм}}}{C_{\text{рег}} + C_{\text{гл}}} \right) * K \quad (1)$$

где: n – количество пилотных городов в проекте;

$T_{\text{гор}}$  – временные затраты на формирование и утверждение расширенного перечня пилотных городов (раб.дней);

Ткт - временные затраты на формирование и утверждение перечня контрольных точек (раб.дней);

Тсводн – временные затраты на проведение сводных расчетов (раб.дней);

Тпзв – временные затраты на формирование и утверждение перечня приоритетных загрязняющих веществ (раб.дней);

Тквот – временные затраты на формирование и утверждение перечня котируемых объектов (раб.дней);

Тсогл – временные затраты на согласование баз данных и учета источников (раб.дней);

Тформ – временные затраты на формирование таблиц полученных результатов (раб.дней);

К – коэффициент трудоемкости выполняемых работ (учет степени вовлеченности и оснащенности коллектива исполнителей);

Срег – количество сотрудников, находящихся в регионах (чел.);

Сгл – количество сотрудников, находящихся в главном расчетном центре (чел.).

$$K = \frac{B}{O_k} \quad (2)$$

где:

В – нормативное время выполнения работы (раб.дней);

Ок – объем работы в единицах времени (раб.дней).

Таким образом, с учетом всех временных затрат на каждом этапе эксперимента, возможно рассчитать полный цикл проведения эксперимента по котируванию.

### *Литература*

1. Указ Президента РФ от 19 апреля 2017 г. № 176 «О стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года»

2. Федеральный закон от 04.05.1999 N 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» (ред. от 11.06.2021)

3. Федеральный закон от 10.01.2002 №7-ФЗ (ред. от

02.07.2021) «Об охране окружающей среды»

4. Указ Президента РФ от 07.05.2018 г. № 204 (ред. от 21.07.2020) «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года»

5. Указ Президента РФ от 21.07.2020 N 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года»

6. Федеральный закон от 26.07.2019 N 195-ФЗ (ред. от 11.06.2021) «О проведении эксперимента по квотированию выбросов загрязняющих веществ и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части снижения загрязнения атмосферного воздуха»

*Kharlamova M.D., Bayutina A.A., Eltsova E.A.*  
**DEVELOPMENT OF METHODOLOGICAL  
APPROACHES TO ESTABLISHING THE TERMS  
AND STAGES OF THE FEDERAL PROJECT  
"CLEAN AIR" QUOTAS**

*Peoples Friendship University of Russia, Russia*

FGBU VNII "Ecology" is assigned to support the federal project "Clean Air". The essence of the project is to quota emissions from industrial facilities, vehicles and autonomous heat supply sources located in 12 pilot cities participating in the experiment. To determine the timing and stages of implementation of the experiment, a calculation formula showing the full time cycle of the experiment is proposed.

*Хованский И.Е.<sup>1</sup>, Смирнов А.А.<sup>2,3</sup>*

## **ПУТИ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ РЕЧНОГО И ОЗЕРНОГО ФОНДА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА**

*<sup>1</sup>Межрегиональная общественная организация «Социально-Прогрессивный Альянс научно-теоретического и практического содействия социально-экономическому и культурному росту регионов «Рост Регионов», Россия*

*<sup>2</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, Россия*

*<sup>3</sup>Северо-Восточный государственный университет, Россия*  
[ikhovansky@mail.ru](mailto:ikhovansky@mail.ru), [andrsmir@mail.ru](mailto:andrsmir@mail.ru)

С целью рационального природопользования речного и озерного фонда Дальнего Востока предлагается восстанавливать естественные популяции ценных рыб, используя средства для компенсации ущерба окружающей среде, через сеть негосударственных рыбо-водных предприятий. Восстановление природных экосистем также внесет значимый вклад в развитие социальной инфраструктуры.

Задействование в этих работах местного населения позволит изменить отношение к водным и биологическим ресурсам, а также будет способствовать формированию бережного отношения к природе и повышению экологической грамотности у населения, в первую очередь у молодежи. За счет формирования экологической культуры население будет занимать активную позицию по отношению к сохранению существующих биогеоценозов.

В последнее время в России большое внимание уделяется речным и озерным бассейнам, поскольку с ними тесно связаны проблемы водопользования и загрязнения водотоков [1].

Последнее особо актуально, поскольку в условиях экологического кризиса в мире, охрана существующих экосистем в России стала важнейшей задачей общества. Еще с 2016 г. экологическая тематика фигурирует в списке государственных приоритетных проектов Российской Федерации. Важной задачей при этом стала постоянная доработка комплекса мероприятий для решения текущих экологических проблем.



Основные перспективы экономического роста Дальнего Востока России в настоящее время связаны с приоритетным развитием горнодобывающей промышленности, освоением месторождений цветных и драгоценных и металлов [2].

При этом возрастает антропогенное воздействие на природу [3], а разработка рудных месторождений и добыча россыпного золота влияет не только на ландшафты и почвенно-растительные комплексы, но и на реки рассматриваемой территории: происходит их загрязнение, повышенная мутность воды увеличивает смертность водной фауны [4].

Процесс добычи россыпного золота невозможен без воды, в связи с чем артели активно пользуются водами, забирая их для своих нужд. После использования воды в технологическом цикле она обратно возвращается уже в совершенно ином состоянии. Государство, представляя, что данная деятельность может нанести существенный ущерб, разработало ряд мероприятий для его минимизации. В частности, для данного вида деятельности существует лицензирование и, чтобы заниматься золотодобычей, пользователю необходимо получить соответствующие лицензии. Кроме того, пользователь обязан разработать проект своей деятельности, в котором должен быть рассчитан возможный ущерб, наносимый речным экосистемам от его деятельности, и разработан комплекс мероприятий по снижению этого ущерба, включающий в себя компенсационные меры по восстановлению экосистем. Последнее особо актуально, поскольку из-за техногенных процессов, воздействующих на водные объекты, происходит нарушение существующих экологических связей из-за загрязнения мест обитания и сокращения нерестовых площадей некоторых представителей речных биоценозов.

Необходимо отметить, что, кроме возросшего в последнее время интереса к состоянию чистоты водных масс бассейна рек Дальнего Востока, отмечается тенденция к усилению спроса на базовые биологические ресурсы региона, несмотря на значительное сокращение некоторых из них. К таким,

испытывающим в настоящее время значительный пресс от хозяйственной деятельности, следует в первую очередь отнести амурскую кету, колымских нельму и осетра [5, 6, 7].

В качестве одного из самых разумных и действенных мероприятий по решению данного вопроса мы предлагаем развить сеть мобильных рыбоводных предприятий в бассейнах рек со значительной антропогенной нагрузкой. Такая сеть, при использовании мобильных технологий по искусственному воспроизводству, является одним из самых действенных способов восстановления природных экосистем и улучшению экологического состояния водных объектов в целом.

Во-первых, возможно восстановить естественную популяцию ценных объектов, используя средства для компенсации ущерба окружающей среде [8]. В настоящее время государственные заводы используют острый дефицит производителей и самостоятельно не только не могут выполнить мероприятия по компенсации ущерба, но и не в состоянии выполнить государственное задание по воспроизводству. В то же время сеть негосударственных рыбоводных предприятий в силу своей мобильности может поэтапно восстанавливать состояние ресурсов на различных участках рек.

Во-вторых, восстановление природных экосистем в целом не только улучшит экологическое состояние водоемов, но и принесет значимый вклад в развитие социальной инфраструктуры. Не секрет, что в настоящее время многие малые поселки испытывают резкий дефицит в рабочих местах. Мобильные рыбоводные предприятия способны создать дополнительные возможности и рабочие места для жителей.

В-третьих, общеизвестно, что люди по-разному относятся к своему и чужому труду. Задействование в процессе восстановления ценных объектов местного населения позволит изменить отношение к водным и биологическим ресурсам, а также будет способствовать формированию бережного

отношения к природе и повышению экологической грамотности у населения, в первую очередь у молодежи.

В-четвертых, за счет формирования экологической культуры, население будет способно занимать активную позицию по отношению к сохранению существующих биогеоценозов, а также участвовать в управлении состоянием речных бассейнов, путем создания при мобильных рыбоводных предприятиях опорных пунктов по осуществлению общественного экологического мониторинга.

Озерные водные системы также представляют особый интерес, в том числе и с точки зрения сохранения водных ресурсов. Их состояние и уровень использования во многом зависят от региона. К примеру, в Хабаровском крае озерные экосистемы имеют большое значение, поскольку служат как в качестве основного источника питьевой воды, так и являются значимым звеном в деле сохранения популяций ценных с хозяйственной точки зрения биологических ресурсов и объектов, занесенных в Красные книги различных уровней. Так, озеро Гасси является местом обитания такого редкого вида, как красноухая черепаха, а озера Болонь и Петропавловское служат резервуаром для сохранения численности многих видов рыб.

Однако значимость озерного фонда не ограничивается лишь сохранением животных и растительных экосистем, тесно связанных с водными объектами. Например, озеро Амур, расположенное в пределах уникального природного комплекса горного хребта Мяо-Чан, несмотря на свое относительно низкое видовое обилие, несет значимую социальную нагрузку, являясь поистине одной из уникальных жемчужин Хабаровского края. В связи с этим сложно переоценить необходимость охраны, мониторинговых работ и тщательного контроля за состоянием озерного фонда.

Одним из действенных способов охраны озерного фонда может стать введение их в контролируемый хозяйственный оборот, в том числе путем развития аквакультуры, либо

создания особо охраняемых природных территорий. Режимы ООПТ позволяют не только своевременно осуществлять контроль за состоянием водного объекта, но и позволяют организовать благоприятные режимы природопользования. В частности, территории, прилегающие к озерному фонду, могут нести на себе рекреационную нагрузку, создавая при этом значительные благоприятные условия для населения. В перспективе организация отдыха, создание туристических маршрутов и экологических троп способны внести существенный вклад в бюджеты различных уровней, а также создать дополнительные места для отдыха и работы.

### *Литература*

1. *Корытный Л.М., Жерелина И.В.* Международные речные и озерные бассейны Азии: конфликты, пути сотрудничества // География и природные ресурсы. 2010. № 2. С. 11-19.

2. *Тихменев П.Е., Смирнов А.А., Тихменев Е.А., Станченко Г.В.* Особенности естественного восстановления и рекультивации почвенно-растительных комплексов в районе Усть-Среднеканской ГЭС на р. Колыма // Сборник трудов XXII Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы экологии и природопользования», Т. 2. Москва, РУДН, 2021. С. 122-126.

3. *Тихменев П.Е., Смирнов А.А., Тихменев Е.А., Станченко Г.В.* Антропогенная динамика и естественное восстановление нарушенных ландшафтов криолитозоны Северо-Востока России // Сборник трудов XXI Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы экологии и природопользования», Т. 1. 2020. С. 177-180.

4. *Чекалдин Ю.Н., Смирнов А.А.* Некоторые данные о водной фауне притоков р. Колыма (в пределах Магаданской области) // Материалы XXII международной научной конференции «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей», Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. 2021. С. 229-232.

5. *Коцюк Д.В., Подорожнюк Е.В., Островский В.И.* Регулирование промысла тихоокеанских лососей р. Амур в условиях снижения их численности в 2017-2020 гг. // Вопросы

рыболовства. Т. 22. № 4. 2021. С. 116-122.

6. *Коносов А.Е., Смирнов А.А.* Биология нельмы *Stenodus Leucichthys nelma (Coregonidae)* среднего течения реки Колыма в границах Магаданской области // Вопросы рыболовства. Т. 18. № 2. 2017. С. 163–175.

7. Красная книга Магаданской области: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов / отв. ред. М.Г. Хорева, Н.Е. Докучаев. (2-е изд.). Магадан: Охотник. 2019.

8. *Chekaldin Yuri N., Smirnov Andrei A.* Compensation for Damage to Aquatic Biological Resources and their Habitat in Magadan Region. Promising Objects of Aquaculture / III International Theoretical and Practical Conference «The Crossroads of the North and the East (Methodologies and Practices of Regional Development)». DOI: 10.32743/nesu.cross. 2020. P. 18-28.

*I.E. Khovansky<sup>1</sup>, A.A. Smirnov<sup>2,3</sup>*

## **WAYS OF RATIONAL NATURE MANAGEMENT OF THE RIVER AND LAKE FUND OF THE FAR EAST**

<sup>1</sup>*Interregional Public Organization «Socially Progressive Alliance of Scientific, Theoretical and Practical Assistance to the Socio-Economic and Cultural Rising of Regions «Rising of Regions»;*

<sup>2</sup>*Russian federal research institute of fisheries and oceanography,*

<sup>3</sup>*North-Eastern State University*

For the purpose of rational nature management of the river and lake fund of the Far East, it is proposed to restore natural populations of valuable fish, using funds to compensate for environmental damage, through a network of non-state fish farming enterprises. The restoration of natural ecosystems will also make a significant contribution to the development of social infrastructure. The involvement of the local population in these works will change the attitude to water and biological resources, and will also contribute to the formation of a careful attitude to nature and increase environmental literacy among the population, primarily among young people. Due to the formation of ecological culture, the population will take an active position in relation to the preservation of existing biogeocenoses.

*Цешковская Е.А., Цой Н.К., Оралова А.Т.,  
Обухов Ю.Д., Захаров А.М.*

**ПЫЛЕПОДАВЛЕНИЕ НА ПОВЕРХНОСТЯХ  
НАКОПИТЕЛЕЙ ТЕХНОГЕННЫХ  
МИНЕРАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ**

*Карагандинский технический университет*

[elena\\_tsesh@mail.ru](mailto:elena_tsesh@mail.ru)

В статье на примере хвостохранилища обогатительной фабрики Карагандинской области рассмотрен способ пылеподавления с применением химических реагентов

Целью работы является поиск и обоснование оптимальных методов снижения техногенной нагрузки предприятий горно-обогатительной отрасли на окружающую среду путем обеспечения пылеподавления пляжей хвостохранилищ обогатительных фабрик ТОО «Корпорация Казахмыс».

Проблема пыления хвостохранилищ обогатительных фабрик является весьма актуальной. Снос пыли с открытых разработок и отвалов, сухих пляжей хвостохранилищ и золоотвалов причиняет окружающей среде значительный ущерб. Помимо постоянного превышения содержания пыли в атмосферном воздухе, имеется и косвенное ее воздействие на состояние окружающей среды. Этот фактор следует отнести к постоянно действующему, потому что атмосферная пыль, оседая на прилегающие территории, загрязняет земную поверхность, а при последующем растворении химические соединения мигрируют в почву и, в конечном итоге, в подземные воды.

Наиболее распространенными являются химические методы, которые весьма разнообразны по применяемым составам, подбираются в основном в результате проведения экспериментов для каждого конкретного объекта пылеподавления.

Экспериментальным исследованиям были подвергнуты предварительно отобранные реагенты: Sedifloc@RH-4810 (участок № 1); AZ 550 (участок № 2); Nalco Dustbind (участок

№ 3). Для каждого участника экспериментальных исследований был выделен одинаковый участок размером 400 м<sup>2</sup>, осуществлено одновременное, однократное нанесение пылеподавляющего покрытия (табл. 1).

**Таблица 1.** Условия нанесения покрытий

<b>Реагент</b>	<b>Sedifloc@RH-4810</b>	<b>AZ 550</b>	<b>Nalco Dustbind</b>
Концентрация, %	5,0	7,0	5,0
Расход раствора, л	300	260	400
Удельный расход раствора, л/м <sup>2</sup>	0,75	0,65	1,0

Для определения концентрации в воздухе взвешенных веществ, диоксида серы, сероводорода, пыли неорганической с содержанием 70-20% диоксида кремния использован газоанализатор ГАНК-4; для экспрессных измерений пыли РМ 2.5 и РМ 10 использован анализатор пыли «Атмас»; параметры микроклимата определялись прибором «Метеоскоп». Все исследования проводились в соответствии с требованиями нормативных документов

После нанесения экспериментальных пылеподавляющих покрытий приводился мониторинг состояния обработанных участков. Первые наблюдения за обработанными участками были произведены на следующий день после нанесения покрытия. Результаты осмотра следующие:

- участок 1 - толщина 1–1.5 мм, корка пластичная, гибкая, не разрушается;
- участок 2 - толщина 3–4 мм, корка не разрушается;
- участок 3 - толщина 5–7 мм, корка не разрушается.

Вторичный мониторинг состояния опытных участков проведен через 24, 46, 70 день после нанесения пылеподавляющих покрытий. Наблюдение дало следующие результаты:

- участок 1 – слой самый гибкий, по типу пленки, не поврежден, частично заметен пылью, корка гладкая, ровная,

хорошо схваченная. Усредненное значение толщины корки 3.3 мм.

- участок 2 – слой тонкий, рыхлый, непрочный, быстро ломался под весом человека, не заметен пылью. Усредненное значение толщины корки 3.9 мм.
- участок 3 – слой толстый, не гибкий, руками не разламывался, не поврежден, частично заметен пылью. Визуально корка неровная, с перепадами по высоте. Корка неравномерная: местами слоистая, толщина которой 9–13.5 мм (усредненное значение 11.4 мм), местами однородная, толщина которой достигает 6–8 мм (усредненное значение 6.4 мм).

Таким образом, предпочтительным является использование реагента, нанесенного на участок 3.

Для оценки текущего состояния пыления на рассматриваемом хвостохранилище и эффективности пылеподавления проведены исследования по содержанию загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. Исследования проводились на хвостохранилищах в Жезказгане.

Основной вид эмиссий с поверхности хвостохранилищ – пыль (взвешенные вещества); по гранулометрическому составу преобладает пыль мелкодисперсная РМ 2.5 и менее.

Анализ полученных данных показывает, что на момент проведения измерений не выявлено превышения ни по одному из анализируемых веществ. Учитывая метеорологические условия при проведении замеров (температура +11-13<sup>0</sup>С, ветер 3-4 м/сек), полученные результаты по концентрациям загрязняющих веществ можно принять за исходные при проведении дельнейших исследований по пылеподавлению на хвостохранилище ЖОФ-1,2.

Анализ текущей ситуации на исследуемом объекте, хвостохранилище ЖОФ-1,2, показал, что довольно значительный объем складированных отходов и имеющаяся площадь пыления поверхности пляжа требуют осуществления пылеподавляющих мероприятий.

Проведенные исследования показали, что из трех предва-



нительно отобранных реагентов наиболее эффективно (учитывая рекомендуемую производителем концентрацию, удельный расход реагента, толщину полученного покрытия, его механические свойства) проявил себя реагент Nalco Dustbind.

Осуществленный мониторинг концентрации в атмосферном воздухе на территории хвостохранилища шести загрязняющих веществ (взвешенные вещества, диоксид серы, сероводород, пыль неорганическая с содержанием 70-20% диоксида кремния, пыль РМ 2,5 и РМ 10.) не выявил превышения ни по одному из анализируемых веществ.

Полученные результаты исследований имеют практическое значение для обеспечения пылеподавления поверхности пляжей хвостохранилищ обогатительных фабрик.

#### *Литература*

1. РД 52.04.16-89 Руководство по контролю загрязнений. Санкт-Петербург, Россия, 1991
2. МВИ № 02-37-2012 Определение массовой концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе, воздухе рабочей зоны, в промышленных выбросах с применением газоанализатора ГАНК-4. Республика Казахстан, 2012
3. СТ РК 2.302-2014 Методика выполнения измерений Определение массовой концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе, в воздухе рабочей зоны, в промышленных выбросах газоанализатором. Республика Казахстан

*Yelena Tseshkovskaya, Natalia Tsoy, Aigul Oralova,  
Yuri Obukhov, Alexander Zakharov*

### **DUST SUPPRESSION ON THE SURFACES OF TECHNOGENIC MINERAL FORMATIONS**

*Karaganda State Technical University (Kazakhstan)*

In the article, by using the example of the tailings of the enrichment plant in the Karaganda region, a method of dust suppression using chemical reagents is considered

*Чердакова А.С., Гальченко С.В.*  
**МИКРОБИОРЕМЕДИАЦИЯ ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ  
ДИЗЕЛЬНЫМ ТОПЛИВОМ, В ПРИСУТСТВИИ  
ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ**

*Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина*  
[cerdakova@yandex.ru](mailto:cerdakova@yandex.ru)

В статье приводятся результаты экспериментальных исследований по оценке влияния гуминовых препаратов на процессы микробиологической ремедиации почв, загрязненных дизельным топливом. Установлено, что внесение гуминовых препаратов в загрязненную дизельным топливом серую лесную почву способствует стимуляции процессов ее микробиологической ремедиации. При этом степень деградации нефтепродукта возрастает более, чем на 20%.

Растущие объемы производства и использования нефтепродуктов в различных отраслях хозяйственной деятельности человека являются одними из основных характеристик современного этапа развития общества, что приводит к загрязнению нефтяными углеводородами всех компонентов окружающей среды, в том числе и почв. Дизельное топливо является одним из наиболее распространенных нефтепродуктов–загрязнителей почв, что обусловлено довольно широким его применением в промышленности, сельском хозяйстве и транспорте. Данный загрязнитель оказывает резко негативное влияние на все свойства почвы, а процессы его естественной деструкции протекают крайне медленно. Указанным обстоятельством обусловлена необходимость поиска эффективных и безопасных технологий очистки почв, загрязненных дизельным топливом.

Среди способов ремедиации нефтезагрязненных почв одними из наиболее эффективных, экологически безопасных и экономически выгодных являются биологические методы, а именно использование биодеструкторов – микробиологических ремедиаторов, для которых нефтеуглеводороды служат питательной средой [1,2]. Но учитывая объемы и масштабы загрязнения почв дизельным топливом возникает

необходимость научного поиска способов стимуляции процессов их биоремедиации. По нашему мнению, в данном аспекте весьма перспективны гуминовые вещества и препараты на их основе. Во-первых, гуминовые вещества обладают выраженными поверхностно-активными свойствами и способны увеличивать площадь активного взаимодействия ремедиаторов с питательным субстратом. Во-вторых, они могут выступать источником элементов минерального питания микроорганизмов. И, наконец, гуминовые вещества положительно влияют на все физико-химические свойства очищаемых почв, создавая благоприятные условия для работы микроорганизмов [3-5].

Целью наших исследований являлась экспериментальная оценка влияния гуминовых препаратов на процессы микробиологической ремедиации почв, загрязненных дизельным топливом. Объектом исследования служили промышленные гуминовые препараты, полученные из различного сырья и по различным технологиям, характеристики которых представлены в таблице 1.

**Таблица 1.** Основные характеристики экспериментальных гуминовых препаратов, по данным производителя

Показатель	Название препарата	
	«Экорост»	«Гуми»
Агрегатное состояние	жидкое (раствор)	твердое (порошок для приготовления суспензии)
Сырье	торф	бурый уголь
Технология получения	Гидродинамическая кавитация	щелочная экстракция
pH, ед. pH	7,0	8,5
Гуминовые и фульвокилоты, г/л	70,0	60,0
Азот общий, г/л	2,8	5,0
Фосфор общий, г/л	0,01	5,0
Калий общий, г/л	5,8	10,0

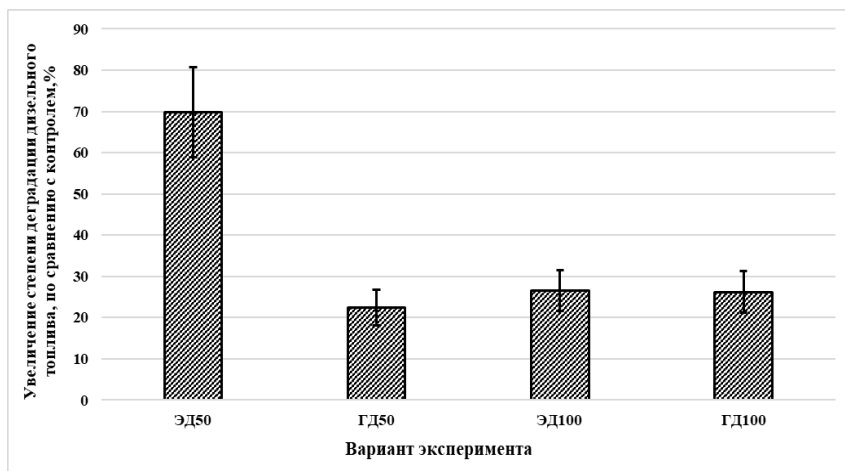
Основой исследования выступали вегетационные эксперименты, суть которых заключалась в моделировании процессов биоремедиации загрязненных дизельным топливом почв при совместном применении микробиодеструкторов и гуминовых препаратов. В эксперименте использовались образцы серой лесной почвы, отобранные с участка не подверженного прямому техногенному воздействию, с глубины гумусового горизонта по общепринятой методике в соответствии с требованиями ГОСТ 17.4.3.01-2017 [6]. Моделирование загрязнения осуществлялось путем внесения в серую лесную почву дизельного топлива в количестве 50 г/кг и 100 г/кг. В качестве источника нефтеокисляющей микрофлоры применяли микробиодеструктор «Дестройл», представляющий собой культуру штамма *Acinetobacter species JN-2*. Гуминовые препараты вносились в экспериментальные почвенные образцы в виде 0,01% водных растворов. Контролем служили загрязненные дизельным топливом и обработанные микробиопрепаратом почвенные образцы без внесения гуминовых препаратов. Повторность в эксперименте – четырехкратная. Схема эксперимента представлена в таблице 2.

**Таблица 2.** Схема эксперимента

1	Серая лесная почва + дизельное топливо 50 г/кг + «Дестройл» (контроль)	КД50
2	Серая лесная почва + дизельное топливо 100 г/кг + «Дестройл» (контроль)	КД100
3	Серая лесная почва + дизельное топливо 50 г/кг + «Дестройл» + 0,01 % р-р «Экорост»	ЭД50
4	Серая лесная почва + дизельное топливо 100 г/кг + «Дестройл» + 0,01 % р-р «Экорост»	ЭД100
5	Серая лесная почва + дизельное топливо 50 г/кг + «Дестройл» + 0,01 % р-р «Гуми»	ГД50
6	Серая лесная почва + дизельное топливо 100 г/кг + «Дестройл» + 0,01 % р-р «Гуми»	ГД100

Экспозиция экспериментальных образцов осуществлялась в течении четырех месяцев. Критерием оценки выступало изменение концентрации дизельного топлива в почве, которая определялась методом ИК-спектрометрии.

Полученные результаты позволили установить, что совместное внесение микробиодеструкторов и гуминовых препаратов способствует существенной стимуляции процессов биоутилизации дизельного топлива в загрязненной почве. При этом, выраженность стимулирующего эффекта зависит как от уровня загрязнения, так и от свойств вносимых гуминовых препаратов (рис. 1).



**Рис. 1.** Среднее увеличение степени деградации дизельного топлива на экспериментальных вариантах по сравнению с контролем, %

Так, при загрязнении почвы дизельным топливом в концентрации 50 г/кг максимальный стимулирующий эффект продемонстрировал препарат «Экорост». На вариантах эксперимента с его внесением степень деградации нефтепродукта превышала таковую на контроле почти на 70%. Стимулирующее действие препарата «Гуми» было менее выраженным.

На почвах, загрязненных дизельным топливом в концентрации 100 г/кг положительный эффект от внесения «Гуми» и «Экороста» был практически одинаковым. Под их воздействием микробиодеструкция загрязнителя протекала в среднем на 25 % интенсивнее, чем на контрольных вариантах.

Таким образом, совместное применение микробиодеструкторов и гуминовых препаратов при биоремедиации почв, загрязненных дизельным топливом весьма эффективно и целесообразно. Данный подход позволяет в короткие сроки увеличить степень деструкции дизельного топлива более чем на 20% даже при высоких уровнях загрязнения.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований и Правительства Рязанской области № 18-45-623003 р\_мол\_а «Исследование влияния биоПАВ на основе гуминовых веществ на процессы микробиологической ремедиации природных сред, загрязненных нефтепродуктами».

#### *Литература*

1. *Brown L.D., Gee K.F., Cologgi D.L., Ulrich A.C.* Bioremediation of Oil Spills on Land // In book: Oil Spill Science and Technology. New York: Wiley, 2017. P.699-729.

2. *Beškoski V.P., Milic J., Dojgic-Cvijovic G.G., Ilic M.* Bioremediation of soil polluted with crude oil and its derivatives: Microorganisms, degradation, pathways, technologies. // *Hemijaska industrija*. 2019. No. 74 (4). PP. 455-460.

3. *Гальченко С.В., Спиридович Д.В., Чердакова А.С.* Результаты экспериментальной оценки влияния гуминовых препаратов на процессы диспергирования нефтепродуктов // *Научное обозрение*. 2015. № 1. С. 126-130.

4. *Гречищева Н.Ю.* Разработка научных основ применения гуминовых веществ для ликвидации последствий нефтезагрязнения почвенных и водных сред : дис. ... д-ра хим. наук: 03.02.08. Москва, 2016.

5. *Степанов А.А., Госсе Д.Д., Панина М.А.* Применение гуминового препарата «Питер-Пит» для детоксикации и рекуль-

тивации нефтезагрязненной почвы // Проблемы агрохимии и экологии. 2018. № 1. С. 55-57

6. ГОСТ 17.4.3.01-2017. Межгосударственный стандарт. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб (дата введения 2019-01-01). М.: Стандартинформ, 2019.

*A.S. Cherdakova, S.V. Galchenko*  
**BIOREMEDIATION OF SOILS POLLUTED  
WITH DIESEL FUEL IN THE PRESENCE  
OF HUMIC PREPARATIONS**

*Ryazan State University named for S. Yesenin*

The article presents the results of experimental studies to assess the effect of humic preparations on the processes of microbiological remediation of soils contaminated with diesel fuel. It has been established that the introduction of humic preparations into gray forest soil contaminated with diesel fuel stimulates the processes of its microbiological remediation. At the same time, the degree of degradation of the oil product increases by more than 20%.

*Шергина О.В., Миронова А.С.*  
**МЕТОДЫ И ПОДХОДЫ ИЗУЧЕНИЯ  
ЭКОСИСТЕМНЫХ ФУНКЦИЙ ГОРОДСКИХ ЛЕСОВ**  
*Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН,  
Россия*  
[sherolga80@mail.ru](mailto:sherolga80@mail.ru)

Исследования проведены в городских лесах Иркутска, Ангарска, Усолье-Сибирского (Иркутская область), подвергающихся аэротехногенному загрязнению и рекреационной нагрузке разной степени интенсивности. Состояние растений и почв оценивалось по комплексу регулирующих и поддерживающих экосистемных функций, которые определялись с помощью морфоструктурных, физико-химических, биохимических, физиолого-биохимических и токсикологических показателей.

Система регионального экологического контроля призвана способствовать минимизации негативных экологических последствий антропогенного воздействия на территории современного города [1]. Состояние городских лесов в этой связи служит показателем эффективности деятельности городских административных и законодательных органов в сфере обеспечения благоприятной экологической среды. Повысить и поддерживать эффективность функций/услуг городских лесов на урбанизированных условиях можно только на основе продуманной системы контроля качества природной среды [2]. На урбанизированных территориях Приангарья не проводились ранее исследования естественно сохранившихся лесов, образующих «зеленый пояс». В настоящее время признается, что леса региона испытывают сильный пресс негативных факторов, основные из которых высокая рекреационная нагрузка и техногенное загрязнение, в связи с чем актуальны исследования, позволяющие оперативно диагностировать изменение их состояния [3].

Полевой этап работ был выполнен в 2020-2021 гг. В каждой урбозкосистеме (города Иркутск, Ангарск, Усолье-



Сибирское) на 27-ми пробных площадях были выполнены исследования городских лесов в условиях разного уровня воздействия негативных факторов – рекреационной нагрузки и атмосферного загрязнения. Полученные данные позволили получить информацию о взаимообусловленных системных изменениях в фито- и педоценозах, подвергающихся негативному синергическому воздействию факторов городской среды и оценить их экосистемные функции. Комплексная оценка состояния почв и растений во взаимосвязи рассматривается нами как интегральный критерий, изучение показателей производится по разработанной схеме (рис. 1).

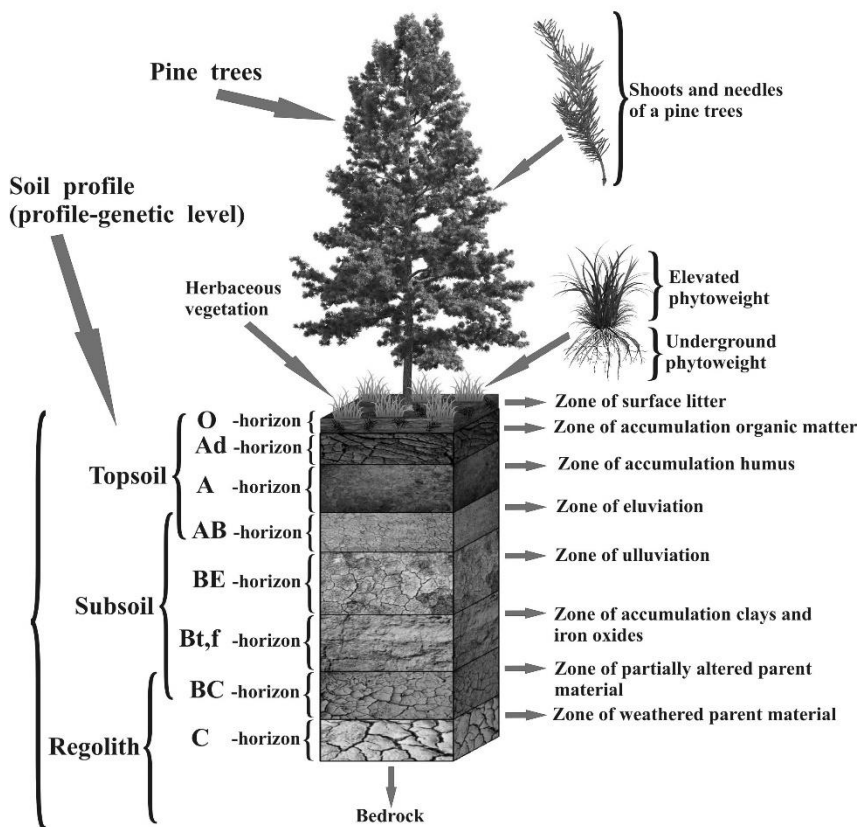


Рис. 1. Схема проведения исследований растений и почв.

На каждой ПП с помощью мониторов качества атмосферного воздуха (Air Master 2 AM7; PM Detector Bostar; Wintact WT8811; DM126-NH3) был определен индекс качества воздуха (AQI), концентрация взвешенных частиц PM<sub>1</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, общая концентрация летучих органических соединений (TVOC), концентрация формальдегида (HCHO), общее содержание углекислого и угарного газа, аммиака, процентное содержание кислорода и метана. На основе полученных данных рассчитывался суммарный индекс загрязнения атмосферы (ИЗА).

При исследовании древостоев (сосны обыкновенной, лиственницы сибирской, березы повислой) на каждой пробной площади определяли процент дефолиации и дехромации крон, высоту и объем кроны (дальномер Huepar Golf HLR1000), количество ассимилирующей фитомассы в кроне, объем ствола, а также степень повреждения, массу, площадь поверхности хвои и листьев, охвоенность побегов. В кроновом пространстве деревьев проводилось измерение фотосинтетически активной радиации (PPFD), освещенности (Lux) и интенсивности освещенности (Fc) (Photosynthesis light quantum meter TES 1339P). На всех территориях отбиралась общая проба свежего материала хвои и листьев с 5–6-и деревьев для определения пигментного комплекса и элементного состава. Для количественной оценки продуктивности древесных растений по объему фотосинтетической фитомассы в кроне использовался метод таксационных параметров деревьев в фрактальной геометрии.

В лабораторных условиях проводилось определение содержания в ассимиляционных органах элементов-биогенов и элементов-поллютантов (спектрофотометры UNICO 2100, ПЭ-5400ВИ, анализатор вольтамперометрический TA-Lab, спектрофотометры AAS Vario 6, Spectrum One FT-IR), а также ряд других параметров (например, кислотность среды, окислительно-восстановительный потенциал свежих гомогенатов) с помощью современных электронных тесте-

ров. Фотосинтетическую способность деревьев оценивали по измерению  $\text{CO}_2$ -газообмена и транспирации побегов сосны обыкновенной. Побег первого и второго года жизни предварительно адаптировались в течение 30-40 минут к выбранным экспериментальным условиям. Исследования проводили на станции искусственного климата СИФИБР СО РАН в ростовой камере BINDER, в которой находилась экспериментальная вакуумная поликарбонатная камера-эксикатор объемом  $15 \text{ дм}^3$ , находящаяся при постоянном освещении (использовалась специальная лампа дневного света: PPFD –  $0,5-0,6 \mu\text{mole/m}^2/\text{s}$ ,  $30,0-35,0 \text{ lx}$ , –  $2,5-3,0 \text{ fc}$ ), при постоянной влажности воздуха – 70% и постоянной температуре –  $24^\circ\text{C}$ . В камеру помещался инфракрасный газоанализатор  $\text{CO}_2$  (РТН, Protmex), датчики температуры и влажности (Elitech RC-5 Data Logger GSP-6, Engbird IBS-TH1), содержание  $\text{O}_2$  измеряли в начале и в конце эксперимента с помощью газоанализатора (Smart sensor Pro AS8901) с пробоотборным насосом. Данные измерений в режиме реального времени передавались на монитор компьютера и по Bluetooth.

Показатели почв, свидетельствующие о гумусообразовательном процессе, питательном режиме и детоксицирующей способности определялись согласно общепринятым отечественным методикам почвенного анализа. В естественных условиях городских лесов проводились измерения полевой влажности с помощью влагомера (Amittari AM-128P), плотности (пенетромтр Digital Force Gauge TYD-2), естественной кислотности (Bante PHscan 10F). При изучении эмиссии  $\text{CO}_2$  в полевых условиях на поверхность почвы устанавливались закрытые камеры объемом  $5 \text{ дм}^3$ . Измерения проводились непосредственно в верхнем слое почвы без лесной подстилки (0-5 см) и на глубине 5-10 см. В камеры устанавливались датчики для оценки эмиссии  $\text{CO}_2$ - $\text{O}_2$ , влажности, температуры, результаты измерений передавались на переносной компьютер (рис. 2).



**Рис. 2.** Демонстрация измерений газового состава почв.

Полученные данные широкого комплекса показателей позволили разработать две шкалы для оценки регулирующих и поддерживающих экосистемных функций городских лесов. В соответствии с количественными данными аэротехногенного загрязнения воздуха, содержанием элементов-загрязнителей в растениях и почвах, результатами оценки жизненного состояния древостоя по ростовым параметрам и фотосинтетической способности, состоянию органического вещества, пула питательных элементов и газорегулирующей способности почв, были выделены три уровня экосистемных функций городских лесов: оптимальный, достаточный и низкий. Необходимо выделить, что все выбранные параметры для оценки экосистемных функций отличались высоким уровнем взаимных корреляций, что отражало их индикационный характер. Результаты позволили судить об устойчивости древесных растений и почв лесов урбанизированных территорий, о возможности сохранения

и восстановления городской среды в сложившихся условиях аэротехногенного загрязнения и рекреационной нагрузки. Заключается, что сохранение природной среды городов под влиянием факторов антропогенной нагрузки возможно только при оптимальном состоянии экосистемных функций/услуг древесных растений и почв – главных средообразующих компонентов городской среды.

Работа выполнена финансовой поддержке РФФИ и Правительства Иркутской области (проект № 20-44-380016).

### *Литература*

1. Экосистемные услуги России: прототип национального доклада. Услуги наземных экосистем. М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2016.

2. *Касимов В. Д.* Некоторые подходы к оценке экосистемных функций (услуг) лесных насаждений в практике природопользования // Мир Науки. 2015. С. 32-55.

3. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2019 году». Иркутск: ООО «Мегапринт». 2020.

*O.V. Shergina, A.S. Mironova*

### **METHODS AND APPROACHES TO STUDY THE ECOSYSTEM FUNCTIONS OF CITY FORES**

*Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry SB RAS, Russia*

The studies were carried out in the urban forests of Irkutsk, Angarsk, and Usolie-Sibirskoye (Irkutsk region), exposed to aerotechnogenic pollution and recreational load of varying degrees of intensity. The state of plants and soils was evaluated by a set of regulatory and supporting ecosystem functions, which were determined by morphostructural, physico-chemical, biochemical, physiological-biochemical and toxicological indicators.

*Шимко Т.Г., Кулешова М.Л., Воронин В.Л.*  
**СОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ГЛИН ПРИ ИХ ОЦЕНКЕ  
В КАЧЕСТВЕ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ БАРЬЕРОВ  
БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЗАХОРОНЕНИИ  
РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ**

*Лаборатория охраны геологической среды (ЛОГС), геологический  
факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, Россия*

[tshimko@yandex.ru](mailto:tshimko@yandex.ru)

Для характеристики глинистых грунтов как материалов для создания барьеров безопасности при захоронении радиоактивных отходов (РАО) проведено исследование сорбционных свойств четырех разновидностей глин. Получены коэффициенты распределения при взаимодействии глинистых грунтов с U, Sr, Cs, Ba (имитатор Ra) и Re (имитатор Tc). На основании экспериментальных данных для условного объекта захоронения отходов произведен расчет времени, в течение которого каждый из элементов преодолет барьер безопасности из исследованных материалов. Проведено сравнение глинистых материалов по эффективности их использования в качестве барьеров.

В настоящее время актуально исследование природных глинистых материалов в качестве защитных барьеров на объектах захоронения радиоактивных отходов. В качестве инженерных барьеров безопасности (ИББ) используются местные глинистые материалы или специально подготовленные смеси. Возможность использования тех или иных барьерных материалов определяется видом отходов, а также особенностями геологической среды на территории размещения хранилища [1-3].

Цель настоящей работы – изучение и сравнительная оценка поглощающих свойств ряда глинистых материалов, перспективных для создания (ИББ) на объектах захоронения РАО. В экспериментальную серию были включены четыре образца: глина ожелезненная (eMz), суглинок каолиновый (eMz), бентонит марки ПБМВ Зырянского месторождения

и механо-активированная композитная смесь, состоящая из бентонита, каолинита и вермикулита (МАК смесь). Исследования проводились в отношении Cs, Sr, U, Ba (имитатор Ra-226) и Re – (имитатор технеция Tc). Для характеристики выбранных грунтов определялись гранулометрический и минеральный состав, емкость катионного обмена (ЕКО), а также коэффициент фильтрации.

Поглощающая способность глинистых материалов изучалась в статическом режиме с использованием полиэлементного раствора солей элементов.

В опытах в статике навески грунта заливались исходным раствором элементов и после уравнивания в течение 1 суток определялись равновесные концентрации элементов. Соотношение грунта и раствора составляло 1г грунта к 100 мл раствора. Концентрации по каждому элементу в серии опытов составляли 0,01 мг/л; 0,1 мг/л; 1,0 мг/л; 10,0 мг/л.

По разнице между концентрациями каждого элемента в исходном растворе и после взаимодействия с образцом рассчитывалось количество поглощенного элемента и производился расчет коэффициента распределения  $K_d$  по формуле:  $K_d = N / C$ , где  $N$  – количество поглощенного элемента, мг/г,  $C$  – концентрация в жидкой фазе, мг/л.

По полученным результатам строились изотермы сорбции для каждого элемента. На основании построенных изотерм определены коэффициенты распределения  $K_d$ , приведенные в табл. 1.

На основании полученных значений  $K_d$  с помощью математического моделирования проведена сравнительная оценка эффективности использования исследованных грунтов в качестве материалов для ИББ. Оценка выполнена для условного приповерхностного хранилища радиоактивных отходов, содержащих исследованные элементы-имитаторы: U, Sr, Cs, Ba (имитатор радия Ra) и Re (имитатор технеция Tc).

**Таблица 1.** Значения коэффициентов распределения  $K_d$  для исследованных грунтов

Глинистый материал	$K_d$ , мл/г				
	U	Sr	Cs	Ba(Ra)	Re(Te)
Глина ожелезнен.	92	65	670	200	9,0
Бентонит ПБМ В	32	1900	1800	7300	0,009
МАК смесь	36	140	280	220	1,2
Каолиновая глина	34	17	29	24	0,7

В расчете учтены следующие условия: глубина хранилища отходов 5 м, в основании сооружения залегает инженерный барьер мощностью (м) 0,5 м. Перепад напоров ( $\Delta H$ ) на границах барьера принят равным 5,5 м, что соответствует условиям заполнения хранилища водой. В табл. 2 приведены коэффициенты фильтрации материалов ИББ, определенные экспериментально.

**Таблица 2.** Коэффициенты фильтрации глиняного барьера

Глинистый материал	Глина ожелезнен.	Бентонит ПБМВ	МАК смесь	Каолинов. глина
Коэф.фильтр. $k_f$ , м/сут	$4 \cdot 10^{-6}$	$2 \cdot 10^{-7}$	$3 \cdot 10^{-5}$	$3 \cdot 10^{-5}$

Для оценки эффективности каждого исследованного материала в качестве внешнего барьера безопасности произведен расчет времени прохождения каждого из исследованных элементов через барьер. Время выхода загрязнителей оценено с учётом их сорбционного поглощения по модели поршневого вытеснения по формуле

$$t = \frac{(m^2 \cdot n_e)}{k_f \cdot \Delta H}, \quad (1)$$

где  $n_e$  – эффективная пористость, определяемая как

$$n_e = n + K_d \cdot \rho_c, \quad (2)$$

где  $n$  – активная пористость, принятая равной 0,35,

$\rho_c$  – плотность сухого грунта, принятая равной 1,6 г/мл.

Также была оценена относительная концентрация



радиоактивного изотопа в воде с учётом его распада на момент выхода из барьера. Оценка проведена по формуле:

$$C_{отн} = e^{(-\lambda \cdot t)}, \quad (3)$$

где  $\lambda$  — коэффициент распада,  $сут^{-1}$  [4,5]. В табл. 3 приведены результаты расчётов для выбранных элементов.

**Таблица 3.** Результаты расчёта прохождения элементов через ИББ

Глинистый материал	Время прохождения элемента через ИББ, годы/относительная концентрация на нижней границе				
	U	Sr	Cs	Ba(Ra)	Re(Tc)
Глина ожелезненная	4600/ 1	3200/ $1 \cdot 10^{-34}$	33000/ 0	10000/ 0,013	460/ 0,99
Бентонит ПБМВ	32000/ 1	$1,9 \cdot 10^6$ / 0	$1,8 \cdot 10^6$ / 0	$7,2 \cdot 10^6$ / 0	230/ 1
МАК смесь	240/ 1	930/ $1,8 \cdot 10^{-10}$	1900/ $2,7 \cdot 10^{-19}$	1500/ 0,53	9/ 1
Каолиновая глина	230/ 1	114/ 0,064	194/ 0,012	161/ 0,93	6/ 1

Выполненные эксперименты и расчеты показывают, что время проникновения элемента через барьер зависит как от разновидности самого глинистого грунта, так и от мигрирующих радионуклидов. Лучшими сорбционными свойствами обладают ожелезненная глина и бентонит ПБМВ Зырянского месторождения, не намного от них отличается МАК смесь. Каолиновую глину в данном случае можно признать непригодной для сооружения ИББ. Эффективность ее использования будет на порядки ниже, чем ожелезненной глины.

Изученные элементы можно разделить на 3 группы, отличающиеся своим поведением при взаимодействии с глинистыми грунтами при фильтрации или диффузии через них. За счет разной природы химического взаимодействия у одних элементов (таких как короткоживущие Sr, Cs)

за время прохождения через барьер может практически завершиться радиоактивный распад, а другие (такие, как в данном случае Tc), образующие несорбируемые анионы, будут проходить барьер практически со скоростью фильтрационного потока за время недостаточное для их распада. Уран и радий, имеющие длительные периоды полураспада, несмотря на высокую способность к сорбции на глинистых материалах, при миграции в защитном барьере не претерпят существенного распада и могут выходить в окружающую среду, хотя и через большое время. Их поглощение в большой степени определяется материалом барьера [6]. Полученные результаты показывают необходимость детального изучения сорбционных взаимодействий между потенциальными загрязнителями окружающей среды и материалами ИББ для конкретных условий при проектировании объектов захоронения РАО и любых других токсичных отходов.

### *Литература*

1. *Мартынов К. В., Захарова Е. В., Дорофеев А. Н. и др.* Функциональные свойства глинистых материалов для защитных барьеров радиационно опасных объектов. //Радиоактивные отходы № 4 (13), 2020, с.42-55
2. *Бухтояров О.И., Мосталыгина Л.В., Камаев Д.Н., Костин А.В.* Сорбция тяжелых металлов ( $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ) на бентонитовой глине Зырянского месторождения Курганской области. // Сорбционные и хроматографические процессы. 2011. Т. 11. Вып. 4, с.518-524
3. *Сергеев В.И., Шимко Т.Г., Кулешова М.Л. и др.* Методика оценки степени защищенности подземных вод от загрязнения в районах складирования отходов атомной промышленности. //Вопросы атомной науки и техники. Серия: Физика ядерных реакторов. № 1, 2004. с. 31-36
4. *Лукнер Л., Шестаков В.М.* Моделирование миграции подземных вод. М., Наука, 1988.
5. *Шестаков В.М.* Гидрогеодинамика. М., Изд-во МГУ, 1995.

6. Семенкова А.С., Ильина О.А., Крупская В.В., Закусин и др. Сорбция радионуклидов на глинистых минералах-компонентах инженерных барьеров безопасности. //Вестник МГУ. Серия 2: Химия. Т.62, №5, 2021, с. 425-434

*Shimko Tatiana G., Kuleshova Margarita L., Voronin Vasily L.*

**SORPTION PROPERTIES OF CLAYS  
IN THEIR EVALUATION AS MATERIALS FOR SAFETY  
BARRIERS IN RADIOACTIVE WASTE DISPOSAL**

*Laboratory for Geological Environment Protection (LOGS),  
Faculty of Geology, Moscow State Lomonosov University, Russia*

To characterize clay soils as materials for creating safety barriers for radioactive waste disposal, a study was made of the sorption properties of four types of clays. Distribution coefficients were obtained for the interaction of clay soils with U, Sr, Cs, Ba (Ra simulant) and Re (Tc simulant). On the basis of experimental data for a conditional waste disposal facility, a calculation was made of the time during which each of the elements will overcome the safety barrier from the studied materials. Clay materials are compared in terms of their effectiveness as barriers.

*Шмаль А.Г.*

## **ЧТО ТАКОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОПАСНОСТЬ**

*ООО Научно производственная фирма Экология и охрана среды»*  
[anatoliy-shmal@ya.ru](mailto:anatoliy-shmal@ya.ru)

В докладе дается анализ понятия «экологическая опасность». Предложена классификация факторов экологической опасности.

Понятие об экологической опасности относится к базовым категориям экологии как науки. Объем и содержание понятия составляют его логическую структуру.

Проведённый автором анализ показал, что в дефиниции родового понятия «опасность» и подчиненного ему «экологическая опасность» отсутствует однозначность, как в нормативно-правовых документах, так и в научной литературе [1, 2, 3].

Наиболее корректное обоснование понятия «опасность», выполнено В. Заплатинским, который определяет её как *возможность возникновения обстоятельств, при которых материя, поле, энергия, информация или их сочетание могут таким образом повлиять на сложную систему, что приведет к ухудшению или невозможности её функционирования и развития* [4].

Дальнейший обзор вариантов определения понятия «экологическая опасность» позволяет сделать вывод, что в общем виде она понимается как *вероятность снижения параметров качества окружающей среды под воздействием деятельности человека или природных явлений*. При этом аргументированную классификацию такой деятельности и явлений автору найти не удалось.

По результатам проведённого анализа автор предлагает понимать под экологической опасностью *любое изменение параметров функционирования природных, антропогенных и природно-антропогенных систем, приводящее к ухудшению качества окружающей среды за границы установленных нормативов*.

Изменение параметров качества окружающей среды является следствием, за которым скрывается причина. Для её выявления введём понятие о факторе экологической опасности, который представляет собой *любой процесс, явление приводящие к изменению параметров качества компонентов окружающей среды за границы установленных нормативов.*

На основе выше указанных подходов автором разработана классификация факторов экологической опасности, которая в обобщённом виде приведена в таблице 1. Детальная их характеристика проведена автором в монографии «Глобальная система экологической безопасности» [5].

**Таблица 1.** Классификация факторов экологической опасности

Тип	Класс		Вид
ПРИРОДНЫЕ	Космические		Солнечная активность, космические излучения; Воздействие космических тел (планеты, звезды, кометы, метеориты и т.п.); Этногенез
	ЗЕМНЫЕ	Геологические	Строение геологической среды; Свойства горных пород; Эволюция земной коры; Гидрогеологический; Геомагнитные инверсии
		Географические	Ландшафтный Гидрологический Геоморфологический Криологический

	Климатические	Аномальные осадки Аномальные по скорости движения воздушные массы (ураганы, смерчи, штиль) Экстремальные температуры Природные пожары
	Деструктивные	Химический Физический Механический Биологический
	Непредвиденные	Могут быть любого вида
АНТРОПОГЕННЫЕ	Экономические	Производственный Ресурсный Энергетический Демографический
	Политические	Недостатки или отсутствие экологической политики Политические кризисы Конфликты (включая с применением оружия) Терроризм, экстремизм Сепаратизм
	Социальные	Социально-экономический Социально-бытовой Информационный Научно-исследовательский Религиозный Морально-этический Экологическая безграмотность Антропогенные пожары
	Правовые	Незрелость экологического права Неполнота экологического права Правовой нигилизм
	Непредвиденные	Могут быть любого вида

Прежде всего, все экологически опасные факторы

разделяются на два типа по их генезису: природный и антропогенный.

Под **антропогенным типом факторов экологической опасности** понимается - процессы и явления, обусловленные разнообразной деятельностью человека, приводящие к изменению параметров качества окружающей среды за границы установленных нормативов. Выделяется пять классов: *экономический, политический, социальный, правовой, непредвиденный*.

В свою очередь под **природным типом факторов экологической опасности** понимаются - процессы и явления, обусловленные эволюцией космоса и планеты Земля, приводящие к изменению параметров качества окружающей среды за границы установленных нормативов.

Основанием для выделения классов, в данном типе, служат природные явления, которые могут оказывать негативное воздействие на природные и антропогенные компоненты окружающей среды. Автором выделяются следующие классы природных экологически опасных факторов: *космические, земные и непредвиденные*. В земном классе факторов выделяется четыре подкласса: *геологические, ландшафтно-географические, климатические и деструктивные*.

Важно иметь в виду, что все факторы экологической опасности по своему проявлению разделяются на две группы – *регулярные и потенциальные*.

Под регулярными факторами экологической опасности автор понимает постоянное, на определённых временных интервалах, негативное воздействие на окружающую среду любого процесса или явления.

Потенциальные факторы экологической опасности имеют вероятностный характер, негативное воздействие на окружающую среду проявляется при наступлении определённого сочетания условий.

Обеспечение экологической безопасности требует

в рамках комплексной экологической оценки территории изучения всего комплекса природных и антропогенных факторов экологической опасности, проявляющихся на оцениваемой территории и разработки управленческих решений, реализуемых в виде экологической политики соответствующими органами государственного и административного управления.

### *Литература*

1. ГОСТ Р 12.3.047-2012 Система стандартов безопасности труда Пожарная безопасность технологических процессов.
2. Термины МЧС РФ. Режим доступа: <https://www.mchs.gov.ru/ministerstvo/o-ministerstve/terminy-mchs-rossii/term/3268>. Дата обращения: 05.02.2022
3. Электронный словарь «Академик». Режим доступа: <https://academic.ru/>. Дата обращения: 05.02.2022
4. *Zaplatynskiy V.* The new concept of the most general term «danger». // International scientific conference security, extremism, terrorism 2012. December 13th - 14th, 2012 Podhájska Slovak Republic. Požiarotechnický a expertízny ústav MV SR v Bratislave, 2013 P. 267—278.
5. *Шмаль А.Г.* Глобальная система экологической безопасности. М.: Изд-во «Спутник+», 2018 г.

### *Anatoliy Shmal*

#### **WHAT IS AN ENVIRONMENTAL DANGER**

*LLC Scientific and Production Company "Ecology and Environmental Protection"*

The report provides an analysis of the concept of "environmental danger". A classification of environmental danger factors is proposed.



*Якимов А.В.*

**СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ НЕРАЦИОНАЛЬНОГО  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ  
РЕСУРСОВ В 2022 ГОДУ НА ПРИМЕРЕ  
ПРОМЫСЛА МИНТАЯ**

*Дальневосточный государственный технический  
рыбохозяйственный университет, Россия*

[applo\\_o@mail.ru](mailto:applo_o@mail.ru)

В статье описывается состояние проблемы нерационального использования водных биологических ресурсов на примере промысла минтая. В работе приводятся данные по промысловым операциям, прилову прочих видов гидробионтов. Описывается величина выброса за борт молоди минтая и всего что не идёт на судне в обработку. Дана оценка работе надзорных органов по качеству контроля и учёту нарушений.

Проблема нерационального использования водных биологических ресурсов (ВБР) затрагивается многими авторами [1-5] и, несмотря на то, что существует очень давно, остаётся актуальной в 2022 году. В частности, в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне не существует точных механизмов по учёту и контролю использования ВБР.

Данная статья подготовлена по материалам НИР, выполненной в рамках гранта Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета. Материалы собирались автором на судне при работе в основных районах добывающего флота в северной части Охотского и моря в январе-феврале 2022 г.

В основе лежат суточные промеры минтая из траловых уловов количеством 200 экземпляров. Промеры с точностью до сантиметра, с взвешиванием всех особей для расчёта средней массы в улове. Проводились наблюдения за промысловыми операциями, в особенности выбросы за борт всего что не пошло в обработку. На основе полученных средних величин с промеров рассчитывалась точная биомасса потерь ВБР.

Во время проведения исследовательской работы в случайных выборках из трала попадалась молодь минтая в пределах 27-36 см. Согласно полученным данным средний процент прилова молоди на траление в период наблюдений составил 13,9 %. Минимальное значение 0,49 %, а максимальное 72,6%. Самые массовые выбросы составили более 26 тонн молоди минтая за одно траление, цельными тушками.

Наблюдения показали, что на самом деле молодь не идёт в обработку и выбрасывается за борт, поскольку минимальные значения для продукции — это рыба с длиной АС более 37 см. На производство рыбной муки идут головы, всё остальное выбрасывается в связи с небольшим объёмом накопительного бункера. Останавливать производство ради того, чтобы произвести из молоди минтая рыбную муку судовладельцу экономически нецелесообразно.

Прилов молоди достаточно большой, отмечался практически повсеместно. В некоторых тралениях значительно превышал допустимые пределы в 20 % и являлся нарушением действующих Правил Рыболовства, утвержденных Приказом Минсельхоза России от 23.05.2019 № 267. Практически вся молодь минтая размером меньше промысловой меры выбрасывается за борт в неизменном виде, хотя это запрещено.

Наблюдения показали, что помимо молоди за борт может уходить и крупный минтай. Это происходит при переходе судна на перегруз рыбопродукции, поскольку необходима замывка цеха и промывание траловых комплексов и в связи с излишком минтай-сырец выбрасывают за борт. Здесь тоже немаловажная роль в коррекции данных по уловам судна, поскольку в реальности они не всегда достоверны. И чтобы скорректировать цифры по продукции, делают дополнительное траление, но иногда вылов слишком большой и приходится часть выбрасывать. За время наблюдения установлен максимальный сброс в количестве 20 тонн за час.

В настоящее время надзорным органам контролировать

это невозможно, поскольку это незаконные выбросы, и в официальных документах это количество рыбы из улова не записывается, тогда как контролирующими органами считается улов на основе того, что записано в промысловом журнале, а цифры там зачастую значительно занижены.

Помимо нерационального использования основного объекта промысла, существует и небрежное обращение с при-ловом других видов, которого избежать практически невозможно, особенно если траление происходит в придонном слое. Контроль в этой области практически отсутствует.

Из массовых видов прилова в уловах при специализированном промысле минтая промысловое значение имеют командорский кальмар (*Berryteuthis magister*), палтусовидная камбала (*Hippoglossoides elassodon*) и малоглазый макрурус (*Albatrossia pectoralis*).

Наиболее нерациональное отношение к командорскому кальмару, поскольку в среднем на траление его попадает более сотни килограмм. В период наблюдения зафиксирован максимальный прилов в пределах 1,7 тонн, однако, по наблюдениям автора, в разные годы отмечаются и большие цифры. И всё это выбрасывается за борт без какого-либо контроля или учёта.

Улучшить ситуацию может помочь создание системы контроля и учёта за промысловыми операциями с автоматической отправкой данных по факту программными методами без участия кого-либо из экипажа судна во избежание фальсификаций. Для уменьшения возможного прилова молодежи рационально отправлять научное поисковое судно в основной район скопления промыслового объекта и базирования флота. Давать рекомендации по промыслу на основе полученных данных, поскольку сейчас такого нет. Если не предпринимать никаких действий, то запасы продолжат истощаться.

### *Литература*

1. *Смирнов А.В., Мельников И.В., Байталюк А.А.* Промысел минтая в России успехи и проблемы // Рыбное хозяйство №6, 2011. С. 52–54.
2. *Балыкин П.А., Бонк А.А., Буслов А.В., Варкентин А.И., Золотов А.О., Терентьев Д.А.* Потери улова на промыслах Дальнего Востока и возможности их уменьшения. // Экономические проблемы развития рыбн. промысл. и хоз-ва России в свете реализации Концепции развития рыбн. хоз-ва РФ до 2020 г. М.: ВНИЭРХ, 2004. С 78-86.
3. *Буслов А.В., Варкентин А.И.* Как усовершенствовать учет вылова минтая // Рыбное хозяйство №6. 2000. С. 33-34.
4. *Буслов А.В., Бонк А.А., Варкентин А.И., Золотов А.О.* Определение недоучета вылова минтая и сельди: методические подходы и результаты // Методические аспекты исследований рыб морей Дальнего Востока. Труды ВНИРО. Т СXLVI.М.: изд-во ВНИРО, 2006. С. 322-328.
5. Ассоциация Добытчиков Минтая. Режим доступа: <http://pollock.ru/press> Дата обращения: 13.02.2022.

*Andrei V. Iakimov*

### **THE STATE OF THE PROBLEM OF IRRATIONAL USE OF AQUATIC BIOLOGICAL RESOURCES IN 2022 ON THE EXAMPLE OF POLLOCK FISHING**

*Far Eastern State Technical Fisheries University, Russia*

The article describes the state of the problem of irrational use of aquatic biological resources on the example of Pollock fishing. The paper provides data on fishing operations, by-catch of other species of hydrobionts. It describes the amount of ejection overboard of Pollock juveniles and everything that does not go into processing on the fishing vessel. The assessment of the work of supervisory authorities on the quality of control and accounting of violations is given.

# ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ И ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

*Аликариева Д.М.<sup>1</sup>, Мерганов А.Т.<sup>2</sup>, Камалова М.Д.<sup>3</sup>*  
**НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ  
ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ПЛОДОВ  
*LYCIUM CHINENSE* MILL. И *LYCIUM BARBARUM* L.**

<sup>1</sup>*Ташкентский фармацевтический институт, Узбекистан*

<sup>2</sup>*Наманганский инженерно-технологический институт,  
Узбекистан*

<sup>3</sup>*Национальный Университет Узбекистана имени М.Улугбека,  
Узбекистан*

[alikarievadurdona@mail.ru](mailto:alikarievadurdona@mail.ru)

В статье представлены результаты исследования эффективности производства ягод Goji в условиях Узбекистана. Исследования показали, что основные факторы роста валовой продукции ягод зависят от условий интродукции, интенсивной технологии выращивания и подкормки растений. На основе проведенных исследований использования технологии возделывания и переработки плодов и ягод *Lycium chinense* Mill., *Lycium barbarum* L. было выявлено, что они обеспечивают высокую эффективность. Необходимо ввести интенсивные агротехнологии и усиление мер государственной поддержки.

Увеличение валового сбора плодов и ягод можно достичь в результате закладки плантаций с адаптированными видами, устойчивых к климатическим условиям.

В Узбекистане разработаны экономические механизмы внедрения ресурсосберегающих технологий, о чем свидетельствуют программы правительства по развитию аграрного сектора экономики. Узбекистан – аграрная страна, которой необходимы водосбережения при орошении сельского хозяйства. Одним из резервов повышения производства ягод является использование для закладки плантаций

высококачественного посадочного материала [1].

Урожайность ягодных насаждений требует разработки современной системы мероприятий по развитию производства ягод *Goji*. Развитие производства ягод следующее: использование качественного оздоровленного посадочного материала, применение высокоурожайных видов с хорошими вкусовыми и транспортабельными качествами ягод, применение рационального и эффективного орошения [2-4]. Развитие производства ягод *Goji* на инновационной основе должно осуществляться при государственной поддержке отрасли [5, 6].

Целью научной работы являлось исследование эффективности производства ягод *Goji* в условиях Узбекистана.

Для создания плантации *Goji* в условиях Наманганской области проводили ряд научных исследований по отношению к почве, влажности и органического удобрения. Осенью было внесено 20-25 тонн органических удобрений, фосфорных 200 кг и калийных удобрений в количестве 300 кг. После проводили вспашку, выравненные почвы подготовлены по схеме 3х2 м<sup>2</sup> для посадки саженцев ранней весной или поздней осенью.

Изучение этого уникального растения началось в Ботаническом саду имени Н.Ф.Русанова. Подготовленные черенки и сеянцы *Goji*, которые в 2021 году выращивали на площади 2,5 га в фермерских хозяйствах Наманганской области Чустского района имени «Рустамали Каримов» и в Чартакском районе частного предприятия «Биллур Аркон» производства фруктовых и овощных соков. Изучены агробиологические особенности, способы размножения и химический состав, а также технология выращивания *L. chinense* и *L. barbarum*. Рост растений достигает от 200 до 350 см. Плоды имеют свои особенности, вес 1000 г плода 230-300 г. Плоды мелкие 1,5-2,5 см, кораллово-красного цвета, количество семян в плоде 20-40. Формирование плодов начинается в условиях Наманганской области в первой

декаде месяца июня. Созревание в июле месяце, созревание плодов происходит длительное время до ноября, поэтому сбор плодов проводится каждые 10 дней (табл.1).

**Таблица 1.** Фенофаза Goji в условиях Наманганской области

Фено фазы	Месяцы																				
	03			04			05			06			07			08			09		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Б				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
Ц					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
Ф						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
Н							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
С										■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Б – бутонизация; Ц – цветение; Ф – формирование плода; Н – начало созревания плода; С – созревание

Исследования показали, что посадка 2-3 летних саженцев является эффективной по сравнению с однолетними растениями. После посадки саженцев проводили орошение 400-450 м<sup>3</sup>. В апреле 1 раз, в июне и июле 2 раза и сентябре 1 раз. В течение вегетационного периода рекомендуется орошать 2000-2500 м<sup>3</sup>.

Возделывание плодоягодных культур по интенсивным технологиям в регионе зависимо от почвенно-климатических условий отличается проблематичностью, поскольку сроки внесения различных удобрений на практике не всегда выдерживаются, что снижает качество продукции. При этом многие операции производства плодоягодных культур недостаточно механизированы, что снижает производительность труда [7-9].

Осенью для посадки саженцев для неудобренных почв были подготовлены ямы и внесены 2-3 кг гумуса и 100 г фосфорного и 50 г калийного удобрения, что способствовало улучшению и быстрому плодоношению растений, 5-6 летние

растения плодоносили урожай от 1500 до 2000 кг. Повышенная эффективность у растений, у которых обрезают старые ветки, чтобы получить как можно больше молодого прироста. Срезаются в основном побеги на высоте 1 м. Вокруг саженцев при малом водообеспечении и условно поливных почв осенью вокруг саженцев копают ямы, что обеспечивает сохранение влажности, которое дает возможность снижению нормы полива. Gojı в условиях без полива также может умеренно развиваться.

Для оценки урожайности плодов *L. barbarum* изучали в контрольном варианте плодородия почвы и почвенно-климатические условия на площади 0,10 га в разных вариантах (каменистой, адырный и орошаемых почвах) в трех повторностях. Для определения урожайности с каждого варианта брали по 10 модельных растений, определяли количество веса плодов с одного куста, вес 1000 плодов, количество и урожайность с одного гектара.

По данным наблюдений определено, что в контрольном варианте с одного куста растения можно получить 300 г, в условиях адыра 320 г, орошаемых почвах до 400 г, с одного гектара площади в контрольном варианте 4,8 опытным варианте 510-640 кг/га.

Анализы показали, что Gojı можно выращивать в различных почвенно-климатических условиях Наманганской области, а урожайность определяется с повышением бонитета почвы, определено что в среднем можно получить урожайность 540 кг/га.

Установлена потребность к воде в трех повторностях и четырех вариантах: объем полива 900, 1200, 1500, 2000 м<sup>3</sup>, в процессе вегетации изучали рост и развитие растений, влияние нормы полива на урожайность.

Определены низкие показатели роста и урожайность растений в контрольном (St) варианте на 0,10 га площади при трехкратном поливе 300 м<sup>3</sup> – 48,0 кг. На участке выделенном для опыта в варианте 1200 м<sup>3</sup> – 56,0 кг, и на орошаемой



площади 1500 м<sup>3</sup> – 64,0 кг, а также в вегетационном периоде 2000 м<sup>3</sup> от поливных площадей получено 66,0 кг урожая.

Для определения эффективности продукта изучены плоды с плантации Goji, выращенные на экспериментальной площади промышленного предприятия “Биллур Аркон”.

По данным в соответствии с программой прогноза с одного гектара плантации в течение 2-3 лет можно выращивать 1.8-2.0 тонн исходя из биологической особенности растений, начиная с июня до ноября непрерывно в течение 6-7 дней можно собрать продукт. Периодом плодородности урожая считаются месяцы август-сентябрь. По применяемым агротехническим мероприятиям с одного растения можно получить 0.8-1.3 кг плодов.

Была оценена экономическая эффективность работы плантации в течение первых 4 лет (табл.2)

**Таблица 2. Экономическая эффективность и объем продукции на плантациях Goji (2020 г.)**

Экономические показатели	Единица измерения	Единицы
Площадь посева	Га	1.0
Объем продукта	Тонна	2.0
Общие расходы	млн.сум	25.0
Себестоимость продукта	кг/сум	12500.0
Цена продажи продукта	кг/сум	30 000.0
Общая прибыль	млн.сум	60.0
Чистая прибыль	млн.сум	35.0 - 70.0*
Ущерб	млн.сум	-
Степень рентабельности	%	140.0

Примечание: \*Последующие годы за счет уменьшения затрат на саженцы и их посадки, ожидается чистый доход на 70 млн. сум.

В ходе работы были также разработаны:

- технология сушки плодов Goji, при которой были сохранены цвет, вкус, запах (органолептические свойства)

и химический состав готового продукта, которые определяли сенсорным методом. По результатам лабораторного анализа из 1,0 кг сочных плодов получено 320-350 г сухого продукта;

- технология и рецепт приготовления компота из ягод *Goji*;
- технология и рецепт приготовления варенья из ягод *Goji*;
- технология и рецепт приготовления джема из ягод *Goji*.

С целью определения эффективности переработки плодов *Goji* и получения различной продукции в перерабатывающей промышленности на производственном предприятии «Биллур Аркон» Чартакского района определяли производство продукции по разработанным технологиям и рецептурам. Рентабельность производства составила: для сушеного продукта 169,8%; для джема 31,6%; для варенья 50%; для компота 16%.

Таким образом, в целях повышения рациональности и эффективности производства ягодных культур в республике Узбекистан необходимо:

- создать продуктивные сады интенсивного типа на различных почвах;
- увеличить площадь плантации под многолетними насаждениями;
- заниматься закладкой ягодников в благоприятных агроклиматических зонах;
- использовать ягоды *Goji* с высокой продуктивностью с плодами высокого качества, способных переносить воздействия абиотических и биотических факторов;
- применять удобрения с агроклиматическими и биологическими нагрузками в целях повышения качества урожая;
- внедрять экологически безопасные методы производства и хранения продукции.

Для закладки плантаций *Goji* и достижения высокой продуктивности целесообразно выбирать орошаемые сероземы. До посадки в каждые ямы для подкормки растений вносят 3,0-3,5 кг органического удобрения или 1,0-1,2 кг

биогумуса, что обеспечивает быстрое развитие, плодоношение и в ноябре месяце обеспечивает полный сбор урожая и продуктивности. С 4-5 летних насаждений с одного гектара можно производить до 1500-200 кг урожая. Фермерское хозяйство может получить чистый доход в размере 35,0-70,0 млн.сум с гектара. При переработке ягод *Goji* промышленное предприятие может получить чистую прибыль до 147,0 млн.сум. Плоды *Goji* рекомендуются для приготовления компота, варенья, джема и других консервированных продуктов, а также для высушенных в тени продуктов.

Работа выполнена при поддержке Инновационного проекта № А-ОТ-2021-150.

#### *Литература*

1. Казаков И.В., Айтджанов С.Д., Евдокименко С.Н., Сазонов Ф.Ф., Калугина В.Л., Андропова Н.В. Ягодные культуры в Центральном регионе России. М.:ФГБНУ ВСТИСП, 2016.

2. Зюкин Д.В., Жиляков Д.И., Горшков С.Ю. Направления повышения производительности труда в организации // Наука и практика регионов. 2021. № 1 (22). С. 14-19. 4.

3. Карайчев А.С. Стратегия инновационного развития плодово-ягодного комплекса России // Теория и практика мировой науки. 2017. №4. С. 47-49.

4. Куликов И.М., Минаков И.А. Приоритетные направления развития садоводства в условиях импортозамещения: монография. Москва: Издательство Всероссийского селекционно-технологического института садоводства и питомниководства, 2020.

5. Соколов О.В. Государственная поддержка развития садоводства – основа интенсивного развития отрасли в современных условиях // Комплексное развитие сельских территорий и инновационные технологии в агропромышленном комплексе: материалы IV международной научно-методической и практической конференции. Новосибирск. 2019. С. 81-85.

6. Терновых К.С., Куренная В.В., Леонова Н.В. Развитие плодово-ягодного подкомплекса: тенденции, перспективы // Вестник Воронежского государственного аграрного университета.

2021. Т.14. №1(68). С.109-115

7. *Наседкина Т.И., Лаханова А.М.* Анализ эффективности сельскохозяйственного производства на основе МСФО. // Бухгалтерский учет в сельском хозяйстве. 2011. № 6. С. 46–50

8. *Касынкина О.М.* Повышение эффективности производства продукции садоводства. // Нива Поволжья. 2014. № 4 (33). С.48-53

9. *Ситдикова Г.З.* Факторы эффективности производства в садоводстве. // Региональная экономика: теория и практика. 2009. №38. С. 66-69

***Alikarieva D.M.<sup>1</sup>, Merganov A.T.<sup>2</sup>, Kamalova M.D.<sup>3</sup>***  
**SCIENTIFIC AND PRACTICAL BASES**  
**OF CULTIVATION AND PROCESSING TECHNOLOGY**  
**OF FRUITS OF *LYCIUM CHINENSE* MILL.**  
**AND *LYCIUM BARBARUM* L.**

<sup>1</sup>*Tashkent Pharmaceutical Institute, Uzbekistan*

<sup>2</sup>*Namangan Engineering-Technological Institute, Uzbekistan*

<sup>3</sup>*National University of Uzbekistan named after M. Ulugbek,  
Uzbekistan*

The article presents the results of research on the efficiency of Goji berry production in the conditions of Uzbekistan. The studies have shown that the main factors of gross berry production growth depend on the conditions of introduction, intensive cultivation technology and plant nutrition. On the basis of the conducted studies on the use of technology of cultivation and processing of fruits and berries *Lycium chinense* Mill. and *Lycium barbarum* L. it was found that they provide high efficiency. It is necessary to introduce intensive agricultural technologies and strengthening of state support measures. Increase in the gross yield of fruits and berries can be achieved by establishing plantations with adapted species that are resistant to climatic conditions.

**Батиров Х.Ф., Рахимов Г.Ю.**  
**РОСТ, РАЗВИТИЕ И УРОЖАЙНОСТЬ**  
**БЕЗВЫСАДОЧНЫХ СЕМЕННИКОВ СВЕКЛЫ**  
**В УЗБЕКИСТАНЕ**

*Самаркандский государственный университет  
имени Ш.Р. Рашидова, Узбекистан*

В данной статье приводятся результаты исследований проведенных в орошаемой зоне Зеравшанской долины по выращиванию семян кармовой свёклы, безвысадочным способом. Зимовегетирующие растения, оставаясь на открытом поле в зимнее время выполняют важную фитосанитарную роль, влияют на комплекс биологических процессов и формирование флоры сорных растений, энтомо и фитофауны.

Известно, что семена свеклы (как и других корнеплодов) получают двулетним т. е. высадочным способом, при котором в первом году вегетации выращивают растения в маточнике, затем их осенью выкапывают, хранят, весной высаживают в поле и только после этого летом получают семена в пределах 15-17 ц/га. Между тем по исследованиям проведенным на орошаемых землях Узбекистана [1-3], свеклу можно выращивать одногодичным способом путем посева семян осенью. Экономическая ситуация диктует необходимость разработки новых для орошаемых условий Зарафшанской долины Узбекистана, современных, ресурсосберегающих технологических приемов выращивании свеклы в зимний период вегетации, при котором урожай семян возрастает в 1,5-2,0 раза при одновременном сокращении затрат труда и средств в 2,0-2,5 раза по сравнению с традиционным, высадочным способом [3]. К сожалению, несмотря на актуальность данной проблемы, выращивание свеклы в зимних условиях в связи со сроками, нормами, а также способами применительно к почвенно-климатическим условиям орошаемых земель недостаточно изучены и не разработаны научно обоснованные рекомендации производству [5].

Исследования проводились на орошаемых землях научно-экспериментальной станции овоще-бахчевых культур и картофеля УзНИИ, расположенной в Тайлякском районе Самаркандской области. Почвы опытного участка лугово-сероземные с содержанием гумуса в среднем 0,69-0,81%, валового азота 0,110-0,057, подвижных форм фосфора 31,4-12,9 мг/кг и калия 185-219 мг/кг почвы. Погодные условия в годы проведения исследования (2018-2021 гг) в основном благоприятствовали росту, развитию и формированию высоких урожаев биомассы семенников и высококачественных семян. Так, среднесуточная температура в октябре-ноябре колебалась в эти годы от 15,7 до 11,6<sup>0</sup>С.

В период вегетации посев семян осуществляли с помощью сеялки СПЧ-6 с междурядьями 70 см. Посев проводили в трех вариантах: 1, 15 и 30 сентября. После появления всходов проводили рыхления междурядий на глубину 6-8 см до ухода в зиму, а последующие 2-3 обработки проводили весной на глубину 12-14 см с внесением в почву N<sub>120</sub> P<sub>90</sub> K<sub>60</sub>. В начале и после каждой обработки поливали из расчета 550-600 м<sup>3</sup>/га осенью и 750-800 м<sup>3</sup>/га в весенний период вегетации. В период вегетации также проводили мероприятия борьбы против сорняков, вредителей и болезней свеклы. Закладка и проведение опытов, учет и наблюдение велись по общепринятой методике, к данным по урожаю семян применяли дисперсионный анализ по Б.А. Доспехову [4], экономическая эффективность рассчитывалась согласно существующим нормам, актам и рекомендациям.

С началом зимнего периода, т.е. с декабря месяца наблюдается установление постоянного периода пониженных температур и изредка оттепельных дней. Уже к концу декабря поверхность почвы часто покрывается ледяной коркой, наблюдаются холодные ветра (суховей) без снежного покрова. Это в некоторой степени влияет на рост молодых растений, прежде всего на состояние корневой системы свеклы.

Полученные данные показывают, что под ледяной коркой

и без нее благодаря высокой относительной влажности воздуха и оттепелей в зимний период происходит рост и развитие корневой системы кормовой свеклы (таблица 1).

**Таблица 1.** Изучение корневой системы кормовой свеклы (НЭС НИИ ОБК и К, в среднем за 2018-2021 гг).

Показатели	Сроки наблюдений	По срокам посева		
		1	2	3
Сухая масса корней, г	1/ХП	25,1	23,2	21,4
Динамика развития корневой системы, см	-П-	29,9	27,5	25,8
Глубина проникновения корней, см	-П-	69,7	66,3	62,5
Отношение корней к надземной массе, %	-П-	34,5	33,1	31,2
Сухая масса корней, г	01/02	28,1	25,2	24,3
Динамика развития корневой системы, см	-П-	32,2	30,1	28,9
Глубина проникновения корней, см	-П-	72,3	69,7	66,0
Отношение корней к надземной массе, %	-П-	37,9	36,8	34,5
Сухая масса корней, г	01/03	30,2	28,5	26,9
Динамика развития корневой системы, см	-П-	36,8	33,9	32,0
Глубина проникновения корней, см	-П-	75,9	72,7	69,8
Отношение корней к надземной массе, %	-П-	41,0	39,6	37,5
Сухая масса корней, г	01/04	32,0	30,4	28,7
Динамика развития корневой системы, см	-П-	39,8	36,8	35,6
Глубина проникновения корней, см	-П-	78,0	75,6	74,1
Отношение корней к надземной массе, %	-П-	43,9	43,1	41,0

В марте и особенно в апреле наблюдался усиленный рост стержневой карневой системы достигая при этом по срокам посева соответственно от 66,0 до 72,3 см и в апреле 74,1-78,0 см соответственно. Заметим, что аналогичные данные были получены и по другим показателя кормовой свеклы (масса растения, масса корнец, количество листьев). В этой связи особый интерес представляет температура почвы и воздуха в зимний период вегетации растений. Довольно интересные данные получены нами в опытах и по прохождению фаз развития семенников в зависимости от способов выращивания кормовой свеклы, приведенные в таблице 2.

**Таблица 2.** Прохождение фазы развития по способам выращивания кормовой свеклы (среднее 2018-2021 гг.).

Показатели роста и развития	Методы выращивания		Рост растения, см	
	Высадочный (мартовское)	Безвысадочный (сентябрьское)	Высадочный	Безвысадочный
Прорастание	11 апр.	12 сент.	14	5
Появление почек листьев	-	10 окт.	21	12
Отрастание ранней весной	22 апр.	12 мар.	34	19
Появление стебля	2 мая	16 апр.	65	89
Цветение	27 мая	12-мая	92	138
Спелость	15 июля	25 июня	110	159
Всхожесть %	71-76	82-87		
Урожайность ц/га	14-15	26-27		

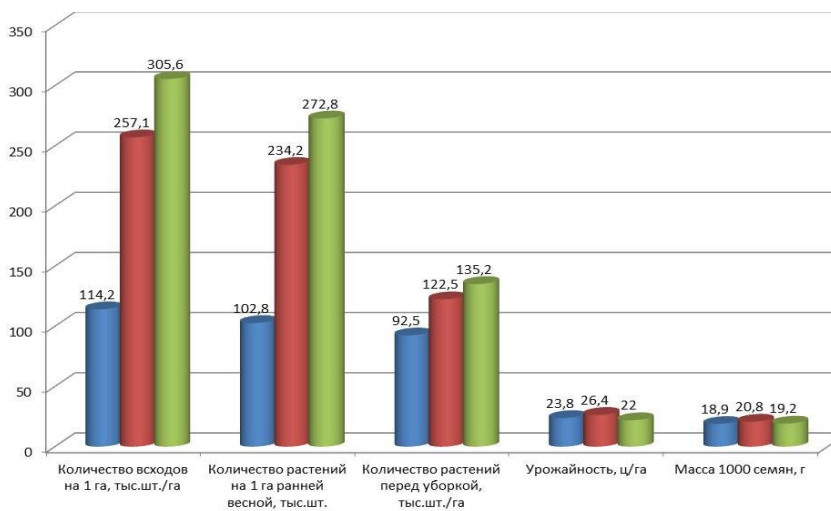
Как показывают данные таблицы при безвысадочном способе рост и развития растения происходит иначе по сравнению с высадочным способом, что очень важно при установлении оптимальных сроков и норм высева семян.

В 2019 году при посеве 1 сентября с густотой 10 растений



на 1 м количество ростков на 1 га было 114,3 тыс.растений, то после перезимовки на 1 га осталось в среднем 102,8 тыс.растений, или в среднем 7,2 шт. на 1 м, а при посеве из расчета 20 шт. на 1 м на 1 га проросших ростков было 257,1 тыс.штук, количество растений оставшихся после перезимовки было 234,2 тыс. штук и при посеве из расчета 30 шт. на 1 м. было 305,6 тыс.растений на 1 га, а после перезимовки осталось 272,8 тыс.

Существуют также различия в результатах по массе корнеплодов и листьев, диаметру, количеству, сохранности ростков растений поздней осенью и зимой, содержанию органических и минеральных веществ и другим характеристикам (рис.1).



**Рис. 1.** Показатели густоты растений (кол-во всходов, кол-во растений ранней весной, кол-во растений перед уборкой урожая на 1 га), и урожайности (урожайность ц/га, масса 1000 семян) семенной свеклы при различных сроках посева (в среднем за 2019 г.).

Исследования, проведенные нами в орошаемых условиях, еще раз подтверждают то, что при возделывании

семян кормовой свеклы везвысадочном способом сроки, способы и густота стояния растений влияют на урожай семян, его качество, а также и на другие показатели растений. Следующим важным моментом является определение экономической эффективности семян кормовой свеклы по данному методу (табл.4).

**Таблица 4.** Экономическая эффективность семеноводства свеклы при разных сроках посева на 1 м. 20 шт. в среднем 2018-2021 гг.).

Показатели	Единица измерения	Сроки посева		
		1 сент.	15 сент.	30 сент.
Урожай семян	ц/га	27,2	24,8	17,1
Общие затраты	тыс. сум/га	1,188	1,188	1,188
Закупочные цены	тыс. сум/га	917,0	917,0	917,0
Стоимость семян	тыс.сум/кг	4980	4980	4980
Условная чистая прибыль	тыс.сум/га	13,545	12,605	8,515
Себестоимость семян	тыс. сум/ц	43,7	47,9	49,4
Уровень рентабельности	%	114,0	106,1	71,7

Таким образом, исследования, проведенные на орошаемых землях Зарафшанской долины Узбекистана позволяют сделать нижеследующие основные выводы:

- Установлено, что при увеличении норм высева семян повышается зимостойкость растений, ускоряется развитие в весенний период, сокращаются межфазные периоды, запаздывает формирование семян. В зависимости от сроков и увеличение норм высева от 120-130 тыс./га до 140-150 тыс./га продолжительность вегетационного периода сокращается на 14-16 дней, а урожайность семян уменьшается на 4,3-5,1 ц/га площади.

- Исследования показали, что при посеве 1; 15 и 30 сентября масса корнеплодов составляет соответственно 250,2; 220,1 и 180,3 г, урожай ботвы 205,0; 168,6 и 125,0 г, количество сахара и сухих веществ в корнеплодах при первом сроке посева 10,3 и 13,8%, при втором сроке 10,7 и 14,2%, а при третьем сроке посева 9,2 и 11,4% соответственно, т.е. установлено, что при поздних сроках посева показатели качества всхожести семян заметно снижаются.
- Самый высокий урожай 27,5 ц/га был получен в варианте при посеве 1 сентября, густоте стояния 20 шт. семян на 1 м. (11 кг/га) и 8-9 растений (120,0 тыс.растений/га) на 1 м. после прополки, что на 3,3-6,2 ц/га больше по сравнению с вариантами посева в сроки 15 и 30 сентября.
- Установлено, что самые высокие показатели экономической эффективности были отмечены при посеве 1 сентября, густоте стояния 120,0 тыс. растений/га, при этом затраты на 1 га составили 1,188 тыс.сум, чистая прибыль 13,545 тыс.сум, уровень рентабельности составил 114,0%, себестоимость 1 кг семян 4980 сум. Эти экономические показатели в 2,5-3 раза больше по сравнению с традиционным, т.е. рассадным способом возделывания семян кормовой свеклы, что внедрено в производство.
- Для получения по ресурсосберегающей технологии высокого урожая семян с низкой себестоимостью в условиях лугово-сероземных почв Зарафшанской долины рекомендуется: высевать кормовую свеклу сорта «Узбекистан-83 осенью в первой декаде сентября из расчета 20 шт. семян на 1 м. (11 кг/га), по схеме 70 см густотой стояния растений 180-200 тыс./га, после перезимовки провести прополку до уборки урожая и оставить на 1 м. 8-9 растений, т.е. оставить 120 тыс. растений на 1 гектаре.

### *Литература*

1. *Ахмедова С. М.* Сроки сева, густота стояния и нормы

внесения азотных удобрений при выращивании безвысадочных семенников кормовой свеклы в условиях орошения. Автореферат канд. дисс., Ташкент. 1983

2. *Балан В.Н., Тарабрин А.Е. и Корнейчук А.В.* Биология и агротехника безвысадочных семенников корнеплодных культур в орашаемых условиях юга Украины. Киев. 2001

3. *Батыров Х.Ф.* Выращивание двулетних корнеплодов в осенне-зимний, зимний и весенний период вегетации для семенных целей. Самарканд, 1997

4. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985.

5. *Косулина Л.Г. и др.* Физиология устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды.-Ростов и/Д: Изд-во Рост унта, 1993.

*Batirov H.F., Rakhimov G.Yu.*

### **GROWTH, DEVELOPMENT AND YIELD OF BEET SEEDLINGS WITHOUT PLANTING IN UZBEKISTAN**

*Samarkand State University named after Sh. R. Rashidov, Uzbekistan*

In this article the results of research conducted in the irrigated zone of Zeravshan valley on cultivation of beet seeds without planting method are given. Wintering plants remaining in the open field during winter time play an important phytosanitary role, influence on a complex of biological processes and formation of weed flora, entomo and phytofauna.

**Батиров Х.Ф., Файзуллаев Б., Маликов Д.**  
**ЗИМУЮЩИЕ ДВУЛЕТНИКИ**  
**В КАЧЕСТВЕ СИДЕРАТОВ**

*Самаркандский государственный университет, Узбекистан*

Авторами в 2015-2019 гг. изучались корнеплодные культуры, которые в зимний период удачно сохраняются, с ранней весны активно отрастают и в начале лета обеспечивают значительный урожай биомассы, который фермеры могут использовать в качестве зеленого удобрения – сидератов.

Известно, что к числу зимовегетирующих культур относятся многие однолетние и многолетние растения, которые в процессе своего роста и развития способны уловить ресурсы тепла и влаги как в осенний, так в зимний и ранневесенний периоды вегетации значительным образом [1]. Эти культуры на орошаемых землях Узбекистана могут выращиваться практически круглый год, а их биомассу и семена можно использовать для различных целей (как зелёный корм, сидераты, для выработки пищевого масла и т.д.) [2-5].

Однако из-за недостаточной изученности ассортимент сортов этих культур в хлопково-зерновом комплексе орошаемых полей незначителен, что делает крайне необходимым изучить потенциально-биологические возможности и, на этой основе, разработать применительно к различным почвенно-климатическим условиям регионов технологические приёмы выращивания для различных целей и дать научно обоснованные рекомендации производству. Многие из этих культур обладают в биологическом отношении большим преимуществом и простотой технологических приёмов. Так, редька масличная в течение 40-45 дней (от посева семян) способна формировать от 400 до 600 ц/га урожая биомассы или же 3,0-3,5 т/га семян, что эквивалентно выходу 2,0-2,5 т/га пищевого масла с отличным качеством [3].

В этой связи нами проводились исследования о возможности выращивания из двулетних культур свеклы сахарной,

листовой, из капустных редьки масличной, капусты кормовой и тифона для использования их биомассы для целей сидерации не только в летне-осенний, но и в зимний период вегетации.

Опыты проводились в 2015-2019 годы на орошаемых землях Самаркандской области в четырёхкратной повторности с размером делянки 50м<sup>2</sup> каждой. Закладка опытов, биометрические учёты, анализы и наблюдения проводились согласно методике полевого опыта [6], данные по урожаю, полученные в опытах, подвергались дисперсионному анализу. Почвы опытного участка были типичные сероземы, по механическому составу среднесуглинистые с залеганием грунтовых вод 5-7 метров. Приёмы выращивания этих культур были рекомендованными для данной зоны, а погодные условия в годы исследований были благоприятными для формирования высокого урожая биомассы.

Учеты и наблюдения в опытах показали, что при посеве семян двулетних культур в начале сентября осенью формируют хорошо развитый корнеплод с определенным количеством листьев и их массы.

Так, свекла сахарная, столовая, кормовая образуют количество листовой массы, которое как сидераты может быть использовано в междурядьях растений. Но с оттепелью весной у них идет обильное нарастание как подземной так и надземной массы. Довольно интересные данные получены в опытах и по фазам их развития. Так, если отрастание у них наступило 7-9 марта ежегодно, то началом фазы стеблевания отмечено 5-7 апреля, а массовое 15-17 апреля, фаза же бутонизации 25 апреля и 5 мая ежегодно и цветение обычно отмечалось в середине мая.

В начале апреля масса одного корня в среднем была у свеклы сахарной 70-75 грамма, столовой свеклы 62-65 грамма, листовой свеклы чуть меньше, редьки масличной, капусты кормовой и тифона 50-55 грамма, но листьев вместе с семенниками у всех представителей было намного больше.

К примеру, масса листьев была в пределах 85-131 г, а в мае, а тем более в июне была в нарастающем темпе, т.е. в пределах 215-285, а у капустных 330-35 г.

Скашивание надземных органов осуществлялось в фазу бутонизации, цветения и даже в фазу образования семян, при этом урожай зеленой массы был в среднем соответственно 290,4;385,0;495,3 ц/га. Интересные данные получены в зависимости от сроков посева и нормы высева семян. Так, при посеве семян 1 сентября брюква, капуста, редька масличная и тифон имели массу корня в начале апреля 35,3-48,1 г и в начале июня 106,4-14,3 г, а при посеве 15 сентября и 1 октября масса и корня, и листьев была заметно ниже.

Во всех случаях урожайность зеленой массы свеклы, тифона, редьки масличной и брюквы, по сравнению с другими двулетниками, была высокой: сахарная свекла – 504,5 ц/га, листовая – 437,0 ц/га, капустные в среднем 450-475 ц/га.

Таким образом, выращивание корнеплодных культур в зимний период вполне возможно, и позволяет получить от 312,0 до 504,5 ц/га биомассы, которая может быть использованы в фермерских хозяйствах для целей сидерации, а также для получения доброкачественных семян.

Авторы выражают свою признательность руководству СамГУ и хозяйства, где проводились опыты за оказание практическую помощь и содействие членам коллектива кафедры Экология и безопасность жизнедеятельности.

### *Литература*

1. *Бурьгин В. А., Маркова Л.Е.* Зимовегетирующие растения Узбекистана. Ташкент: ФАН, 1975
2. *Горелов Е.П.* Промежуточные культуры в хлопководческих хозяйствах Узбекистана и их использование для сидерации. Автореф. докт. дисс., Ташкент, 1972
3. *Батиров Х. Ф.* Выращивание семян зимующих культур в Зарафшанской долине// Самарканд, Сам СХИ, 1997
4. *Добротворцева А.В.* Выращивание сахарной свеклы

на семена. Москва: Колос, 1975

5. *Довбан К.И.* Зеленое удобрение. Минск: Урожай, 1990

6. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985

***Batirov H.F., Faizullaev B., Malikov D.***

## **WINTERING BIENNIALS AS GREEN MANURE**

*Samarkand State University, Uzbekistan*

The authors in 2015-2019 studied root crops, which are successfully preserved in winter, from early spring grow friendly and in early summer provide a biomass harvest in the range from 31.2 to 50.4 t/ha, which farmers can use as a green fertilizer - siderates.



*Васильев Д.В.*

## **ПОСЛЕДСТВИЯ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ЦИНКОМ ДЛЯ СЕМЕННОГО ПОТОМСТВА ЯЧМЕНЯ**

*Всероссийский научно-исследовательский институт  
радиологии и агроэкологии, Россия*  
[treworqwert@mail.ru](mailto:treworqwert@mail.ru)

Исследование показало, что повышение концентраций Zn в почве выше естественных уровней могут увеличить частоту цитогенетических нарушений в корневой меристеме, семенного потомства, но может также увеличить его всхожесть. Токсический риск цинка определяется свойствами почвы. Zn оказывает наибольшее влияние на показатели качества семян на дерново-подзолистой почве.

Жизнеспособность популяции в значительной степени определяется способностью к размножению. Обилие жизнеспособных семян особенно важно в условиях стресса, который у растений часто вызван загрязнением почв тяжелыми металлами [1, 2, 3]. Представленная работа посвящена вопросу о последствиях воздействия на растения одного из распространенных загрязнителей – цинка. Этот металл относится к веществам первого класса опасности [4]. Достигнув токсичных концентраций, Zn негативно влияет на рост и развитие растений, количество и качество их потомства, но и при недостатке Zn у растений тормозится углеводный и белковый обмен, синтез РНК, ДНК, хлорофилла, развитие и рост [5, 6].

Основная цель этого исследования – оценить влияние семенного потомства с различным количеством цинка на различных видах почва.

Нарушения прорастания семян и митоза клеток меристем оценивались у проростков семенного потомства *Hordeum vulgare* L., (сорт "Зазерский 85") полученного на трех типах почв с разной степенью загрязнения Zn:

- 1) воздушно-сухой супесчаной культивируемой дерново-

подзолистой (25, 50, 100, 150, 250 мг/кг почвы);

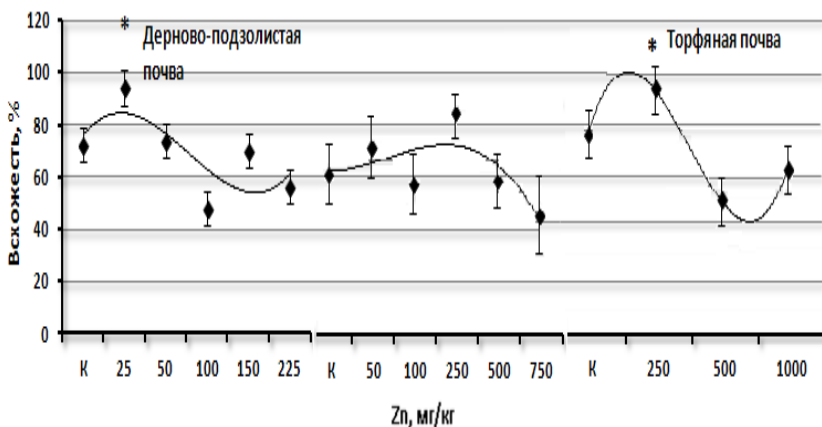
2) воздушно-сухом, нормальном, тяжелосуглинистом черноземе (50, 100, 250, 500, 750 мг/кг почвы);

3) воздушно-сухой болотной низинной торфяной (250, 500, 1000 мг/кг почвы).

Проращивали семена в чашках Петри (21°C) на фильтровальной бумаге увлажненной дистиллированной водой. На 7-й день проращивания определялась всхожесть семян. Фиксировали проростки (длиной 1-1,5 см) в ацето-алкоголе. Препараты окрашивали ацетоорсеином. Во время анализа препаратов подсчитывали количество делящихся клеток (в среднем 3-6 тысяч ана-телофаз) и количество клеток с митотическими аномалиями. Анализируемый спектр нарушений включал хроматидные (одиночные), хромосомные (двойные), фрагменты и мосты, многополярные митозы, хромосомные отставания.

Методами вариационной статистики проводилась обработка полученных результатов исследования в программе MS Excel.

Показатель всхожести семян ячменя, полученных от растений, выращенных на загрязненных почвах, имел тенденцию к снижению по мере увеличения концентрации Zn в почвах. Но невысокая концентрация металла (25-250 мг/кг), на дерново-подзолистой и торфяной почвах способствовала увеличению всхожести семян (рис.1).

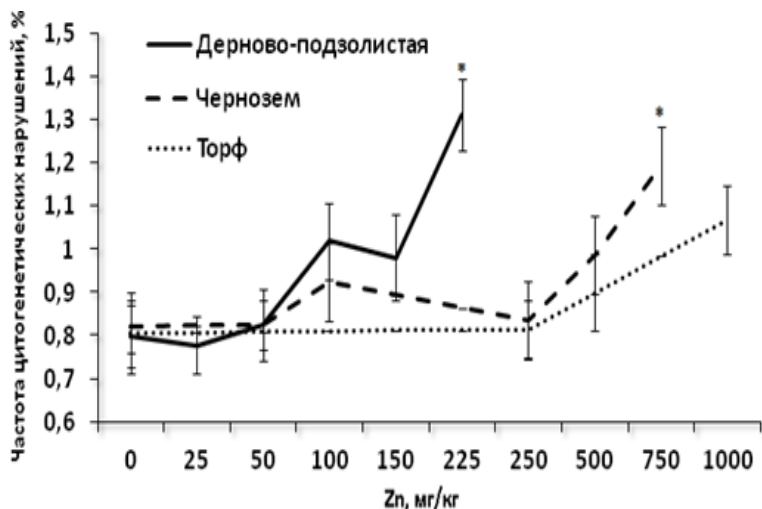


**Рис. 1.** Всхожесть семян ячменя. \* - отличие статистически значимо.

Анализ частоты хромосомных аномалий в меристеме корешков проростков семян выявил повышение числа нарушений хромосом у потомства ячменя, полученного на дерново-подзолистом грунте и черноземе. Статистически значительный рост частоты хромосомных аномалий у проростков семенного потомства, полученного от растений, росших на дерново-подзолистом грунте, также как и уменьшение всхожести, проявляется при более низких концентрациях металла, чем у семенного потомства растений, росших на черноземе или торфяном грунте (рис. 2).

Повышение всхожести потомства полученного от ячменя, росшего на почвах имеющих небольшой уровень загрязнения, связан с необходимостью цинка как микроэлемента для метаболизма и развития растений, но если содержание цинка выше безопасного уровня, то он становится токсичным [6]. У семенного потомства, полученного от ячменя, росшего на дерново-подзолистом грунте, всхожесть изменяется при более малом содержании Zn, чем на торфяном грунте, что связано с более высокой биологической доступностью Zn из-за повышенной кислотности, малого содержания гумуса и небольшого

объема катионного обмена дерново-подзолистой почвы.



**Рис. 2.** Частота цитогенетических нарушений. \* - отличие статистически значимо

Результаты исследования показали, что для потомства ячменя полученного от растений, выросших на почвах с невысоким содержанием цинка, он не токсичен и может способствовать большей всхожести семян. Высокие концентрации Zn наоборот, оказывают мутагенное воздействие на потомство ячменя. Для семенного потомства на дерново-подзолистых почвах токсичны менее высокие концентрации Zn, чем на торфяной почве или черноземе.

#### Литература

1. Ильин. В. Б. Тяжелые металлы в системе почва – растение. Новосибирск: Наука. Сиб. Отд-ние, 1991.
2. Villiers. F., Ducruix C., Hugouvieux V. et. al. Investigating the plant response to cadmium exposure by proteomic and metabolomic approaches // Proteomics. 2011. V. 11. P. 1650–1663.
3. Wood. J. M. Diol.ogicalcicles for toxic elements in the invironment. // Science 1974. Vol. 183. P. 1049-1059.
4. ГОСТ 17.4.1.02-83 Охрана почв. Классификация

химических веществ для контроля загрязнения. Ростехрегулирование. Москва. 2003. С. 1-5.

5. *Munzuroglu O. Gec,kil H.* Effects of metals on seed germination, root elongation and coleoptile and hypocotyl growth in *Triticumaestivum* and *Cucumissativus*//Archives of Environmental Contamination and Toxicology. 2002. V. 43. P. 203-213.

6. *Siedlecka A.* Some aspects of interactions between heavy metals and plant mineral nutrients. Acta. Soc. Bot. Pol. 1995. V. 64. P. 65–272.

*Vasiliev D. V.*

**CONSEQUENCES OF SOIL CONTAMINATION  
WITH ZINC FOR BARLEY SEED PROGENY**

*Russian Institute of Radiology and Agroecology, Russia*

The study showed that an increase in Zn concentrations in the soil above natural levels can increase the frequency of cytogenetic disorders in the root meristem, seed progeny, but can also increase its germination. The toxic risk of zinc is determined by the properties of the soil. Zn has the greatest impact on seed quality indicators on sod-podzolic soil.

*Зайцева М.В.<sup>1,2</sup>*

**ХАРАКТЕРИСТИКА ТОКСИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
ДВУХКОМПОНЕНТНОЙ СИСТЕМЫ  
ЭКОТОКСИКАНТОВ «ТЯЖЁЛЫЙ  
МЕТАЛЛ+ПИЩЕВАЯ ДОБАВКА»  
В РАСТИТЕЛЬНОМ БИОТЕСТЕ**

<sup>1</sup>*ВНИИ технологии консервирования – филиал ФГБНУ  
«Федеральный научный центр пищевых систем  
имени В.М. Горбатова» РАН, Россия*

<sup>2</sup>*Московский государственный университет  
имени М.В. Ломоносова, Россия  
[mascha.zajtseva2014@yandex.ru](mailto:mascha.zajtseva2014@yandex.ru)*

Целью данной работы являлось определение параметров токсического процесса бинарной смеси экотоксикантов свинца и пищевой добавки (бензойной кислоты) при биотестировании с *Allium sera* в эксперименте с экспозицией в растворах в течение 72 часов. По результатам биотестирования были определены средняя длина корня в опытных и контрольном вариантах и подсчитана пролиферативная активность меристемы корней лука. По расчётному показателю комбинационного индекса был зафиксирован характер отклика биотестера на совместную токсичность бинарной смеси по данным показателям.

Всё чаще публикуются данные об обнаружении различных пищевых добавок в природных средах [1,2]. Также ежегодно расширяется список веществ, относящихся к пищевым добавкам, которые могут быть определены как загрязнители окружающей среды. При этом, учитывая комплексный и многокомпонентный характер загрязнения, пристальное внимание обращают на себя эффекты совместного действия нескольких веществ-экотоксикантов. Так, например, интересным объектом для анализа токсичности представляется бинарная смесь уже в достаточной мере изученной соли тяжёлого металла и сравнительно нового для окружающей среды вещества пищевой добавки. Отметим, что биотестирование на растениях является перспективным направлением

в оценке воздействия экотоксикантов на компоненты биоты. Одним из наиболее часто используемых в мониторинге объектов окружающей среды биотестеров является лук репчатый (*Allium cepa* L.).

В качестве объектов для оценки совместной токсичности смеси были выбраны нитрат свинца ( $Pb(NO_3)_2$ ) и широко распространённый в производстве пищевой продукции консервант бензойная кислота. Биотестирование с *Allium cepa* осуществлялось по стандартной методике в течение 72 часов при предварительном проращивании лукович в течение двух суток в биологической повторности равной 10 [3]. Концентрации веществ для смесей подбирались в соответствии с ранее полученными данными индивидуальной токсичности веществ в биотесте, а также в соответствии с нормами нормативно-технической документации. При сравнении данных по митотическому индексу был использован точный критерий Фишера, для анализа показателя длины корней тест Стьюдента. Статистическая обработка и визуализация данных была осуществлена с использованием программ STATISTICA 12 и Microsoft Excel 2016. При характеристике совместного эффекта действия веществ был использован комбинационный индекс (combination index, CI), как расчётный показатель направленности действия токсического процесса [4].

По показателям длины корней и пролиферативной активности клеток апикальной меристемы все рассмотренные варианты в опыте значимо отличались от контрольного значения ( $p \leq 0,05$ ) и имели дозовую зависимость (табл. 1).

Как можно увидеть в таблице 2, по показателю средней длины корней в опытных вариантах воздействие смеси на биотестер определяется как синергетическое во всех трёх комбинациях концентраций экотоксикантов. Полученные данные согласуются с результатами, полученными при воздействии на семена пшеницы смеси кадмия и бензойной кислоты в тех же диапазонах концентраций [5]. По пока-

зателю скорости деления клеток апикальной меристемы корней смесь с низкими концентрациями ( $1 \cdot 10^{-6} + 4,1 \cdot 10^{-5}$ ) характеризовалась сильно выраженным синергетическим взаимодействием. С повышением концентраций свинца и бензойной кислоты в смеси направленность взаимодействия токсичности менялась от синергизма к умеренно выраженному антагонизму.

**Таблица 1.** Длина корней и пролиферативная активность клеток апикальной меристемы корней лука репчатого после воздействия смеси экотоксикантов

Концентрация веществ, нитрат свинца+ бензойная кислота, М	Длина корней (среднее±станд. отклон.), см	Митотический индекс, %*
Контроль	6,1±1,0 <sup>a</sup>	9,78/10,30/10,85 <sup>a</sup>
$1 \cdot 10^{-6} + 4,1 \cdot 10^{-5}$	5,0±0,9 <sup>b</sup>	5,57/5,94/6,33 <sup>b</sup>
$1 \cdot 10^{-5} + 4,1 \cdot 10^{-4}$	3,1±0,5 <sup>c</sup>	4,04/4,34/4,67 <sup>c</sup>
$1 \cdot 10^{-4} + 2 \cdot 10^{-3}$	2,0±0,4 <sup>d</sup>	3,62/3,94/4,29 <sup>d</sup>

Примечание:\* данные представлены в формате: нижняя граница 95% интервала/среднее значение/верхняя граница 95% интервала по методу Уилсона.

**Таблица 2.** Значения комбинационного индекса для смесей нитрата свинца и бензойной кислоты по показателям длины корней и митотического индекса

Концентрация веществ, нитрат свинца+бензойная кислота, М	Длина корней		Митотический индекс	
	СИ	Эффект	СИ	Эффект
$1 \cdot 10^{-6} + 4,1 \cdot 10^{-5}$	0,51	Синергизм	0,08	Сильно выраженный синергизм
$1 \cdot 10^{-5} + 4,1 \cdot 10^{-4}$	0,39	Синергизм	0,33	Синергизм
$1 \cdot 10^{-4} + 2 \cdot 10^{-3}$	0,61	Синергизм	1,36	Умеренно выраженный антагонизм



Известно, что в ответ на стресс, инициируемый воздействием тяжёлых металлов, в организме растений накапливаются фенольные соединения (в том числе бензойная кислота и её метаболиты) [6,7]. Бензойная кислота и её производные активно участвуют в удалении свободных радикалов из клетки, а также связываются с ионами тяжёлых металлов, способствуя устранению метаболических нарушений вследствие оксидативного стресса [8]. По-видимому, данный механизм может лежать в основе антагонистического взаимодействия рассматриваемых веществ в процессах пролиферации клеток меристемы корней лука. Также в опытах по обработке семян пшеницы смесью свинца и гидроксibenзойной кислоты было определено, что по показателю процента прорастания семян по сравнению с обработкой только раствором свинца было выявлено увеличение частоты всхожести [9].

Интересным представляется дальнейшее изучение особенностей совместных эффектов токсичности смеси бензойной кислоты и свинца.

#### *Литература*

1. *Stolte S., Steudte S., Schebb N.H., Willenberg I., Stepnowski P.* Ecotoxicity of artificial sweeteners and stevioside // *Environment International*. 2013. V. 60. P. 123–127.

2. *Luo J., Zhang Q., Cao M., Wu L., Cao J., et. al.* Ecotoxicity and environmental fates of newly recognized contaminants-artificial sweeteners: A review // *Science of the total environment*. 2019. V. 653. P. 1149-1160.

3. *Leme D.M., Marin-Morales M.A.* Allium cepa test in environmental monitoring: a review on its application. // *Mutation Research*. 2009. V. 682. No. 1. P. 71–81.

4. *Chou T.-C.* Theoretical basis, experimental design, and computerized simulation of synergism and antagonism in drug combination studies // *Pharmacological reviews*. 2006. V. 58. No. 3. P. 621–681.

5. *Yadav K., Singh N.B.* Effects of benzoic acid and cadmium toxicity on wheat seedlings // *Chilean journal of agricultural research*.

2013. V. 73. No. 2. P. 168–174.

6. *Kováčik J., Klejdus B.* Dynamics of phenolic acids and lignin accumulation in metal-treated *Matricaria chamomilla* roots // *Plant Cell Reports*. 2008. V. 27. No. 3. P. 605–615.

7. *Pál M., Horváth E., Janda T., Páldi E., Szalai G.* Cadmium stimulates the accumulation of salicylic acid and its putative precursors in maize (*Zea mays*) plants // *Physiologia Plantarum*. 2005. V. 125. No. 3. P. 356–364.

8. *Chen S., Lin R., Lu H., Wang Q., Yang J., et al.* Effects of phenolic acids on free radical scavenging and heavy metal bioavailability in *kandelia obovata* under cadmium and zinc stress // *Chemosphere*. 2020. No. 249:126341.

9. *Dilawar N., Asad F., Shahid S., Wisal S.* Role of hydroxyl benzoic acid foliar spray on amelioration of lead tolerance on *Triticum aestivum* L. // *Pure and Applied Biology*. 2021. V. 10. No. 3. P. 861 – 871.

*Zaitseva M.V.*

**CHARACTERISTICS OF THE TOXIC PROCESS  
OF TWO-COMPONENT SYSTEM OF ECOTOXICANTS  
"HEAVY METAL+FOOD ADDITIVE"  
IN PLANT BIOTESTS**

<sup>1</sup>*Russian Research Institute of Canning Technology – Branch  
of V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems for RAS.  
(VNIITeK – Branch of Gorbатов Research Center for Food Systems)*

<sup>2</sup>*Lomonosov Moscow State University, Russia*

The aim of this work was to determine the parameters of the toxic process of a binary mixture of ecotoxicants of lead and a food additive (benzoic acid) during biotesting with *Allium cepa* in an experiment with exposure in testing solutions for 72 hours. According to the results of the experiment, the average root length in the experimental and control variants was determined and the proliferative activity of the onion root meristem was calculated. According to the calculated indicator of the combination index, the nature of the biotester's response to the joint toxicity of the binary mixture was recorded according to these indicators.

*Ковалев И.С.<sup>1</sup>, Ковалева Е.С.<sup>2</sup>,  
Соколова Ю.А.<sup>2</sup>, Коновалов А.М.<sup>1</sup>*

**СРАВНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ НЕКОТОРЫХ ГРУПП  
БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ТРАВЕ  
КРЕСС-САЛАТА, ВЫРАЩЕННОЙ ГИДРОПОННЫМ  
И ПОЧВЕННЫМ СПОСОБОМ**

*<sup>1</sup>Московская государственная академия ветеринарной  
медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина,  
Россия*

*<sup>2</sup> ГБОУ города Москвы «Школа № 507», Россия  
[ivan@lekrast.ru](mailto:ivan@lekrast.ru)*

Изучено влияние гидропонного и почвенного способа выращивания кресс-салата на содержание в его траве дубильных веществ в пересчете на танин, аскорбиновой кислоты, суммы флавоноидов в пересчете на рутин. Установлено, что содержание БАВ в траве кресс-салата, выращенной на почве, оказалось в 2-3 раза больше, чем в выращенной на гидропонике.

Потребность населения нашей планеты в продуктах питания и лекарствах растет пропорционально увеличению его количества. Тысячелетиями пищевые и лекарственные растения выращивались на земле, но к началу XXI века гигантские площади плодородной земли во всем мире оказались истощены или отравлены, кроме того, глобальные изменения климата также вносят негативный вклад, разрушая в странах сложившиеся системы ведения сельского хозяйства. Поэтому выход представлялся в выращивании пищи в защищенном грунте, но это оказалось слишком дорого, и был предложен беспочвенный метод выращивания растений – гидропоника. [1, 2] Метод имеет ряд несомненных плюсов: эффективность, относительная дешевизна, возможность выращивать в любых климатических поясах и практически все виды и др. [1-3], но вопрос об идентичности биохимического состава растений, выращенных с использованием гидропоники и на почве, остается до сих пор открытым, а исследования

этого вопроса являются актуальными. Одним из пищевых и перспективных лекарственных растений, пригодных для выращивания на гидропонике, является кресс-салат (*Lepidium sativum* L. (сем. капустные – *Brassicaceae*)), трава которого обладает широким спектром фармакологической активности [4-5], поэтому изучение и сравнение количественного содержания групп биологически активных веществ (БАВ), ответственных за данные эффекты, в траве кресс-салата, выращенной разными способами, является актуальным.

Целью работы стала оценка количественного содержания аскорбиновой кислоты, дубильных веществ и флавоноидов в образцах травы кресс-салата, выращенной с использованием гидропоники и грунта.

Объектом исследования служила трава кресс-салата (*Lepidium sativum* L. (сем. капустные – *Brassicaceae*)) выращенная на почве и на гидропонике. Для выращивания использовались: гидропонная установка «Домашний сад» белый с прозрачным бассейном, субстрат для гидропоники – перлит, производитель «Завод органических удобрений Органик+», семена кресс-салата – коммерчески доступный сорт Курлед, семена «СеДеК», партия 7977, грунт для почвенного выращивания: коммерчески доступный почвогрунт «Добрый помощник» для рассады.

Определение содержания дубильных веществ проводили титриметрически по методике ГФ XIV ОФС.1.5.3.0008.18 «Определение содержания дубильных веществ в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратах», содержание аскорбиновой кислоты определяли титриметрически по адаптированной методике ФС 2.5.0106.18 «Шиповника плоды», а содержание флавоноидов – спектрофотометрически по адаптированной методике ГФ XIV ФС 2.5.0015.15 «Зверобоя трава». Спектрофотометрическое определение проводилось на приборе Varian CARY 4000 с использованием программного

обеспечения CaryWin UV, в диапазоне длин волн от 450 до 350 нм. Поскольку максимум спектра поглощения водноспиртового извлечения (70% спирт) после реакции комплексообразования с хлоридом алюминия совпадает с максимумом комплекса рутина с хлоридом алюминия, то пересчет суммарного содержания флавоноидов вели на рутин. Пересчет содержания БАВ вели на свежую траву кресс-салата. Статистическая обработка результатов исследования была проведена в соответствии с требованиями ГФ XIV ОФС.1.1.0013.15 «Статистическая обработка результатов эксперимента», с использованием критерия Стьюдента и программы Microsoft Office Excel.

В результате исследования установлено, что рост и фенологическое развитие растений на гидропонике проходило значительно быстрее, и было получено значительно больше фитомассы, чем при культивировании почвенным методом. Содержание основных БАВ в траве кресс-салата, выращенной на почве, оказалось в 2-3 раза больше, чем в выращенной на гидропонике, и составило: дубильных веществ в пересчете на танин  $0,183 \pm 0,002\%$  и  $0,105 \pm 0,003\%$ , аскорбиновой кислоты  $0,28 \pm 0,01 \text{ мг}\%$  и  $0,140 \pm 0,007 \text{ мг}\%$ , суммы флавоноидов в пересчете на рутин  $0,0189 \pm 0,0002\%$  и  $0,0059 \pm 0,0002\%$ , соответственно.

В заключение можно добавить, что нужны ещё дополнительные исследования по подбору условий культивирования кресс-салата, чтобы растения, выращенные на гидропонике и на почве, имели эквивалентный биохимический состав.

#### *Литература*

1. *Debangshi U.* Hydroponics – An Overview. // *Chronicle of Bioresource Management.* 2021. 5(3). 110-114.
2. *Soujanya B.; Kiran Kumar A.* Hydroponics a novel technology. // *Just agriculture.* July 2021, DOI: 10.13140/RG.2.2.17556.63364
3. *Тихомирова Л.И., Базарнова Н.Г., Ильичева Т.Н., Сысоева*

А.В. Способ получения лекарственного растительного сырья лапчатки белой (*Potentilla alba* L.) в условиях гидропоники. // Химия растительного сырья. 2016. № 3. С. 59-66.

4. *Shah Mamta B., Vinisha A. Dudhat, Krupa V. Gadhvi.* *Lepidium sativum: A potential functional food.* // *Journal of Ayurvedic and Herbal Medicine.* 2021. DOI:10.31254/jahm.2021.7213

5. *Ahmad A., Nabi R., Mishra A., Ahmad I.Z.* *A Panoramic Review on Lepidium sativum L. Bioactives as Prospective Therapeutics.* // *Drug Res (Stuttg).* 2021. May. 71(5). 233-242. doi: 10.1055/a-1334-4101.

6. Государственная Фармакопея Российской Федерации XIV издания. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.femb.ru/femb/pharmacopea.php>. Дата обращения 18.02.2022.

*Kovalev I.S.<sup>1</sup>, Kovaleva E.S.<sup>2</sup>,*

*Sokolova Yu.A.<sup>2</sup>, Kononov A.M.<sup>1</sup>*

**COMPARISON OF THE CONTENT OF SOME GROUPS OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES IN HERBA OF LEPIDIUM SATIVUM L. GROWN BY HYDROPONIC AND SOIL METHOD**

<sup>1</sup> *Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology - MBA named after K.I. Scriabin, Russia*

<sup>2</sup> *State budgetary educational institution of the city of Moscow «School № 507», Russia*

The influence of the hydroponic and soil method of growing *Lepidium sativum* on the content of tannins in terms of tannin, ascorbic acid, total flavonoids in terms of rutin was studied. It was found that the content of biologically active substances in herba *L. sativum* grown on soil turned out to be 2-3 times higher than in herba grown on hydroponic.

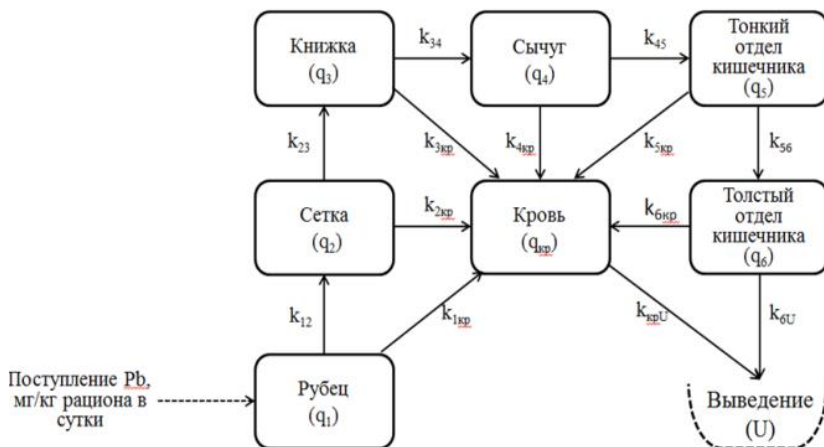
*Епимахов В.Г.<sup>1</sup>, Мирзоев Э.Б.<sup>2</sup>*  
**ОЦЕНКА КОНСТАНТ СКОРОСТИ ПЕРЕХОДА  
СВИНЦА ИЗ ЖЕЛУДОЧНО - КИШЕЧНОГО ТРАКТА  
В ПЕРИФЕРИЧЕСКУЮ КРОВЬ ОВЕЦ ПРИ  
ХРОНИЧЕСКОМ ПОСТУПЛЕНИИ С РАЦИОНОМ**

<sup>1</sup> *Всероссийский научно-исследовательский институт  
радиологии и агроэкологии, Россия*

<sup>2</sup> *Московская государственная академия ветеринарной медицины  
и биотехнологии - МВА им. К.И. Скрябина, Россия*

Результаты моделирования перехода свинца из желудочно-кишечного тракта в периферическую кровь овец при хроническом поступлении с рационом позволили определить константы скорости перехода токсиканта из отделов ЖКТ в зависимости от уровня металла в рационе и продолжительности его поступления. Сравнительный анализ данных выявил качественное отличие изменения констант скорости из рубца, сетки, книжки, сычуга, тонкого и толстого отделов кишечника в периферическую кровь.

Одним из ключевых процессов при хроническом поступлении свинца с рационом в организм овец является переход металла из желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) в периферическую кровь [1]. Концентрация свинца в крови определяет его токсическое действие и играет важную роль в транспорте и перераспределении металла в органы и ткани. Ранее была представлена концептуальная схема перехода свинца из рациона в органы и ткани жвачных животных [2]. На её основе разработана математическая модель перехода свинца из разных отделов ЖКТ в периферическую кровь овец [3]. Согласно концептуальной схеме модели перехода свинца из ЖКТ в периферическую кровь овец при хроническом поступлении с рационом изменения концентрации свинца в разных отделах ЖКТ и периферической крови овец определяют константы скорости перехода (рисунок 1).



**Рис. 1.** Концептуальная схема модели перехода свинца из ЖКТ в периферическую кровь овец при хроническом поступлении с рационом

В связи с этим целью исследования стала оценка констант скорости перехода свинца из рубца, сетки, книжки, сычуга, тонкого и толстого отделов ЖКТ в кровь при хроническом поступлении с рационом.

Для расчета констант скорости перехода свинца из разных отделов ЖКТ в периферическую кровь овец были использованы экспериментальные данные [4]. Исследования были проведены на 27 овцах романовской породы. Животные были разделены на 4 группы. Первая группа служила контролем. Овцы 2, 3 и 4 групп в течение 90 суток исследования получали свинец с рационом в концентрациях 5, 25 и 150 мг/кг корма, соответственно.

Применение численных методов с использованием математико-статистического анализа позволило определить константы скорости перехода в зависимости от уровня свинца в рационе и продолжительности его поступления в организм овец (таблица 1).



**Таблица 1.** Константы скорости перехода свинца из отделов ЖКТ овец в периферическую кровь

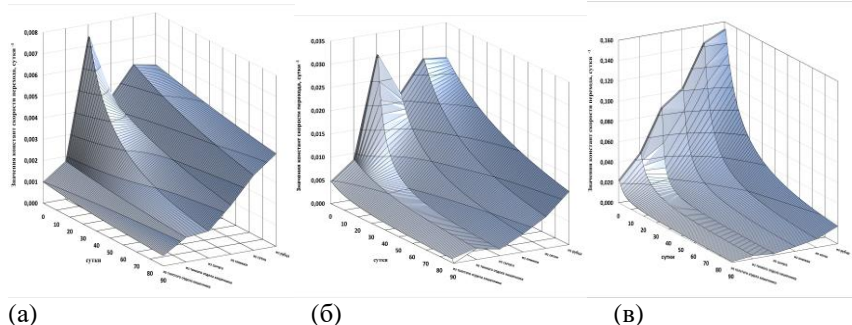
<b>Константы скорости перехода из отделов ЖКТ в кровь, (сутки<sup>-1</sup>)</b>	<b>Формула</b>
$k_{1кр}$ - из рубца	$\frac{0,076 \cdot d}{68,446 + 0,044 \cdot d \cdot t}$
$k_{2кр}$ - из сетки	$\frac{0,064 \cdot d}{55,145 + 0,081 \cdot d \cdot t}$
$k_{3кр}$ - из книжки	$\frac{0,049 \cdot d}{55,425 + 0,116 \cdot d \cdot t}$
$k_{4кр}$ - из сычуга	$\frac{0,029 \cdot d}{18,198 + 0,211 \cdot d \cdot t}$
$k_{5кр}$ - из тонкого отдела кишечника	$\frac{0,025 \cdot d}{68,461 + 0,085 \cdot d \cdot t}$
$k_{6кр}$ - из толстого отдела кишечника	$\frac{0,009 \cdot d}{45,233 + 0,108 \cdot d \cdot t}$

Примечание:  $d$  – суточное поступление свинца с рационом, (мг/кг корма);  $t$  – продолжительность поступления, (сутки).

На рисунке 2 представлены изменения констант скорости перехода свинца из отделов ЖКТ овец в периферическую кровь. Выявлено: а) на 1-е сутки при высокой концентрации свинца в рационе наблюдается снижение значений констант скорости перехода по мере продвижения химуса по отделам ЖКТ; б) в то же время, с уменьшением уровня свинца в рационе возрастает значение константы скорости перехода металла из сычуга в кровь; в) независимо от концентрации свинца в рационе константы скорости перехода металла из толстого отдела кишечника в периферическую кровь имеют низкие значения.

На 90-е сутки интоксикации константы скорости перехода из разных отделов ЖКТ в периферическую кровь снижаются и практически “выходят на плато”. Вероятно, это связано

с установлением равновесного состояния и обусловлено насыщением активного транспорта ионов в эпителии кишечника.



**Рис. 2.** Изменения значений констант скорости перехода свинца из разных отделов ЖКТ овец в периферическую кровь при хроническом поступлении с рационом в концентрациях 5 (а), 25 (б) и 150 (в) мг/кг

Таким образом, математическое моделирование перехода свинца из желудочно-кишечного тракта в периферическую кровь овец при хроническом поступлении с рационом позволило определить константы скорости перехода токсиканта из отделов ЖКТ и характер их изменений. Значения констант перехода свинца из разных отделов ЖКТ зависят от уровня металла в рационе и уменьшаются с продолжительностью его поступления.

### Литература

1. Мирзоев Э.Б., Кобялко В.О., Полякова И.В., Губина О.А. Метаболизм свинца и механизмы его цитотоксического действия в организме млекопитающих. // Сельскохозяйственная биология. 2018. Т. 53. №6. С. 1131-1141.

DOI 10.15389/agrobiology.2018.6.1131rus

2. Епимахов В.Г., Мирзоев Э.Б. Концептуальная модель метаболизма свинца в организме сельскохозяйственных животных с многокамерным желудком при поступлении с рационом. // Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены

и экологии.. 2019. 3(31). С.320-327.  
DOI 10.25725/vet.san.hyг.ecol.201903013.

3. *Епимахов В.Г., Мирзоев Э.Б.* Математическая модель перехода свинца из желудочно-кишечного тракта в периферическую кровь овец при хроническом поступлении с рационом. // Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии.2021. 3(39). С. 350–357.

DOI 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202103017.

4. *Мирзоев Э.Б., Кобялко В.О., Губина О.А., Фролова Н.А., Полякова И.В.* Коэффициенты перехода свинца из рациона в периферическую кровь овец. //Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. 2016. 2(18). С. 90-95.

*V G Epimakhov*<sup>1</sup>, *E B Mirzoev*<sup>2</sup>  
**THE ESTIMATED OF THE TRANSFER  
RATE CONSTANTS OF LEAD FROM  
THE GASTROINTESTINAL TRACT INTO  
THE PERIPHERAL BLOOD OF SHEEP UNDER  
CHRONIC INTAKE WITH THE RATION**

<sup>1</sup>*Russian Research Institute of Radiology and Agroecology, Russia*

<sup>2</sup>*Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology -  
MBA named after K.I. Scriabin, Russia*

The results of modeling the transfer of lead from the gastrointestinal tract into the peripheral blood of sheep under chronic intake with the ration allowed us to determine the constants of the rate of transfer of the toxicant from the gastrointestinal tract depending on the level of metal in the ration and the duration of its intake. A comparative analysis of the data revealed a qualitative difference in the changes in the rate constants from the rumen, reticulum, omasum, abomasum, small and large intestine into peripheral blood.

*Некбаева Ф.З., Кобилов Э.Э., Батиров Х.Ф.*  
**ЗИМНИЕ ОВОЩНЫЕ КУЛЬТУРЫ И ИХ ПРОДУКТЫ  
В ПИТАНИИ ЛЮДЕЙ**

*Самаркандский государственный университет, Узбекистан*

В статье приводятся особенности двухлетних овощных культур (свекла столовая, морковь, капуста, репа, лук репчатый и чеснок) и их достоинства продуктов, которые могут быть рекомендованы как сочно-витаминный и экологически чистый продукт при острой нехватке их зимой в рациональном питании населения Самаркандской области.

Основам рационального питания людей уделяется особое внимание не только сейчас, но и на протяжении тысячелетий. В этом вопросе продукты двухлетних овощных культур занимают особо важное место.

Следует подчеркнуть, что история изучения этих культур с целью использования их в рационе питания людей своими корнями уходит в глубь веков. Так, по данным Российского ученого В.Т. Красочкина и др. [1], из числа овощных корнеплодов свекла вошла в культуру как лекарственное и овощное растение за тысячи лет до н.э. и в I веке н.э. греки знали ее как лекарственное растение, а в III веке в Риме начали изготавливать разнообразные блюда с участием моркови и других овощей.

Академик Н.И.Вавилов [2] отмечает, что центром происхождения овощных двухлетних культур был Афганистан, и затем они начали распространяться в другие регионы.

В настоящее время двухлетние овощные культуры имеют важное значение в питании людей, т.к. они богаты витаминами, минеральными веществами, углеводами и т.д. [3]. Пищевая же ценность их определяется высоким содержанием углеводов, наличием хорошо усвоенных витаминов, ферментов, минеральных солей, эфирными маслами, придающими им особый аромат, вкус и остроту; редька столовая содержит вещества, улучшающие пищеварение человека,

а витамин А делает морковь важным диетическим продуктом.

К сожалению, несмотря на столь важное значение, использование овощных двулетних культур в рационе питания людей в Узбекистане в осенне-зимний, зимний и ранее весенний периоды является совершенно недостаточным, т.к. в это время остро ощущается их недостаток, что зачастую сопровождается возникновением целого ряда (пневмонии, анемии, сердечная недостаточность, гипотония и др.) опасных заболеваний, что, на наш взгляд, диктует необходимость разрешения данной проблемы.

Целью наших исследований явилось изучение особенностей овощных двухлетних культур и их продукции для их включения в рациональное питание. В течение 2021-2022 гг. проводились исследования в Тайлякском районе Самаркандской области. Почвенно-климатические условия способствовали получению довольно высоких урожаев биомассы двухлетних овощей, при выращивании их осенью и уборке в начале декабря (1-ый урожай) и марта (2-ой урожай), которые использовались по ассортиментам в рационе людей. В этот период были проведены учеты и наблюдения, а также анализы растительных образцов по урожаю, согласно принятым методикам [4].

Учеты и наблюдения почвенно-климатических условий показали, что в зимний период вегетации (предшественник-пшеница), что сопряжено с экстремальными условиями, при которых наблюдается острая нехватка космических (тепло, свет и т.д.) факторов, вследствие чего зимующие культуры попадают в довольно суровые условия зимней вегетации. В этой связи нами выявлен набор культур, формирующих в это время довольно высокий урожай биомассы, который можно использовать как витаминно-сочный пищевой продукт в питании населения.

Овощные корнеплоды могут быть использованы в рационе людей в качестве экологически чистых продуктов

и надо сказать, что их ассортимент бывает, на наш взгляд, довольно широким.

Представляет большой интерес и химический состав овощных двулетников, которые содержат в достаточном количестве полезные для людей веществ (табл.1).

**Таблица 1.** Химический состав овощных двулетников  
(По данным [5])

Культуры	Содержание, %						Энергетическая ценность в килокалориях, в 1 кг
	Сухое вещество %	Белок	Углеводы	Жир	Клетчатка	Зола	
Свекла:							
столовая	17,8	1,82	14,43	0,11	0,78	0,66	660
листовая	18,0	1,28	-	-	2,2	-	-
Морковь столовая	14,40	1,23	10,70	0,28	1,16	1,03	502
Капуста белокочанная	11,0	5,3	2,3	-	-	0,7	28
Лук репчатый	20,4	1,9	-	-	1,1	-	43
Чеснок	41,3	4,5	-	-	1,2	-	106

Следует особо отметить, что овощные двулетники проходят соответствующие фазы роста и развития уже к началу зимнего периода, т.е. к 5-декабря образуют довольно хорошо сформировавшихся корней и листовой поверхности, что видно из таблицы 2.

**Таблица 2** Урожай биомассы двулетних овощей в опытах  
(НИС НИИОБКиК Самаркандской области, в среднем  
за 2020-2021 гг.)

Культуры	1-ый урожай (05.XII)			2-ой урожай (05.III)		
	Корней	Листьев	Всего	Корней	Листьев	Всего
Свекла: столовая	201,1	115,1	316,2	235,3	137,5	372,8
листовая	91,0	134,7	225,7	125,0	198,3	323,3
Морковь столовая	108,1	90,2	198,3	153,9	111,4	265,3
Капуста белокочанная	-	284,0	284,0	-	306,6	306,6
Лук репчатый	161,2	104,2	265,4	192,5	137,8	330,3
Чеснок	67,3	80,1	147,4	91,7	101,1	192,8

Как видно из данных таблицы, что все двулетние культуры и особенно свекла, морковь, лук и капуста белокочанная к началу месяца декабря формируют довольно хороший урожай биомассы. Так, в опытах сравнительно высокий (316,2 ц/га) урожай был получен по свекле столовой, моркови и репчатому луку соответственно после первой уборки в среднем 198,3 и 265,4 ц/га, что у чеснока и листовой свеклы составило после второй уборки, в среднем 192,8 и 323,3 ц/га с 1 Га площади. (рис. 1,4)

Таким образом, на основе полученных нами данных в орошаемых условиях Самаркандской области можно сделать следующие предварительные выводы:

1. В условиях Самаркандской области ассортимент овощных двулетников довольно разнообразен и их можно расширить за счет не только традиционных (свекла, морковь и др.) но и зимующих (репа, редька, лук репчатый, чеснок и т.д.)

2. Овощные корнеплоды как экологически чистый продукт могут быть рекомендованы для питания людей в осенне-зимний, зимний и ранее весенний период, когда остро ощущается нехватка их в рационе людей.

3. Зимующие корнеплоды при посеве в сентябре до начала декабря формируют довольно высокий урожай биомассы, что выражается в пределах 147,4 ц/га (чеснок) до 316,2 ц/га (свекла столовая) при первом урожае и 12,8-372,8 ц/га во втором их урожае ранней весной.

#### *Литература*

1. *Красочкин В.Т. и др.* Корнеплодные культуры, VII, Флора СССР. М.. 1971. с.11-343
2. *Вавилов Н.И.* Избранные труды, т.V. М.-Л., 1965.
3. *Балашев Н.Н., Земан Г.О.* Овощеводство, Ташкент. 1981, с. 3-310.
4. *Доспехов Б. А.* Методика полевого опыта. Москва, «Агропромиздат», 1985, 246с.
5. *Бурьгин В. А., Маркова Л.Е.* Зимовегетирующие растения Узбекистана // Ташкент, «ФАН», 1975, 208 с.

***Nekbaeva F.Z., Kobilov E.E., Batirov H.F.***  
**WINTER VEGETABLE CROPS AND THEIR PRODUCTS**  
**IN HUMAN NUTRITION**

*Samarkand State University, Uzbekistan*

The article presents the features of two-year-old vegetable crops (beetroot, carrots, cabbage, turnips, onions and garlic) and their advantages of products that can be recommended as a juicy-vitamin and environmentally friendly product with an acute shortage of them in winter in the rational nutrition of the population of the Samarkand region.



*Резмонова К.Ш.<sup>1</sup>, Абдуллаев А.<sup>2</sup>, Партоев К.<sup>2</sup>*  
**АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ  
ПЕРСПЕКТИВНЫХ ЛИНИИ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ  
ИЗ КОЛЛЕКЦИИ ВИР-а В УСЛОВИЯХ ЮГА  
ТАДЖИКИСТАНА**

*<sup>1</sup>Бохтарский государственный университет  
имени Носири Хусрава, Таджикистан*

*<sup>2</sup>Институт ботаники, физиологии и генетики растений  
Национальной академии наук Таджикистана*

Проведено сравнение новых интродуцированных сортов пшеницы со стандартным сортом Ормон по таким генетическим признакам, как общая масса растений, высота растений, длина колоса, масса зёрен одного колоса, масса 1000 зёрен и урожайности в агроэкологических условиях юга Таджикистана существенно превышают стандартный сорт Ормон. Сортообразцы ITMI-30 и ITMI-75 в агроэкологических условиях юга Таджикистана обеспечивали получению урожая зерно соответственно на 145.9 и 129.6% больше, чем сорт Ормон.

Для обеспечения продовольственной безопасности человечества ученые проводят исследования по отбору и испытанию разных видов зерновых и зернобобовых культур из мировой коллекции Всероссийского научно-исследовательского института растениеводства имени Н.И. Вавилова, где собраны лучшие селекционные сорта мира, дикие виды, сородичи культурных растений, стародавние и местные сорта из многих земледельческих районов земного шара [2-3]. Также для получения нового исходного материала для создания новых сортов озимой пшеницы с высокой урожайностью и ценными хозяйственными качествами [4-5]. Многие исследователи их используют для получения исходного материала для создания новых и выявления наиболее перспективных сортов, устойчивых к зиме и засухе (зимостойкость и засухоустойчивость) [6]. Отбор и испытание наиболее перспективных форм пшеницы,

устойчивых в разных природно-климатических зонах, поможет в будущем внедрить новые перспективные, высокоурожайные и высококачественные виды зерновых, гарантирующие получить устойчивый урожай в Республике.

В коллекции ВИР им. Н. И. Вавилова имеются картированные линии пшеницы [7]. Хозяйственно ценные признаки этих линий в агроэкологических условиях юга Таджикистана недостаточно исследованы, что явилась целью данной научной работы.

Для проведения исследования были использованы семь сортообразцов пшеницы, которые в 2020 году были выращены в агроэкологических условиях Хатлонской области Республики Таджикистан в городе Бохтар. Исходный материал картированных линий пшеницы был получен из коллекции ВИР им. Н. И. Вавилова. Работа проведена на экспериментальном участке Бохтарского государственного университета им. Носири Хусрава на высоте 431 м над уровнем моря. Исследуемые новые линии пшеницы и сорт Ормон (как стандартный сорт, таджикской селекции) выращивали в агроэкологических условиях Вахшской долины Таджикистана. Вегетационные опыты закладывали в шестикратной повторности, без проведения поливов и без внесения минеральных удобрений.

Статистическую обработку данных провели по Б.А. Доспехову [1] с использованием компьютерной программы *Microsoft Excel* 2010.

Как показали проведенные исследования интродуцированные линии пшеницы, полученные из коллекции ВИР-а по ряду генетических признаков превышают стандартный сорт пшеницы Ормон в условиях юга Таджикистана (таблица 1).

**Таблица 1.** Характеристика признаков сортообразцов пшеницы в агроэкологических условиях юга Таджикистана

Сорт/линия	Общая масса растения, г	Высота растений, см	Длина колоса, см	Масса зёрен одного колоса, г	Масса 1000 зёрен, г	Урожайность, ц/га
Ормон (стандарт)	4,8	70,8	8	1,09	34,1	32,7
ITMI-1	8,8	102,3	10	2,14	39,6	64,2
ITMI-6	8,8	90,7	12	2,41	35,4	72,3
ITMI-7	9,2	88,7	11	2,4	34,8	72,0
ITMI-30	10,3	100,3	10	2,68	51,0	80,4
ITMI-55	12,7	80,7	11	3,41	43,7	64,5
ITMI-75	9,7	74,6	10	2,50	45,5	75,0
ITMI-77	15,9	65,9	9	2,23	47,4	66,9
ITMI-78	11,7	85,7	10	2,31	45,2	69,3
ITMI-103	6,7	85,7	9	2,47	43,5	74,1
НСР <sub>05</sub>	1,11	3,64	0,3	0,23	1,69	4,77

По признаку общая масса растений сортообразцы пшеницы ITMI-7, ITMI-30, ITMI-55, ITMI-77 и ITMI-78 превышают стандартный сорт Ормон почти в 2-3 раза. По этому признаку особенно высокие показатели наблюдается по ITMI-55 и ITMI-77, которые имеют соответственно 12.7 и 15.9 г/растение. Сравнительно низкие показатели наблюдаются по сортообразцам ITMI-1, ITMI-6 и ITMI-103, имеющих соответственно массы растений – 8.8; 8.8 и 6.7 г/растение.

По высоте растений почти все новые сортообразцы пшеницы превышают сорт Ормон от 14.9 до 31.5 см, кроме

образца ITMI-77, который по данному признаку уступает сорта Ормон на 4.9 см.

Между новыми сортообразцами пшеницы и сортом Ормон также наблюдается различие по признаку длины колоса в диапазоне 1- 4 см.

Новые интродуцированные сортообразцы пшеницы также существенно превышают сорта Ормон по признаку массы одного колоса (почти в два и три раза). Масса одного колоса у таких интродуцированных сортообразцов пшеницы, как ITMI-30 и ITMI-55 составила соответственно 2.68 и 3.41 г. Эти показатели значительно выше, чем другие сортообразцы, и по сравнению с сортом Ормон (на 1.59 и 2.32 или же на 145.9 и 212.8%).

Интродуцированные сортообразцы пшеницы также имеют лучшие показатели по сравнению с сорт Ормон по признаку массы 1000 зёрен. Они превышают сорта Ормон по этому признаку от 5.5 до 16.9 г (или от 16.1до 45.6%). Сравнительно высокий показатель наблюдается по сортообразцам ITMI-30 и ITMI-77, у которых этот признак составил соответственно 51.0 и 47.4 г или на 49.6 и 39.0%.

По основному генетическому полигенному признаку – урожайности все интродуцированные сортообразцы пшеницы превышали сорт Ормон на 31.5-47.7 ц/га (или на 96.3-145.9%). Самыми высокоурожайными сортообразцами в условиях юга Таджикистана оказались сортообразцы пшеницы ITMI-30 и ITMI-75, которые имели урожайности соответственно 80.4 и 75.0 ц/га. Эти сортообразцы по урожайности превысили сорт Ормон соответственно на 47.7 и 42.3 ц/га (или же на 145.9 и 129.6%).

Следует отметить, что все новые интродуцированные сорта пшеницы по таким генетическим признакам, как общая масса растений, высота растений, длина колоса, масса зёрен одного колоса, масса 1000 зёрен и урожайности в агроэкологических условиях юга Таджикистана существенно превышают стандартный сорт Ормон. Особенно такие новые

сортообразцы пшеницы, как ITMI-55 и ITMI-77 имеют значительно высокие показатели по сравнению со стандартный сорт Ормон по таком генетическом признаком, как общая масса растение – в 2.6 и 3.3 раза. Самым высокорослым образцом была линия ITMI-1, которая превышала сорт Ормон на 31.5 см, а самым низкорослым была линия ITMI-77, которая уступила стандарта на 4.9 см.

Наилучшие показатели по массе одного колоса наблюдается по сортообразцам пшеницы ITMI-30 и ITMI-55, которые превышали сорт Ормон соответственно на 145.9% и 212.8%, а по признаку массы 1000 зёрен - сортообразцы ITMI-30 и ITMI-77 имели превосходство по сравнению с сортом Ормон на 49.6 и 39.0%. Сортообразцы ITMI-30 и ITMI-75 в условиях юга Таджикистана обеспечивали получению урожая зерно соответственно 80.4 и 75.0 ц/га, что это на 145.9 и 129.6% больше, чем сорт Ормон.

#### *Литература*

1. *Доспехов В.А.* Методы полевого опыта. М.:Агропромиздат, 1985.
2. *Кумаков В.А.* Физиологические обоснования моделей сортов пшеницы. М.: Агропромиздат. 1985.
3. *Макаров М.Р.* Исследование мировой коллекции озимой пшеницы, как исходного материала для создания новых сортов // Современные научные исследования и инновации. 2018. № 11 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://web.snauka.ru/issues/2018/11/87797>.
4. *Талыбов Тариель Гусейнали-Оглы, Фатуллаев Парвиз Улкер-Оглы, Пашаев Тейюб Юнис-Оглы.* Изучение мировой коллекции пшеницы с целью создания новых сортов в условиях Нахичеванской Автономной Республики Азербайджана//Журнал: Бюллетень науки и практики 2017, 8 (21). С.79-85.
5. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. т. 172. Сбор. Трудов.ВИР, 2013. С.103.
6. *Сатторов Б.Н., Шарипова Х.Т., Партоев К., Сафаров Х.Р.*

Полиморфизм зерновых культур при весеннем сроке сева. Достижения современной биохимии. Материалы Республиканской конференции. Душанбе, 2019. с. 80-83.

7. *Партоев К., Сатторов Б.Н., Шарипова Х.Т., Сафаров Х.Р.* Полиморфизм у пшеницы в условиях Гиссарской долины Таджикистана. Материалы международной конференции «Изучение, развитие, сохранение, перспективы эффективного использования биоразнообразия генофонда хлопчатника и других культур». Ташкент. 2020.-53-54.

*Rezmonova K.S.<sup>1</sup>, Abdullaev A.<sup>2</sup>, Partoev K.<sup>2</sup>*

**THE AGROECOLOGY STUDING OF PERSPECTIVE  
LINES OF SOFT WHEAT FROM THE COLLECTION VIR  
IN THE CONDITIONS OF THE SOUTH OF TAJIKISTAN**

*<sup>1</sup>Bokhtar State University named by Nosiri Khusraw, Tajikistan*

*<sup>2</sup>The Institute of Botany, Plant Physiology and Genetics of National  
Academy of Science of Tajikistan*

Comparison of new introduced wheat varieties with standard a grade of Ormon on such genetic traits as total plant weight, plant height, ear length, weight of grains of one ear, weight of 1000 grains and yield in agro-ecological conditions of southern Tajikistan significantly exceeded the standard variety Ormon. Quality varieties ITMI-30 and ITMI-75 in agro-ecological conditions of southern Tajikistan provided grain yield by 145.9% and 129.6% higher than a grade of Ormon.

*Рузимова Х.К.*  
**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ЗАСОЛЕНИЯ  
ПОЧВ ХОРЕЗМСКОЙ ОБЛАСТИ  
НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ КУЛЬТУРЫ**

*Чирчикский государственный педагогический институт,  
Узбекистан*

В статье рассматриваются вопросы влияния засоления почв Хорезмской области на сельскохозяйственные культуры, глобальных проблем увеличения засоления почв в последние 40-50 лет, повышения солеустойчивости растений и получения высококачественного урожая от сельскохозяйственных угодий.

Увеличение засоления почв в последние 40-50 лет становится одной из самых больших глобальных проблем на планете. Вследствие засоления ухудшается экологическое состояние почвы и снижается урожайность сельскохозяйственных культур [1]. Согласно статистическим исследованиям, к 2050 г. почти 50% пашни и орошаемой пашни могут быть засолены [2]. Растения, произрастающие в почве, подвержены влиянию различных стрессовых факторов, ключевую роль играют стрессовые абиотические факторы [3]. Известно, что основное влияние на орошение оказывает деятельность человека в сельском хозяйстве. Это часто приводит к вторичному засолению земель и водных ресурсов.

В исследованиях использованы методы сравнительно-географического, сравнительно-аналитического изучения почвенного покрова Хорезмской области и влияния антропогенных факторов на экологическую обстановку и почвообразование Хорезмской области. Механический состав почвы исследованли методом пипетки Н.А. Качинского, количество солей и ионов в почве водно-абсорбционным методом.

Опыт проведен на сельскохозяйственном участке в Тупраккалинском районе Хорезмской области, на полях староорошаемых лугово-аллювиальных почв «Шухрат-Нодир» и новоорошаемых лугово-аллювиальных почвах

«Каландар Яхшибаев» с пшенично-хлопчатниковой и пшенично-межкультурной системой. В основном фермы выращивают сельхозпродукцию по этим системам.

Показано изменение некоторых агрохимических свойств в системе. Проанализирована динамика гумуса и общего азота и элементов фосфора и калия в почве, т.е. агрохимические изменения в послепшенично-хлопчатниковой и пшенично-межкультурной системе. Закономерности воздействия на окружающую среду процессов, происходящих в почвенно-ризосферно-растительной системе, можно объяснить изменением этих агрохимических свойств [4]. Определялось содержание подвижных форм элементов (табл.1, 2) [5].

**Таблица 1.** Изменение некоторых агрохимических свойств староорошаемых пастбищно-аллювиальных почв в пшенично-хлопчатниковой и пшенично-междурядной системе Фермерского хозяйства Шухрат-Нодир

Разрез	Глубина см	Гумус, %	Общий, %			Запас, т/га	
			N	P	K	Гумус	N
Поле, засеянное хлопком после пшеницы, 14.04.2017							
1	0-30	0,78	0,067	0,041	1,92	28,56	2,81
	30-50	0,48	0,041	0,135	1,89	13,44	1,15
2	0-30	0,72	0,068	0,143	1,99	30,24	2,86
	30-50	0,50	0,038	0,114	1,86	14,0	1,06
Конец вегетации, 01.11.2017							
1	0-30	0,61	0,059	0,139	1,90	25,62	2,48
	30-50	0,47	0,041	0,131	1,92	13,66	1,15
2	0-30	0,65	0,058	0,151	1,92	27,30	2,43
	30-50	0,42	0,040	0,116	1,85	11,76	1,12
Пшеницу высевает после хлопчатника 12.04.2019							
1	0-30	0,74	0,067	0,041	1,92	28,56	2,81
	30-50	0,48	0,041	0,135	1,89	13,44	1,15
2	0-30	0,76	0,070	0,150	2,01	31,92	2,94
	30-50	0,58	0,049	0,118	1,98	16,24	1,37



Разрез	Глубина см	Гумус, %	Общий, %			Запас, т/га	
			Н	Р	К	Гумус	Н
Конец вегетации, 10.11.2019							
1	0-30	0,60	0,056	0,140	1,92	25,20	2,35
	30-50	0,46	0,040	0,133	1,90	12,88	1,12
2	0-30	0,70	0,061	0,152	1,96	29,40	2,56
	30-50	0,50	0,042	0,120	1,85	14,00	1,17

**Таблица 2.** Изменение некоторых агрохимических свойств в пшенично-хлопчатниковой и пшенично-междурядной системе новоорошаемых лугово-аллювиальных почв фермерского хозяйства Каландар Якшибаев

Разрез	Глубина см	Гумус, %	Общий, %			Запас, т/га	
			Н	Р	К	Гумус	Н
Поле, засеянное хлопком после пшеницы 14.04.2017							
3	0-30	0,81	0,078	0,162	2,01	34,02	3,28
	30-50	0,59	0,049	0,118	1,99	16,52	1,37
4	0-30	0,92	0,096	0,180	1,86	38,64	4,03
	30-50	0,61	0,050	0,122	2,01	17,08	1,40
Конец вегетации 01.11.2017							
3	0-30	0,71	0,072	0,170	1,89	29,82	3,02
	30-50	0,60	0,046	0,120	2,01	16,80	1,28
4	0-30	0,89	0,092	0,183	1,98	37,38	3,86
	30-50	0,63	0,061	0,120	1,90	17,64	1,70
Пшеницу высевают после хлопчатника 12.04.2019							
3	0-30	0,86	0,078	0,172	1,96	36,12	3,12
	30-50	0,61	0,050	0,122	1,83	17,08	1,40
4	0-30	1,01	0,110	0,182	2,13	42,42	3,97
	30-50	0,70	0,065	0,125	1,95	19,60	1,82
Конец вегетации 10.11.2019							
3	0-30	0,82	0,075	0,170	1,99	32,25	3,15
	30-50	0,53	0,040	0,124	1,92	14,84	1,12
4	0-30	0,98	0,101	0,184	2,01	40,16	4,27
	30-50	0,66	0,059	0,126	1,90	18,48	1,65

Из этих данных можно сделать вывод, что влажная биомасса промежуточной культуры запасается в почве зимой и ранней весной, завершая процессы полной минерализации и гумификации, и готова для выращивания хлопчатника из сельскохозяйственных культур. Проблема. Накопление избыточной соли вокруг корня растения препятствует развитию корня растения, уменьшая количество воды, необходимой растению для достижения корня, независимо от количества влаги в почве [4]. Данные и анализ показывают, что засоление влияет на развитие растений в различных аспектах: снижает влажность и сухую массу корней, стеблей и листьев, уменьшает размер листьев и изменяет морфологию, подавляет фотосинтез, влияет на ионный гомеостаз, вызывает метаболический дисбаланс и окислительный стресс.

Засоление удерживает раствор в почве при низком осмотическом потенциале, в результате чего растение не может поглощать достаточное количество воды, что приводит к осмотическому или влагодефицитному действию солевого стресса на растение. По мнению Ахмада С. и др., влияние засоления проявляется практически на всех стадиях роста растения: прорастание, всходы, сбор урожая, его созревание и т. д., однако стадия прорастания и всходы более чувствительны к засолению, чем другие стадии [6,7]. В отличие от других растений, хлопчатник также обладает способностью развиваться при низком осмотическом потенциале в почве благодаря своей способности накапливать совместимые растворенные вещества или нетоксичные осмопротекторы для цитоплазматических осмопротекторов. Клеточные и метаболические процессы, связанные с осмотическим стрессом, аналогичны тем, которые происходят во время засухи, а скорость появления и развития новых листьев во многих случаях аналогична скорости засухи. Из-за осмотического стресса ингибирование растения зависит от времени и уровня реакции конкретной ткани

и типа растения и возникает внезапно или постепенно на стресс [5].

Можно сделать вывод, что засоление угнетает рост растений из-за токсичности ионов, осмотического стресса и дисбаланса питательных веществ. Снижение биологических и экологических потерь может быть достигнуто за счет уменьшения количества солей в почве при одновременном повышении солеустойчивости растений, в том числе хлопчатника.

### *Литература*

1. Ханин М., Эбель С., Нгом М., Лаплазе Л. и Масмуди К. Новые взгляды на механизмы устойчивости растений к соли и их потенциальное использование для селекции. // Фронт. Растениевод. 7: 1787 г.; doi: 10.3389/fpls.2016.01787, 2016. С. 1-17.

2. Хасануззаман М., Нахар К., Алам М.М., Бховмик П.С., Хоссейн А.М., Рахман М.М. и др. Возможное использование галофитов для восстановления засоленных почв, BioMed Research International, 2014. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/589341>.

3. Макскамова Д.Ю. Актиномицеты в гипсоносных почвах Джизакской степи // XXIV Международная научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов». 2017. С.33-34

4. Муродова С.С. Разработка новых конкурентоспособных микробных препаратов, повышающих устойчивость хлопчатника к стрессовым условиям, на основе местных штаммов ризобактеров и оценка их практической значимости. Автореф. доктор биол. наук 03.00.04-Институт биотехнологии микробиологии АН РУз, 2018

5. Гафурова Л.А., Мадримов Р.М., Разаков А.М., Набиева Г.М. Почвы юго-восточной части Хорезмского оазиса. Монография. «НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО», Ташкент, 2020.

6. Гафурова Л.А., Мадримов Р.М., Разаков А.М., Набиева Г.М. Экология, генезис, трансформация и эволюция Питнякского оазиса. Коллективная монография: Основные достижения, подходы и перспективы в повышении плодородия деградированных почв. Москва, 2019. С. 102-122

7. *Наваз К., Хуссейн К., Маджид А., Хан Ф., Афган С., Али К.* Гибель растений от солевого стресса: морфологические, физиологические и биохимические аспекты // Afr J Biotech, 2010. Т.9 (34). С. 5475-5480.

*Ruzimova Kh.K.*

**ENVIRONMENTAL CONSEQUENCE OF SOIL  
SALINIZATION OF THE KHOREZM REGION  
ON AGRICULTURAL CROPS**

The article addresses issues of the environmental consequence of soil salinization of the Khorezm region on agricultural crops, global problems Increasing the soil salinization in the last 40-50 years, the influence of irrigation has human activity in agriculture, increasing plant salt resistance and obtaining high-quality harvest from agricultural land.

*Серветник Г.Е.*  
**ЩУКА *ESOX LUCIUS* (L.) – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ  
ОБЪЕКТ ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ  
ВОДОЕМОВ**

*Всероссийский научно-исследовательский институт  
интегрированного рыбоводства – филиал Федерального  
государственного бюджетного научного учреждения  
«Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ  
имени академика Л.К. Эрнста», Россия*

[fish-vniir@mail.ru](mailto:fish-vniir@mail.ru)

Щука выращивается в качестве мелиоратора, для поедания сорной рыбы. Нерест проходит в конце марта, что позволяет проводить инкубацию щуки в заводских условиях карпового рыбопитомника. Благодаря биологическим особенностям – плодовитости, хорошей адаптации к широкому спектру условий среды - обыкновенная щука представляет собой очень ценный объект для разведения в сельскохозяйственных водоемах. Приводится характеристика экстерьера сеголетков и производителей щуки в некоторых хозяйствах страны, даны исходные требования к маточным стадам обыкновенной щуки.

Одним из объектов поликультуры в карповых хозяйствах является щука. В прудовых условиях щука выращивается в качестве мелиоратора, очищая пруды от сорной рыбы и молоди карпа от группового нереста. Нерест щуки проходит в конце марта, что позволяет проводить инкубацию икры в заводских условиях карпового рыбопитомника (при температуре 5-12°C инкубационный период длится 10-12 суток). Плодовитость обыкновенной щуки - от 100 тыс. до 1 млн. икринок. Щука активно питается как при температуре 10-18°C, так и выносит температуру 33°C. Пониженное содержание кислорода в воде (до 0,8 мг/л) в течение двух месяцев не вызывает гибели щуки. Благодаря этим биологическим особенностям обыкновенная щука представляет собой очень ценный объект для разведения в неспускных прудах и сельскохозяйственных водоемах [1].

Во многих странах Запада щука, благодаря нежирному мясу (18-19% белка и 0,5% жира на сырой вес), является любимой деликатесной рыбой. Известно также, что мясо щуки содержит биологически активные вещества, положительно влияющие на физиологические процессы организма человека.

В прудовой культуре Франции щука выращивается в карповых прудах. Даже «нагул щуки на карпе» считается выгодным, т.к. цена щуки в 4 раза выше карпа [2].

В нашей стране, в связи с изменившейся экономической ситуацией в прудовых рыбоводных хозяйствах щуку стали разводить в значительно больших масштабах, чем это было несколько лет назад [3].

Щука является прибрежным хищником. По мере роста щуки увеличиваются и размеры рыб, которыми она питается. Основной пищей становятся рыбы, обитающие в литоральной зоне: карась, сазан, карп, плотва, окунь, ерш [4,5].

Щука растет быстро, особенно в первые годы жизни, до наступления половой зрелости. В естественных условиях часто встречаются сеголетки массой до 130-150 г, двухлетки до 1 кг, трехлетки до 1,5-2 кг [6].

Начиная с 1992 года в шести рыбоводных хозяйствах первой, второй и пятой зонах рыбоводства («Шостка» – Тверская область, «Карамышевский» и «Кирия» – республика Чувашия и «Ергенинский», «Волжанка» – Волгоградская область) сформированы и активно используются маточные стада щуки. Материал для исследования – разнообразная рыба (от личинок до производителей). Изучали динамику роста, гематологические показатели в онтогенезе, определяли индексы экстерьера.

Работы по выращиванию сеголетков щуки в нагульных карповых прудах убедительно показали возможность введения ее в число объектов прудовой культуры при двухлетнем обороте рыбоводства. Установлено, что сеголетки щуки на 1 кг прироста съедают всего лишь 2-3 кг рыбы. Щука в возрасте сеголетка при выращивании в нагульных

карповых прудах питается личинками и взрослыми водяными жуками, клопами, стрекозами, головастиками, лягушками и сорной рыбой, не причиняя вреда карпу. Проведенные нами опыты показали, что в прудах щука растет почти в 3-5 раз быстрее, чем в естественных водоемах (табл. 1).

**Таблица 1.** Характеристика экстерьера сеголетков и производителей щуки. «Ергенинский». Осень

Показатели	Сеголетки		Производители	
	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %
Масса, г	546,0±27,4	15,9	2370,0±252,3	23,8
Длина тела, см	39,6±0,75	9,5	61,2±2,6	9,5
Длина головы, см	11,6±0,27	7,5	17,36±0,98	12,6
Обхват тела, см	17,25±0,29	7,1	27,5±0,71	5,8
Индекс длинноголовости, %	29,2±0,7	7,6	28,38±0,86	6,8
Индекс обхвата, %	43,74±1,47	10,6	45,1±1,26	6,2
Индекс физического развития, г/см	13,7±0,46	10,7	38,3±2,5	14,8
Коэффициент упитанности, ед.	0,88±0,02	7,3	1,03±0,1	8,8

Выращивание рыбопосадочного материала (сеголетки) щуки почти во всех хозяйствах проводится в летне-ремонтных, летне-маточных и нагульных прудах, и масса щуки зависит от кормности водоема, плотности посадки и площади прудов. Так, масса сеголетков щуки на первом году жизни при достаточно высокой обеспеченности пищей в «Кире» составила 350 г, в «Карамышевском» – 740 г (2-я зона рыбоводства), в «Ергенинском» (5-я зона рыбоводства) – 546 г. Масса взрослых щук по хозяйствам также различалась. Так, в рыбосовхозе «Волжанка» масса тела взрослых щук составила 3308г, в «Ергенинском» – 2370г, в «Карамышевском» – 1480г.

При формировании маточных стад щуки их возраст не должен превышать 2-5 лет при массе не более 5 кг у самок

и 4 кг у самцов (табл. 2).

**Таблица 2.** Исходные требования к маточным стадам щуки

<b>Признаки и показатели</b>	<b>Параметры</b>	<b>Границы</b>
Возраст половозрелых рыб	2-5	2-4
Масса половозрелых самок, кг	3-5	3-4
Масса половозрелых самцов, кг	1,8-3,0	2-2,5
Сроки полового созревания самок	2-3	2-3
Сроки полового созревания самцов	1-2	2
Прогонистость тела, л/Н	5,7-6,0	5,5-5,8
Индекс длинноголовости	28-29	28-29
Индекс физического развития, г/см	35-38	45
Сроки икрометания	конец марта - нач. апреля	сер. и конец апреля
Плодовитость, тыс.шт. икринок	95	120-150
Масса икринки, мг	10-11	10-13
Оптим. температура для нереста	6-8	7-9
Развитие икры, градусо-дней	137-179	113-85
Отход икры за период инкубации, %	35-40	25-30
Выход мальков от эмбрионов, %	50	60
Выход сеголетков, %	30	50
Масса сеголетков, г	500	800 и более
Соматический рост на 2-м и 3-м годах жизни	самки растут быстрее самцов на 30-40%	разработка технологии сдвига пола в сторону увеличения
Выход на самку, кг	7125	33600

Сроки эксплуатации щуки определяются условиями хозяйств (наличием возможности выращивания ремонта и содержания половозрелых рыб), однако более желательным сроком является 3-4 года.

Ориентировочные требования к маточным стадам щуки в табл. 2 можно использовать при формировании и выращивании маточных стад щуки в прудовых карповых прудах.



### *Литература*

1. *Маслова Н.И., Серветник Г.Е.* Рыбоводно-биологическая оценка видов рыб, пригодных для выращивания в поликультуре (язь, линь, щука). М.: РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева, 2016.
2. *Майсурия Н.А.* Прудовое рыбоводство в полевых севооборотах Франции // Вестник с.-х. науки. 1957. №12. С. 37-45.
3. *Маслова Н.И., Петрушин В.А.* Рыбоводно-биологическая оценка щуки – перспективного объекта поликультуры. Состояние и перспективы развития пресноводной аквакультуры: сб. науч. тр. М.: МСХ, ВНИИР, 2013. С. 279-290.
4. *Маслова Н.И., Серветник Г.Е., Петрушин А.Б.* Эколого-биологические основы поликультуры рыбоводства. М.: Россельхозакадемия, 2002.
5. *Субботина Ю.М.* Щука обыкновенная – объект разведения в водоемах комплексного назначения. Развитие аквакультуры в регионах: проблемы и возможности: сб. науч. тр. М.: МСХ, ВНИИР, 2011. С.180-186.
6. *Маслова Н.И., Петрушин А.Б., Загорянский К.Ю.* Методические указания по биотехнологии выращивания, формирования и воспроизводству щуки. М.: РАСХН, 1998.

### ***Servetnik G. E.***

#### **PIKE *ESOX LUCIUS (L.)* – A PROMISING OBJECT FOR AGRICULTURAL RESERVOIRS**

*Russian Research Institute of Integrated Fish Breeding –  
Branch of the Federal Science Center for Animal Husbandry  
named after academy Member L.K.Ernst, Russia*

The pike is reared as ameliorator, for eating weed fish. Spawning takes place at the end of March, which allows pike to be hatched in the factory conditions of a carp fish hatchery. Due to its biological peculiarities - fecundity, good adaptation to a wide range of environmental conditions - the common pike represents a very valuable object for breeding in agricultural reservoirs.

The characteristic of the exterior of pike juveniles and pike producers in some farms of the country is given, the initial requirements to the brood stocks of common pike are given.

*Симонова Е.В.<sup>1</sup>, Денисова Т.П.<sup>2</sup>*  
**ТОКСИКО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СМЕСИ  
СЕРООРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ**

<sup>1</sup>*Иркутский государственный медицинский университет  
Министерства здравоохранения РФ*

<sup>2</sup>*Педагогический институт Иркутского государственного  
университета, Россия*  
[denis\\_tp@inbox.ru](mailto:denis_tp@inbox.ru)

Исследовали токсико-генетическое действие смесей сероорганических соединений, компонентов сточных вод на микроорганизмы. Установлено, что эти соединения вызывают токсические эффекты, выражающиеся в снижении жизнеспособности микробной популяции за счет летального эффекта. Кроме того, индуцируют мутации в ядерной и митохондриальной ДНК микробной клетки.

Обнаружена зависимость доза-эффект и изменение уровня генотоксичности от композиционной структуры исследуемой смеси. Очевидно, что токсичность и мутагенность химических загрязнителей природной среды, техногенного происхождения должна оцениваться по их суммарной активности. В случае, если возникает необходимость установления «доминирующих» мутагенов или токсикантов, требуется изучение биологических свойств отдельно составляющих их компонентов.

К числу техногенных загрязнителей относятся серосодержащие компоненты сточных вод предприятий целлюлозно-бумажной промышленности, мутагенность которых не изучена, хотя их токсичность исследовалась на различных организмах [1], в том числе в соответствии с Руководством Р1.2.3156-13 "Оценка токсичности и опасности химических веществ и их смесей для здоровья человека". Отсутствуют сведения и об изменении генотоксических свойств серосодержащих компонентов сточных вод при их сочетанном действии. По-прежнему нет единого понимания в вопросе об уровне их влияния на качество природной воды в водоемах, которые постоянно подвергаются их воздействию. Все это требует дальнейшего изучения и свидетель-

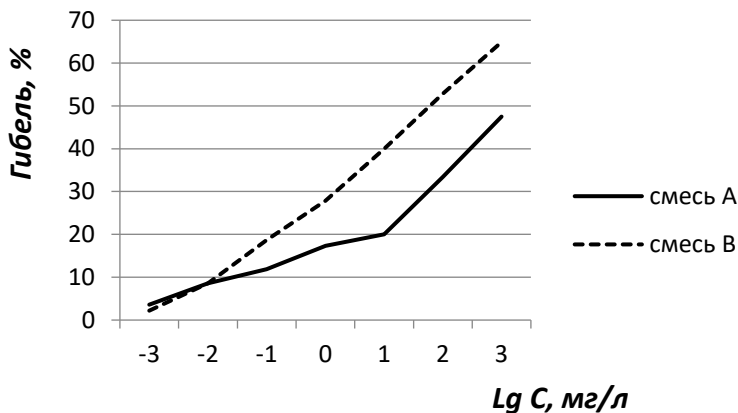
ствуется об актуальности данных исследований.

Токсикогенетические свойства модельных смесей состоящих из ДМС и ДМДС – смесь 1 и смеси 2, в которой кроме указанных компонентов входил продукт их окисления ДМСО, изучены в диапазоне концентраций от 0,001 до 1000 мг/л. Долевое соотношение соединений в смесях приблизительно равны их содержанию в сточных водах предприятий целлюлозно-бумажной промышленности.

В экспериментах использовали методический прием [2], позволяющий одновременно количественно характеризовать токсическую и генетическую активность агентов. Токсичность оценивали по цитостатическому и летальному эффектам действия. Мутагенность - по частоте ядерных и митохондриальных мутантов в популяции микроорганизмов.

В качестве тест объекта использовали эукариотические микроорганизмы – штаммы дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*, полученные из Петергофской генетической коллекции [3], являющиеся условными прототрофами и имеющими нормальную систему репарации.

Данные, характеризующие токсичность смесей по уровню летального эффекта, представлены на рис.1. Гибель микробной культуры возрастает с повышением их концентрации. Вместе с тем, кривые доза-эффект различаются у анализируемых смесей. Если при низкой концентрации (0,01 мг/л) величины летального эффекта для смеси А и В достоверно не различаются, то при более высоких концентрациях (0,1-1000,0 мг/л) эти различия достоверны. Так, для смеси В, процент гибели клеток в диапазоне исследуемых концентраций в 1,4-1,6 раза выше, чем для смеси А. Это свидетельствует о том, что при равных условиях эксперимента, токсичность смеси В возрастает за счет присутствия в ней ДМСО, который в силу своей химической активности способствует увеличению проницаемости клеточной мембраны для других веществ, входящих в ее состав.



**Рис.1.** Изменение токсического действия смесей серосодержащих соединений в зависимости от концентрации

Кроме того, у анализируемых смесей серосодержащих соединений различается и характер концентрационных кривых. В первом случае она имеет экспоненциальную зависимость, а вот для смеси В - линейную. Отличительной особенностью экспоненциальных кривых является одноударный тип повреждения. Это говорит о том, что при действии химических агентов на живые клетки происходят необратимые летальные повреждения. Более медленное нарастание летального эффекта, наблюдается при линейной зависимости. Такой наклон кривой отражает многоударную кинетику возникновения леталей в структуре микробной популяции. Вероятно, возникающая гибель тест-культуры является следствием не однозначных событий, протекающих под действием разных модельных смесей. По-видимому, индуцированные смесью А нарушения у культуры могут исправляться на молекулярном уровне за счет работы мощной репарационной системы микробной клетки эукариот, в то время как возникающие летальные повреждения под действием смеси В не репарируются.

Сравнивая величину  $\&$ , показывающую кратность превышения частоты встречаемости мутантов в опыте по сравнению с контролем, при равных токсических эффектах можно оценить относительную степень мутагенной активности исследуемых смесей (табл. 1).

**Таблица 1.** Мутагенная активность смесей серосодержащих соединений при изотоксических концентрациях

Показатели:	Исследуемые агенты	
CL <sub>5</sub> , мг/л	2,2·10 <sup>-2</sup>	6,0·10 <sup>-2</sup>
Мутагенная активность, $\&_{\text{rho}}$	2,4	3,4
CL <sub>25</sub> , мг/л	33,0	4,6
Мутагенная активность, $\&_{\text{rho}}$	6,1	7,9
Мутагенная активность, $\&_{\text{я}}$	10,0	25,0
CL <sub>50</sub> , мг/л	25,0·10 <sup>3</sup>	0,7·10 <sup>3</sup>
Мутагенная активность, $\&_{\text{rho}}$	6,7	12,2
Мутагенная активность, $\&_{\text{я}}$	43,0	105,0

Показано, что во всех вариантах опытов обе анализируемые смеси индуцировали у дрожжей мутации дыхательной недостаточности, возникающие в митохондриальной ДНК. Такие мутанты были выделены и в контроле с частотой 6,7-8,8·10<sup>-3</sup>. Однако частота встречаемости их в опытных вариантах достоверно превышает контроль: для смеси А и В, соответственно, в 3,5-7,5 и 4,8 - 15,6 раза ( $\&_{\text{rho}}$ ). Уровень rho<sup>-</sup>-мутагенеза зависит от концентрации исследуемых смесей. Однако, как при низких, так и при высоких концентрациях смесь В, в состав которой входит ДМСО, проявляет большую мутагенность, чем смесь А. По способности индуцировать rho<sup>-</sup>-мутации смесь А следует отнести к веществам со слабой активностью ( $\& < 10$ ). Смесь В, мутагенность которой превышает величину  $\&$  более чем в 10 раз, к средней мутагенной активности при величине CL<sub>25</sub> и CL<sub>50</sub> мг/л.

Частота встречаемости ядерных мутантов в опытных

вариантах со смесью А составила  $(2,0-2,5) \cdot 10^{-4}$ , а для смеси В –  $(1,1-9,9) \cdot 10^{-4}$ . Среди ядерных мутантов, индуцированных смесью А, выявлены ауксотрофные и дыхательные мутанты, а смесью В, кроме названных типов, обнаружены мутанты с измененной формой колонии. При этом отметим, что в контрольных вариантах такой тип мутантов вообще не обнаружен, хотя проанализированная выборка много больше по сравнению с опытными.

Величина  $\&_{я}$ , характеризующая их мутагенную активность в отношении ядерных генов, позволяет отнести их к мутагенам со средней активностью ( $10 > \& < 100$ ).

На основании сказанного выше можно прийти к заключению, что в диапазоне исследуемых концентраций все проанализированные смеси обладают выраженной токсичностью и мутагенностью. Уровень их токсикогенетической активности – в прямой зависимости от их концентрации. Качественный и количественный состав химических компонентов анализируемых смесей также определяет степень их токсичности и мутагенности.

### *Литература*

1. *Симонова Е.В., Денисова Т.П.* Оценка токсикогенетической активности воды природного водоема, испытывающего техногенное воздействие // *Вода: химия и экология*, 2010. №10. с.31-35.
2. *Савченков М.Ф., Попкова С.М., Владимиров Н.И., Лана С.Э., Яковенко О.Н., Симонова Е.В. и др.* Микроорганизмы как индикаторы техногенного загрязнения природной среды// *Микробная экология человека в условиях Сибири*. Иркутск: НЦРВХ СОРАМН, 2012. С. 140-151
3. *Drozhdova P.B., Tarasov O.V., Matveenko A.G., Radchenko E.A., Sopova J.V., Polev D.E., Inge-Vechtomov S.G., Dobrynin P.V.* Genome Sequencing and Comparative Analysis of *Saccharomyces cerevisiae* Strains of the Peterhof Genetic Collection. *PLoS One*. 2016. 11(5). P.e0154722.

**Simonova E.V.<sup>1</sup>, Denisova T.P.<sup>2</sup>**  
**TOXICOGENETIC EVALUATION OF A MIXTURE  
OF ORGANOSULFUR COMPOUNDS**

<sup>1</sup> *Irkutsk State Medical University of the Ministry of Healthcare  
of the Russian Federation, Russia;*

<sup>2</sup> *Pedagogical Institute of the Irkutsk State University, Russia.*

Toxicogenetic effect of mixtures of organosulfur compounds, components of wastewater on microorganisms was investigated. It was found that these compounds cause toxic effects, expressed in a decrease in the viability of the microbial population due to the lethal effect. In addition, they induce mutations in the nuclear and mitochondrial DNA of a microbial cell. The dependence of the dose-effect and the change in the level of genotoxicity on the compositional structure of the studied mixture was found. Obviously, the toxicity and mutagenicity of chemical pollutants of natural and anthropogenic origin should be evaluated by their total activity. If there is a need to establish the "dominant" mutagens or toxicants, it is necessary to study the biological properties of their constituent components separately.

*Трубецкая Г.М., Орлова В.С.*  
**БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА  
БИОМАССЫ СПИРУЛИНА (*ARTHROSPIRA SP.*):  
ВЫДЕЛЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
В СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ПИЩЕВОЙ  
ПРОДУКЦИИ.**

*Российский Университет Дружбы Народов, Россия*  
[happy.galka@mail.ru](mailto:happy.galka@mail.ru)

В статье рассмотрена биологически активные вещества биомассы спирулины платенсис и использование её в специализированной пищевой продукции. На основании анализа литературных данных заключено, что во многом антиоксидантные, противовоспалительные и иммуномодулирующие свойства биомассы *A. platensis* определяются входящим в ее состав С-фикоцианином. Целью работы является получение и физико-химическая характеристика концентрата С-фикоцианина, экстрагированного из биомассы цианобактерии *Arthrospira sp.* Для этого был разработан высокоэффективный метод мембранной ультрафильтрации в тангенциальном потоке. В разработанном методе содержание фикоцианина увеличилось почти в 2 раза при этом данный метод позволил получить высококонцентрированные экстракты фикоцианина с сохранением исходных структур и свойств из спирулины платенсис.

Согласно современным представлениям науки о питании (нутрициологии), оптимальное питание направлено на обеспечение человека необходимым количеством энергии и набором пищевых веществ природного (растительного и животного) происхождения, как в виде натуральных продуктов питания, обогащенных пищевых продуктов, диетических профилактических, диетических лечебных продуктов и биологически активных добавок (БАД) к пище. При этом необходим учет возраста, пола и образа жизни для сохранения физического и психического здоровья и адекватной адаптации к факторам внешней среды, как для отдельного человека, так и на популяционном уровне



в течение многих поколений. С позиций доказательной медицины установлено, что при дефиците или недостаточной обеспеченности минорными БАВ пищи имеют место снижение резистентности организма человека к неблагоприятным факторам окружающей среды (феномен маладаптации), формирование иммунодефицитных состояний, нарушение функции систем антиоксидантной защиты, хронизация болезней, повышение риска развития распространенных алиментарно-зависимых заболеваний, снижение качества жизни и эффективности лечебных мероприятий. Перспективным природным источником БАВ, является биомасса спирулины. Высокая пищевая и биологическая ценность, а также широкий спектр фармакологического действия биомассы спирулины определяют её использование в пищевой промышленности, косметике, фармакологии. Клиническими и экспериментальными исследованиями показано, что во многом антиоксидантные, противовоспалительные и иммуномодулирующие свойства биомассы *A. platensis* определяются входящим в ее состав С-фикоцианином. Анализ этих исследований о перспективности включения концентратов С-фикоцианина в состав специализированной пищевой продукции для лиц с различными алиментарно-зависимыми заболеваниями. Следовательно получение концентратов С-фикоцианина из биомассы Спирулины с использованием современных методических подходов важной научно-практической задачей., что определяет актуальность данной работы.

Цель исследования – получение и физико-химическая характеристика концентрата С-фикоцианина, экстрагированного из биомассы цианобактерии *Arthrospira sp.*

Спирулина — это многоклеточный спиралевидный фотосинтезирующий микроорганизм [1]. В природе эта одноклеточная сине-зеленая микроводоросль произрастает в средnezасоленных щелочных водоемах в субтропических и тропических районах Америки, Мексики, Азии

и Центральной Африки при высоких значениях рН среды (от 8 до 11) и может расти как в соленой, так и в пресной воде. Одним из важнейших факторов роста биомассы спирулины является теплая температура окружающей среды. В промышленном масштабе пищевые микроводоросли выращивают в строго контролируемых условиях, в специальных культиваторах (биореактора), с целью получения биомассы с заданным составом [2].

Спирулина обладает уникальным химическим и биологическим составом. Содержание белка в высушенной биомассе спирулины может достигать 75 % (табл. 1).

**Таблица 1.** Сравнительный общий химический состав некоторых пищевых микроводорослей (цианобактерий).

Состав	Виды спирулины		
	( <i>Arthrospira</i> sp.) (Калифорния*, Индия**)	( <i>Arthrospira</i> Maxima)	( <i>Arthrospira</i> Fusiformis) (Индия)
Белок, %	64-74*; 50-65**	68-77	60-71
Жиры %	9-14*; 2-9**	7-14	6-7
Углеводы%	12-20*; 10-20**	10-16,5	15-16
Минеральные вещества, %	4-8*; -	4-6	7-9

Биомасса спирулины может быть также нутритивно значимым источником каротиноидов, фикоцианинов, витаминов группы В и железа. Принадлежность спирулины к цианобактериям как одним из древнейших обитателей биосферы определяет особенность ее метаболизма – высокую степень приспособляемости обменных процессов к неблагоприятным факторам среды обитания, достигаемую высоким содержанием в её составе так называемых вторичных метаболитов, в первую очередь фикоцианинов

и бета-каротина (табл. 2) [1,3].

**Таблица 2.** Фикобилипротеины *Arthrospira* sp  
и их максимумы поглощения.

<b>Фикобилипротеин</b>	<b>Максимумы поглощения (нм)</b>
Аллофикоцианин	650–660
Фикоцианин	610–625

Фикоцианин имеет белковую основу и связанный с ней ковалентной связью хромофор. Именно за счет фикоцианина определяется перспективность получения и использования в качестве действующего начала БАД к пище или ингредиента специализированных пищевых продуктов диетического профилактического и/или лечебного назначения [3].

Таким образом главной целью моего исследования являлось разработка оригинального метода получения концентрата С-фикоцианина.

Объект исследования: высушенная биомасса спирулины платенсис (*spirulina platensis*) в хлопьях (Биосоляр МГУ, Россия), дата производства 01.02.2022. Образец спирулины перед проведением экстракции предварительно измельчался в фарфоровой ступке.

Экстракт из спирулины получали двухстадийной инкубацией при температуре +4°C и перемешивании сухой измельченной биомассы в соотношении 1/10 с 0,1М Na-фосфатным буфером рН 7,0 в течение ночи (1-я экстракция) и 3 часов (2-я экстракция). В предварительных экспериментах было установлено, что такая схема экстракции переводит в жидкую фазу практически весь ФКЦ из исходной спирулины.

После каждой экстракции взвесь центрифугировали (3500 об/мин при +4°C в течение 50 минут на центрифуге «BECKMAN COULTER AVANTI J-NC», США) и отбирали супернатант. По окончании второй экстракции супернатанты

объединяли и проводилась их мембранная обработка на установке «МИНИТАН» (MILLIPORE, США) в тангенциальном потоке через мембрану 30 кД со сбором высокомолекулярной фракции и обессоливанием продукта водой на этой же мембране.

Полученный продукт обессоливался на этой же мембране дистиллированной водой и лиофильно высушивался (лио-фильная сушка «Alpha 1-5», Германия). В сухом продукте и исходной спирулине определяли содержание ФКЦ методом, аналогичным процедуре экстракции (без мембранной обработки).

После этого определялась сумма С-ФКЦ и А-ФКЦ спектрофотометрическим методом при длинах волн 620, и 655 нм по формулам 1,2 (спектрофотометр «BIOWAVE II», Англия). Расчет содержания ФКЦ производился по формуле, взятой из учебно-методического пособия «Количественное определение массовой доли С-фикоцианина и аллофикоцианина в сухой биомассе *Spirulina (Arthrospira) platensis* North. Geitl. Холодная экстракция». Определение содержания фикоцианина (суммы С-ФКЦ и А-ФКЦ в весовых %) проводилось спектрофотометрическим методом по формулам 1, 2:

$$C_{\text{С-ФКЦ}} = \frac{0,154 \cdot D^*_{620} - 0,1 \cdot D^*_{655}}{m \cdot (1 - k) \cdot l} \cdot V \cdot 100\% \quad (1)$$

$$C_{\text{А-ФКЦ}} = \frac{0,194 \cdot D^*_{655} - 0,1 \cdot D^*_{620}}{m \cdot (1 - k) \cdot l} \cdot V \cdot 100\% \quad (2)$$

где  $m$  навеска — навеска сухой биомассы, мг;  
 $(1-k)$  — масса биомассы за вычетом влажности (принято 0,95);  
 $D^*_{620}$ ,  $D^*_{655}$  — оптическая плотность водного раствора биомассы при 620 и 650 нм;

$V$  — объем объединенного экстракта, мл;

$l$  — ширина кюветы (принимается 1 см);

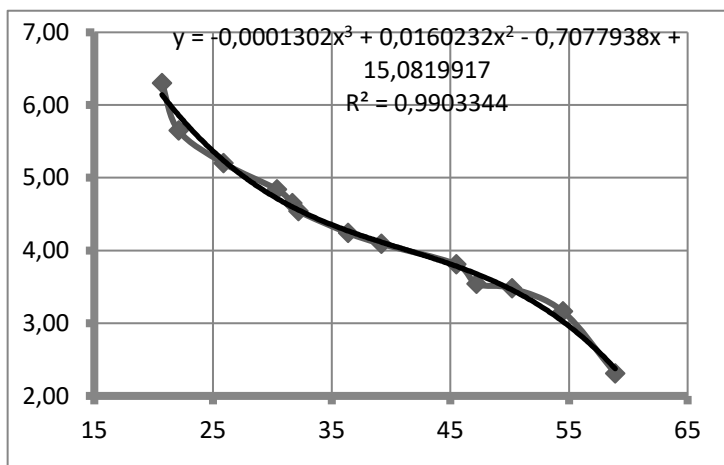
100 — коэффициент для пересчета результатов в весовые %.

Полученный продукт анализировался методом эксклюзионной жидкостной хроматографии высокого давления на колонке TSK GEL 2000SW1x (0.8\*30 см),

предварительно откалиброванной по стандартным глобулярным водорастворимым белкам производства «SERVA», Германия.

Скорость элюирования составляла 0,25 мл/мин (подвижная фаза 0,25М хлористый натрий с добавлением азида), оптическую плотность измеряли на проточном ультрафиолетовом детекторе «UV/VIS-150» (GILSON США) при длинах волн 280 и 620 нм.

На рис. 1 приведена калибровочная кривая колонки TSK GEL 2000SW1x (0.8\*30 сек).



**Рис. 1.** Калибровочная кривая хроматографической колонки. По оси абсцисс – время удерживания. По оси ординат – десятичный логарифм молекулярной массы (в Дальтонах).

Полученный сухой экстракт имел ярко-синий цвет и хорошо растворялся в воде. В табл. 3 приведены результаты определения содержания фикоцианина и отдельно С-ФКЦ и А-ФКЦ в полученном образце и в исходной спирулине.

**Таблица 3.** Содержание ФКЦ в исходной спирулине и экстракте

Образец	С-ФКЦ, вес. %	А-ФКЦ, вес. %	$\Sigma$ (С-ФКЦ+ А-ФКЦ), вес. %
Исходная спирулина	11,7 $\pm$ 0,3	3,3 $\pm$ 0,1	14,9 $\pm$ 0,3
Сухой экстракт	20,1 $\pm$ 0,7	8,8 $\pm$ 0,6	28,9 $\pm$ 1,2

Видно, что при таких условиях проведения экстракции удается практически в 2 раза повысить содержание ФКЦ в конечном продукте по сравнению с исходным сырьем. Кроме этого, экстракт хорошо растворяется в воде, что, наряду с высоким содержанием в нем ФКЦ, позволяет его использовать в качестве добавок в составе как сухих, так и жидких продуктов питания различного назначения.

Таким образом была разработана методика водно-солевой экстракции фикоцианина из сухой биомассы спирулины. Методом мембранной ультрафильтрации в тангенциальном потоке (является чисто физическим процессом, проходящем в мягких условиях с использованием в качестве рабочей среды только воды) был получен обессоленный высокообогащенный фикоцианином экстракт, хорошо растворимый в воде с содержанием суммы С-ФКЦ и А-ФКЦ (28,9 $\pm$ 1,2) вес %. Это дает возможность его использовать в качестве добавок в составе как сухих, так и жидких продуктов питания различного назначения. Таким образом метод мембранной ультрафильтрации является высокоэффективным, благодаря ему содержание фикоцианина увеличилось почти в 2 раза при этом данный метод позволил получить высококонцентрированные экстракты фикоцианина с сохранением исходных структур и свойств из спирулины платенсис.

#### *Литература*

1. Спирулина - пища XXI века. Москва. 2006. 166 с.
2. Абакумова И.А., Кондратьев Ю.И., Ушаков А.С. Исследование кормовой ценности одноклеточных водорослей. //

Проблемы создания замкнутых экологических систем. М.: Наука, 1967.

3. Kim KM, Lee JY, Im A-R, Chae S. Phycocyanin Protects Against UVB-induced Apoptosis Through the PKC  $\alpha/\beta$ -Nrf-2/HO-1 Dependent Pathway in Human Primary Skin Cells. *Molecules*. 2018;23(2):478. doi:10.3390/molecules23020478.

4. Палмери М, Бенсхайла С. Антиоксидантная, иммуномодулирующая и микробномодулирующая активность устойчивой и экологически чистой спирулины. 2017: 3247528.

5. Ефимов А.А. Голованец В.А., Ефимова М.В.. Процесс очистки в технологии пищевого красителя фикоцианина из синезелен водорослей // Вестник КМГУ. 2007. № 6. С. 16–20.

*Trubetskaya G.M., Orlova V.S.*

**BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES OF SPIRULINA  
(*ARTHROSPIRA SP.*) BIOMASS: HIGHLIGHTING  
THE PROSPECTS OF USE IN SPECIALIZED  
FOOD PRODUCTS.**

*Russian University of People's Friendship Russia*

The article deals with biologically active substances of spirulina platensis biomass and its use in specialized food products. Based on the analysis of literature data, it is concluded that in many respects the antioxidant, anti-inflammatory and immunomodulatory properties of *A. platensis* biomass are determined by C-ficocyanin in its composition. The aim of this work is to obtain and physico-chemically characterize C-ficocyanin concentrate extracted from the biomass of the cyanobacterium *Arthrospira sp.* For this purpose, a highly efficient method of membrane ultrafiltration in tangential flow was developed. In the developed method, the phycocyanin content increased almost 2-fold while this method made it possible to obtain highly concentrated phycocyanin extracts with preservation of the original structures and properties from *Spirulina platensis*.

**Файзуллаев Б., Батиров Х.Ф., Абдуллаева Р.**  
**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФЕРМЕРСКОГО ПОЛЯ**  
**В ХЛОПКОВО-ЗЕРНОВОМ КОМПЛЕКСЕ**

*Самаркандский государственный университет, Узбекистан*  
[burkhon fayzullayev@kom.uz](mailto:burkhon fayzullayev@kom.uz), [xidir batirov@kom.uz](mailto:xidir batirov@kom.uz),

В статье изложены результаты анализа экологических особенностей фермерских хозяйств на примере «Файзнабад» Пайарыкского района Самаркандской области Республика Узбекистан в 2017-2019 гг.

В настоящее время в хлопково-зерновом комплексе орошаемых земель большинство фермерских хозяйств возделывают хлопчатник, зерновые колосовые, а в районах не хлопковой зоны некоторые летние (картофель, овощи и др.) культуры, которые основано на одной или полуторо-урожайной системе земледелия, что неминуемо приводит к растраниванию почвенного плодородия, деградации земель и т.д.

Такое положение дел настоятельно требует всемерную охрану почв, рационального землепользования путем возделывания не только хлопчатника или же скажем, зерновых, но и повторных, (в т.ч. осенне-зимних сидератов) культур, возделывание которых в условиях Зарафшанской долины должно быть осуществлено на основе всестороннего биолого-экологического анализа деятельности фермерских хозяйств. К сожалению, до настоящего времени фермерские предприятия аграрного сектора в большинстве случаев анализируются исключительно с точки зрения экономической эффективности, в основе которой лежит использование в больших масштабах техногенных средств (удобрения, горючее, мелиорация земель, применение токсических веществ и т.д.), которые так или иначе удорожают себестоимость сельскохозяйственной продукции, негативно влияя на биологические объекты (растения, почвенные животные и т.д.), а также на здоровье товаропроизводителей



(в данном случае фермеров) и окружающую среду (агрофитоценозы, водоемы, воздух, сельскохозяйственных продукты и т.д.) в том или ином регионе. Между тем с точки зрения сохранения биологического разнообразия и растительности агроландшафтов изучение и анализы предприятий фермерских хозяйств имеет важную научную и практическую значимость. К сожалению, эти вопросы до сих пор не нашли своего разрешения, а имеющиеся в литературе данные на наш взгляд, весьма скудны, в практическом же аспекте их совсем отсутствует.

В связи с этим мы в течение 2017-2019 гг. на орошаемых землях проводили исследования по анализу экологических особенностей фермерских хозяйств на примере «Файзиабод» Пайарыкского района Самаркандской области Республика Узбекистан.

Почвы опытных участков сероземного типа давнего орошения с залеганием грунтовых вод 3-7 метров, механический состав - среднесуглинистый, содержание гумуса и элементов пищи было довольно достаточным для получения сравнительно высоких урожаев культур в севообороте.

Предшественниками в опытах для хлопчатника были зерновые (озимая пшеница), для зерновых – хлопчатник средневолокнистого сорта Омад, для остальных – промежуточные культуры и в качестве контроля была зябь и весновспашка. Исследования показали, что различные культуры в зависимости от различных предшественников сказались на урожайности культур. Так, если на контроле получено урожая хлопка-сырца в среднем 14,5 ц/га, озимой пшеницы 33,2 ц/га, промежуточной культуры (редька масличная) 12,0 ц/га семян, то по предшественникам получено урожая этих культур соответственно 31,0; 65,2 и 29,5 ц/га.

Важно отметить, что при схеме севооборотов, где два года чередовался хлопчатник, столько же зерновые и один год промежуточная культура, урожай так же был на 35-41% выше по сравнению с севооборотной площадью: 2 года

хлопчатник + 1 год зерновые без повторных посевов культур.

Все это показывает, что при возделывании культур в хлопково-зерновом комплексе необходимо провести экологический анализ фермерского хозяйства по правильному подбору видов растений, степени зараженности почвы патогенами, сельскохозяйственными вредителями, и на этой основе составления оптимальных схем севооборотов, разработка приёмов агротехники в зависимости от конкретных условий, составление общего баланса гумуса, элементов пищи и т.д., что позволит фермеру после сбора – сведений провести научно-обоснованные анализы полей и только после этого обобщить полученные материалы, дать полную оценку общей деятельности своего хозяйства.

Таким образом, проведенные нами исследования позволяют сделать вывод о том, что всесторонний анализ экологических возможностей фермерских хозяйств как обязательный атрибут рыночных отношений, должен быть учтен при прогнозировании их деятельности в настоящее время и на перспективу. В агроценозе которое фермерское хозяйство и его поля, занятые под определенной культурой, должны быть научно обосновано и пройдти:

- Мониторинг по биолого – экологическим вопросам, включающим нижеследующее:

- пригодность для того или иного поля возделываемых культур;

- степень зараженности почвы патогенами, вредителями и болезнями растений, видами сорных растений;

- внедрение научно-обоснованных и пригодных к условиям фермерского хозяйства севооборотов;

- разработка правильных и обоснованных технологических приёмов и их внедрение в практику;

- составление общего баланса гумуса, других элементов пищи в почвах региона и их мониторинг;

- применение современных (ресурсосберегающих, интегрированных, экологически безопасных и т.д.)

технологических приёмов по выращиванию культур;

- определение экономической эффективности культур, возделываемых в фермерском предприятии и т.д.

• Хозяйственно – экономический анализ по вопросам:

1. Сбор (обобщение) основных сведений, где должно быть.

1.1. О местообитания фермерского хозяйства с анализом метеоусловий, почвенного покрова, подземных вод, подача воды, её баланс в период вегетации растений, их вид, сортов, свойства, качество, особенности и т.д.

1.2. Сведения о фермерском хозяйстве: месторасположение, направление, структура посевных площадей, их соотношение, урожайность, последствия и т.д.

1.3. О типах почвы, уровень грунтовых вод, содержание в них элементов, состояние, обеспеченность ими, балансировый анализ и агрономическая оценка поля и т.д.

1.4. Севообороты, соотношение культур, план обеспеченности их органическими и минеральными удобрениями, выделение в установленных нормах химических препаратов против вредителей, болезней, сорняков и т.д.

1.5. Рельеф местности, крутизна склона, наличие и отсутствие оврагов, засоленности почв и т.д.

2. Оценка, анализы, измерения, оплата и создание условий труда в период вегетации растений.

2.1. Сроки, норма посева семян, наличие сорняков, болезней, вредителей, водный баланс, наличие техники и других средств производства.

2.2. Химико-физико-биолого-агрономический анализ почвы, растений их продукций, документации для их реализации и т.д.

3. Обобщение сведений, анализов и их оценка.

3.1. Наличие проблем (научно-практические), возникших в производственных процессах таких как:

- севообороты и их обоснованность;

- баланс питательных веществ и гумуса в почвах;

- система обработки почвы и применения NPK для

растений;

- обусловленность и обоснованность производства хлопка-сырца, зерна и других сельскохозяйственных продуктов;

- наличие перспективных планов по изменению приоритетной направленности самого хозяйства или резкому повышению урожайности возделываемых культур;

- обсуждение деятельности фермерского хозяйства на ближайшую перспективу с позиции современных требований;

- разработка программы по развитию экологически чистой и экономически оправданной направленности фермерского предприятия в будущем и т.д.

Авторы выражают признательность руководству СамГУ за оказание практическую помощь в проведении настоящих исследование, а также руководителю фермерского хозяйство в Пайарыкском районе Самаркандское области.

#### *Литература*

1. *Батиров Х.Ф. и др.* Достижения науки – фермерам. //Самаркандское отделение НПЦСХ Республики Узбекистан, Самарканд, 2021.

2. *Бабушкин Л.Н. и др.* Агроклиматические условия сельского хозяйства Узбекистана. Ташкент. "Мехнат".

3. *Петров Ю.М.* Самарканд (климат и погода), Ленинград, 1982.

4. *Кант Г.* Зеленое удобрений. Москва "Колос", 1983. 128 с.

5. Под редакцией *Никитенко Г.Ф.* Опытное дело в полеводстве. Москва. Россельхозиздат, 1982.

***Faizullaev B., Batirov H.F., Abdullaeva R.***

### **ECOLOGICAL ASPECTS OF FARMER'S FIELD IN THE CLOUD-GROWN COMPLEX**

*Samarkand State University, Uzbekistan*

The article presents the results of the analysis of environmental features of farms on the example of "Faiziabad" of Payaryk district of Samarkand region of the Republic of Uzbekistan in 2017-2019.

*Шеремета А.В., Васильев В.Г., Ивлев В.А., Горяинов С.В.,  
Хажжар Ф., Эспарса С., Калабин Г.А.*

**ИДЕНТИФИКАЦИЯ АНТРАХИНОНОВЫХ  
ПРОИЗВОДНЫХ В ЭКСТРАКТЕ ИЗ КОРНЕЙ  
И КОРНЕВИЩ МАРЕНЫ КРАСИЛЬНОЙ (*RUBIA  
TINCTORUM*) МЕТОДОМ СПЕКТРОСКОПИИ ЯМР <sup>1</sup>H**

*Российский университет дружбы народов, Россия*

[anzhelika.sheremeta@mail.ru](mailto:anzhelika.sheremeta@mail.ru)

Руберитриновая кислота и люцидин-3-примеверозид являются основными биологически активными веществами корней и корневищ Марены красильной, по которым проводится стандартизация его экстракта. В статье описано создание новой экспрессной и нестандартной методики их идентификации методом спектроскопии ЯМР <sup>1</sup>H, применение которой свободно от сложной пробоподготовки, дериватизации и необходимости стандартных образцов.

Основными методами идентификации биологически активных веществ (далее – БАВ) растительного происхождения, в том числе и антрахиноновых производных в экстрактах из корней и корневищ Марены красильной, согласно Государственной Фармакопеи Российской Федерации (Издание 14) и другим литературным источникам [1-4], являются тонкослойная хроматография, спектрофотометрия и высокоэффективная жидкостная хроматография с ультрафиолетовым детектором. Все представленные методы нуждаются в сложной и длительной пробоподготовке и в аутентичных стандартных образцах. Последние не всегда доступны для БАВ растительного происхождения, либо стоят очень дорого. В связи с этим нами предлагается использование альтернативного метода спектроскопии ЯМР, который не требует сложной и длительной пробоподготовки, а главное – аутентичных стандартных образцов. Разработка альтернативных методов идентификации биологически активных веществ важна и актуальна не только для профильных лабораторий фармацевтического анализа, но и для изучения

состава низкомолекулярных метаболитов растительных объектов, поскольку их качественный состав может изменяться в результате неблагоприятного воздействия на них различных факторов окружающей среды. Исследование природных метаболитов, в частности веществ растительного и микробиального происхождения — одна из важнейших задач фитохимии [5].

В работе использованы диметилсульфоксид-d6 ( $\geq 99,9\%$ , Sigma-Aldrich, номер CAS № 2206-27-1), стандартные образцы руберитриновой кислоты (CAS № 152-84-1), люцидин-3-примеверозида (CAS № 29706-59-0), люцидина (CAS № 478-08-0), пурпурина (CAS № 81-54-9), ализарина (CAS № 72-48-0), диметилсульфона (CAS № 67-71-0).

Для разработки методики идентификации отдельных антрахиноновых производных в экстракте важно, чтобы хотя бы один сигнал каждого БАВ не перекрывался с другими. Для этой цели были зарегистрированы спектры ЯМР  $^1\text{H}$  стандартных образцов руберитриновой кислоты, люцидин-3-примеверозида, ализарина, люцидина и пурпурина, представленных на рисунке 1, как основных БАВ экстракта Марены красильной [6]. Также был зарегистрирован спектр ЯМР  $^1\text{H}$  экстракта из корней Марены красильной, полученного в лаборатории путем прямой экстракции дейтерированным диметилсульфоксидом.

Руберитриновая кислота.  $^1\text{H}$  ЯМР (600 МГц, ДМСО-D6,  $\delta$ , ppm): 12.66 (s, 1H, OH-1), 8.27 – 8.24 (m, 1H, аром. H), 8.21 – 8.18 (m, 1H, аром. H), 7.97 – 7.92 (m, 2H, аром. H), 7.75 (d, J=8.5 Гц, 1H, аром. H), 7.63 (d, J=8.6 Гц, 1H, аром. H), 5.51 (d, J=5.3 Hz, 1H, OH-3'), 5.28 – 5.23 (m, 2H, OH-4', 5'), 5.07 (d, 1H, J=7.6 Гц, аномерный H-2' глюкозы), 4.98 (d, J=4.6 Гц, 2H, OH-4'', 5''), 4.14 (d, J=7.6 Гц, 1H, аномерный H-2'' ксилозы).

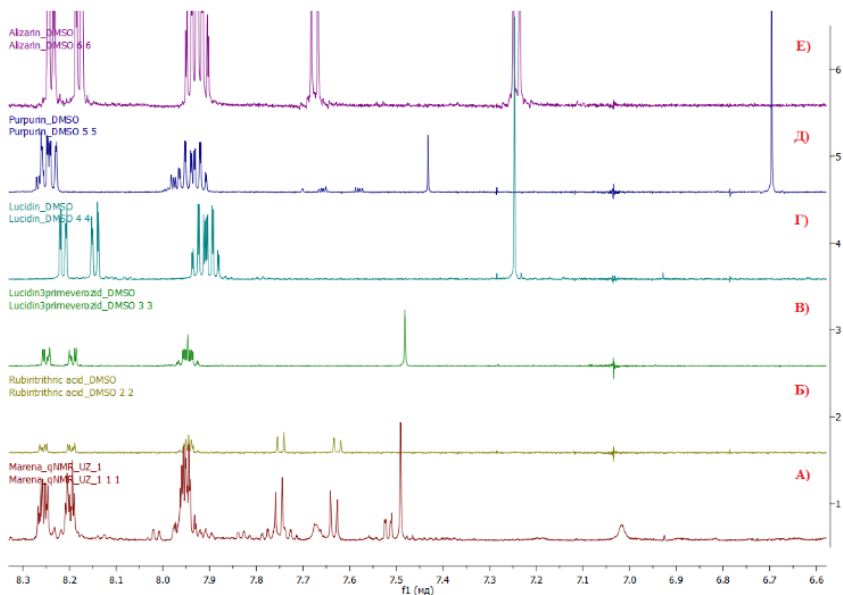
Люцидин-3-примеверозид.  $^1\text{H}$  ЯМР (600 МГц, ДМСО-D6,  $\delta$ , ppm)  $\delta$  13.04 (s, 1H, OH-1), 8.26 – 8.24 (m, 1H, аром. H), 8.20 – 8.18 (m, 1H, аром. H), 7.98 – 7.92 (m, 2H, аром. H),

7.48 (s, 1H, H-4), 5.12 (d, J=7.3 Гц, 1H, аномерный H-2' глюкозы), 4.66 (d, J=11.4 Гц, 1H, -CH<sub>2</sub>-), 4.58 (d, J=11.4 Гц, 1H, -CH<sub>2</sub>-), 4.14 (d, J=7.4 Гц, 1H, аномерный H-2'' ксилозы).

Ализарин. <sup>1</sup>H ЯМР (600 МГц, ДМСО-D<sub>6</sub>) δ 12.62 (s, 1H, OH-1), 10.88 (s, 1H, OH-2), 8.25 – 8.23 (m, 1H, аром. H), 8.19-8.17 (m, 1H, аром. H), 7.96 – 7.90 (m, 2H, аром. H), 7.67 (d, J=8.4 Гц, 1H, аром. H), 7.24 (d, J=8.3 Гц, 1H, аром. H).

Пурпурин. <sup>1</sup>H ЯМР (600 МГц, ДМСО-D<sub>6</sub>) δ 13.40 (s, 1H, OH-1), 13.12 (s, 1H, OH-4), 8.28 – 8.22 (m, 3H, аром. H), 8.01-7.89 (m, 3H, аром. H), 6.70 (s, 1H, аром. H).

Люцидин. <sup>1</sup>H ЯМР (600 МГц, ДМСО-D<sub>6</sub>) δ 13.19 (s, 1H, OH-1), 8.21 (dd, J=7.5, 1.5 Гц, 1H, аром. H), 8.15 (dd, J=7.4, 1.6 Hz, 1H, аром. H), 7.91 (dq, J=14.6, 7.3, 1.4 Гц, 2H, аром. H), 7.25 (s, 1H, аром. H), 4.54 (s, 2H, -CH<sub>2</sub>-).



**Рис. 1.** Стек спектров ЯМР <sup>1</sup>H в ДМСО-d<sub>6</sub>: а) экстракта корней и корневищ Марены красильной, б) СО руберитриновой кислоты, в) СО люцидин-3-примеверозида, г) СО люцидина, д) СО пурпурина, е) СО ализарина

Из представленного на рис. 1 стека спектров видно, что наблюдаются два дублетных сигнала протонов при 7.62 м.д. и 7.74 м.д. ( $J = 8.5$  Гц каждый) в спектре ЯМР  $^1\text{H}$  стандартного образца руберитриновой кислоты и 7.62 м.д. ( $J=8.5$  Гц) в спектре ЯМР  $^1\text{H}$  экстракта Марены красильной, которые не перекрываются с другими сигналами ароматических протонов. Константы спин-спинового взаимодействия этих дублетных сигналов также совпадают. Также наблюдаются неперекрывающийся синглетный сигнал при 7.48 м.д. в спектрах ЯМР  $^1\text{H}$  люцидин-3-примеверозида и экстракта Марены красильной. Это позволяет сделать вывод о том, что дублетный сигнал при 7.62 м.д. и синглетный сигнал при 7.48 м.д. можно использовать для идентификации руберитриновой кислоты и люцидин-3-примеверозида в экстракте Марены красильной методом спектроскопии ЯМР  $^1\text{H}$ . В случае перекрывания сигнала протона руберитриновой кислоты при 7.62 м.д., можно использовать дублетный сигнал слева при 7.73 м.д. Таким образом разработанная методика демонстрирует также удобную вариативность в выборе специфичных сигналов для идентификации руберитриновой кислоты в случае перекрытия одного из дублетных сигналов.

В работе обосновано создание новых экспрессных и нестандартных методик идентификации антрахиноновых производных в корнях и корневищах лекарственных растений и разработана методика определения руберитриновой кислоты и люцидин-3-примеверозида в экстрактах из корней и корневищ Марены красильной.

### *Литература*

1. Государственная фармакопея Российской Федерации [Электронный ресурс]: офиц. текст Т.1. 14-е изд., перераб. и доп. М.: ФЭМБ, 2018. Режим доступа: <https://docs.rucml.ru/feml/pharma/v14/vol1/>. Дата обращения 29.03.2022.
2. Государственная фармакопея Российской Федерации



[Электронный ресурс]: офиц. текст Т.2. –14-е изд., перераб. и доп. — М.: ФЭМБ, 2018. Режим доступа: <https://docs.rucml.ru/feml/pharma/v14/vol2/> Дата обращения 29.03.2022.

3. Государственная фармакопея Российской Федерации [Электронный ресурс]: офиц. текст Т.3. 14-е изд., перераб. и доп. М.: ФЭМБ, 2018. Режим доступа: <https://docs.rucml.ru/feml/pharma/v14/vol3/> Дата обращения 29.03.2022.

4. Государственная фармакопея Российской Федерации [Электронный ресурс]: офиц. текст Т.4. 14-е изд., перераб. и доп. — М.: ФЭМБ, 2018. Режим доступа: <https://docs.rucml.ru/feml/pharma/v14/vol4/> (дата обращения 29.03.2022).

5. *Зайцева Н.В.* Химический состав растений рода *Rhododendron*, произрастающих в Южной Якутии // Актуальные проблемы ботаники и охраны природы. Сборник научных статей Международной научно-практической конференции, посвященной 150-летию со дня рождения профессора Г.Ф. Морозова Под редакцией С.Ф. Котова. Симферополь, 28-30 ноября 2017. С. 58-66

6. *Kurkin V.A., Shmygareva A.A., Rybalko M.V., et al.* Xanthopurposide, A New Anthraglycoside from *Rubia tinctorum* Rhizomes // *Chemistry of natural compounds*. 2021. №57(1). С. 14-15.

*Sheremeta A.V., Vasil'ev V.G., Ivlev V.A., Goriainov S.V.,  
Khazhzhazhar F., Esparsa S. and Kalabin G.A.*

**IDENTIFICATION OF ANTHRAQUINONE  
DERIVATIVES IN THE EXTRACT FROM THE ROOTS  
AND RHIZOMES OF RUBIA TINCTORUM BY <sup>1</sup>H NMR  
SPECTROSCOPY**

*RUDN University, Russian Federation, 117198, Moscow, Miklukho-  
Maklay str., 6*

Annotation. Ruberitric acid and lucidin-3-primeveroside are the main biologically active substances of roots and rhizomes of *Rubia tinctorum*, according to which its extract is standardized. The article describes the creation of a new express and standard-free technique for their identification by <sup>1</sup>H NMR spectroscopy, the use of which is free of complex sample preparation, derivatization and the need for standard samples.

*Шишканова М.С.<sup>1</sup>, Никифоров А.И.<sup>2,3</sup>*

## **СОВРЕМЕННАЯ ПРАКТИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛЬГОРЕСУРСОВ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ: ТЕНДЕНЦИИ И ВОЗМОЖНОСТИ**

<sup>1</sup> *ГБНОУ Пензенской области «Губернский лицей», Россия*

<sup>2</sup> *Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, Россия*

<sup>3</sup> *Московский государственный институт международных отношений (университет) Министерства иностранных дел Российской Федерации, Россия*

[i.am.maria.shishkanova@gmail.com](mailto:i.am.maria.shishkanova@gmail.com), [hosanianig@gmail.com](mailto:hosanianig@gmail.com)

Доклад посвящен рассмотрению перспектив хозяйственного использования альгоресурсов, обладающих уникальными биохимическими свойствами, и являющихся ценным сырьём для многих сфер производственной деятельности. Авторами предложен комплекс мер по развитию устойчивых практик рациональной эксплуатации альгоресурсов в России.

Анализ доступной литературы показал, что, несмотря на очевидную перспективность расширения сферы использования альгоресурсов, российские предприниматели пока оставляют без должного внимания возможности применения водорослей в качестве сырья для различных промышленных процессов. В то же время, на данный момент выявлены районы дальневосточных и северных морских акваторий, обладающих особенно богатыми запасами альгоресурсов, весьма перспективными с точки зрения их хозяйственного освоения. Так, только разведанные запасы промысловых макрофитов в российских морях составляют порядка 10-11 млн. тонн: в морях Дальнего Востока 8,8-9,3 млн. тонн; в Белом море 0,7-1,0 млн. тонн; в Баренцевом море – 350-400 тыс. тонн; в Чёрном море не менее 0,8 млн. тонн [1]. При этом активно используется лишь около 3% имеющихся водорослевых ресурсов на Дальнем Востоке (добывается ежегодно не более 5 тыс. тонн) [5]. Необходимо отметить, что за счёт крайне богатого

микро- и макроэлементного состава, альгоресурсы северных морей обладают более высокой биологической активностью по сравнению с макрофитами более южных широт. В этом плане интересен положительный опыт многолетней эксплуатации альгоресурсов Белого моря в форме деятельности уникального Архангельского водорослевого комбината [6, 7].

Необходимо отметить, что не только дикорастущие, но и культивируемые альгоресурсы в настоящее время востребованы – в частности, как компоненты биологически активных пищевых добавок [8]. Помимо пищевой отрасли, альгоресурсы активно используются в различного рода промышленных установках по очистке воздуха [9].

Представленные в работе примеры свидетельствуют о высоких потенциальных перспективах расширения хозяйственного использования альгоресурсов России.

Авторам видятся следующие шаги в направлении расширения перспектив развития устойчивых практик эксплуатации морских альгоресурсов в России:

1. Расширение научно-исследовательских работ в области альгологии и практического применения альгоресурсов с уделением особого внимания развитию роли водорослей в голубой экономике России.

2. Наращивание объёмов рациональной добычи альгоресурсов без вреда для окружающей среды с учётом применения инновационных методов изъятия ресурса.

3. Наращивание объёмов культивирования и расширение видового ассортимента культивируемых водорослей без вреда для окружающей среды.

4. Активизация просветительской деятельности среди населения России относительно полезных свойств альгоресурсов для создания адекватного спроса на данную продукцию.

5. Выделение целевых государственных субсидий для развития отрасли.

6. Имплементация опыта других стран в области практического применения альгоресурсов на уровне науки и бизнеса.

### *Литература*

1. *Титлянов Э.А., Титлянова Т.В.* Морские растения стран азиатско–тихоокеанского региона, их использование и культивирование. Владивосток: Дальнаука, 2012.

2. *Аминина Н.М.* Сравнительная характеристика бурых водорослей прибрежной зоны Дальнего Востока // Известия ТИНРО (Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра). 2015. Т. 182 №3. С. 258-268.

3. *Щербак А.П., Тишков С.В.* Водоросли Белого моря и перспективы их использования // Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2015. Т. №4. С. 60-66.

4. Архангельский водорослевый комбинат. Режим доступа: <http://avk1918.ru/ru/> . Дата обращения: 14.10.2021

5. Биосоляр МГУ. Режим доступа: <https://spirulina-mgu.ru> . Дата обращения: 21.10.2021.

6. Cyber Grow Systems. Режим доступа: <https://cybergrow.ru/oborudovanie/fotobioreaktory/biofiltr-generator-kisloroda-veoly> . Дата обращения: 29.10.2021

*Shishkanova Maria*<sup>1</sup>, *Nikiforov Andrey*<sup>2,3</sup>

## **MODERN PRACTICE OF ALGAL RESOURCES EXPLOITATION IN THE RUSSIAN FEDERATION: TRENDS AND OPPORTUNITIES**

<sup>1</sup> *Gubernsky Lyceum, Russia*

<sup>2</sup> *Institute of Fisheries and Oceanography, Russia*

<sup>3</sup> *Moscow State Institute of International Relations (University), Russia*

The article is devoted to the consideration of the prospects of economic use of algae resources that have unique biochemical properties and are valuable raw materials for many areas of industrial activity. The authors propose a set of measures for the development of sustainable practices for the rational exploitation of algae resources in Russia.

**Щипцова Н.П.<sup>1</sup>, Максимова Е.Н.<sup>1</sup>,  
Столяр С.В.<sup>2</sup>, Ярославцев Р.Н.<sup>2</sup>**

## **ЭФФЕКТ ДЕЙСТВИЯ НАНОЧАСТИЦ МАГНЕТИТА НА КУЛЬТУРУ ЗЕЛЕННЫХ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ**

<sup>1</sup> *Иркутский государственный университет, Россия*

<sup>2</sup> *Федеральный исследовательский центр КНЦ СО РАН, Россия*  
[bezuglova-1997@mail.ru](mailto:bezuglova-1997@mail.ru)

Наночастицы железа нашли широкое применение в области медицины и биотехнологии. С этим связаны потенциальные риски для здоровья человека и природы в целом. Для оценки рисков применяют методы биотестирования. Эффект действия наночастиц магнетит и магнетита с покрытием оценен по степени подавления удельной скорости роста культуры *Scenedesmus quadricauda* относительно контроля в конце опыта. Проанализировано влияние наночастиц при концентрациях 0,5-50 мг/л. Подавление роста культуры отмечено при концентрациях магнетита 25-50 мг/л, на что указывает влияние НЧ на I (%) водорослей, составившее 85-86 % от контроля. В целом, достоверно токсического действия для исследуемых концентраций магнетита и его производных в остром опыте не отмечено.

На сегодня известно, что наночастицы (НЧ) по своим размерам сопоставимы с биологическими молекулами и могут быть спроектированы с заданными полезными свойствами [1]. Для увеличения биосовместимости и избирательной доставки, наночастицы покрывают полимерами или биоузнаваемыми молекулами. Области применения НЧ в биотехнологии и медицине постоянно расширяются, что сопряжено с потенциальными рисками для здоровья человека и делает необходимым апробацию методов оценки их биобезопасности [2]. Одним из таких методов является биотестирование с использованием в качестве тест-объектов микроводорослей. Они обладают коротким жизненным циклом, что позволяет быстро оценить степень воздействия токсических веществ на культуру [3].

В работе исследовали эффект действия магнитных

наночастиц маггемита, которые были получены методом соосаждения из раствора солей  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  и  $\text{FeSO}_4$  в молярном соотношении 2:1. Усредненное значение размера наночастиц –  $\sim 10$  нм. Для покрытия наночастиц арабиногалактаном и хитозаном к суспензии наночастиц добавляли 1 и 0,1 г анализируемого вещества соответственно, после чего раствор обрабатывали ультразвуком, как было описано ранее [4].

В качестве тест-объекта, при проведении процедуры биотестирования использовали культуру зеленой микроводоросли *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Vreb. Культуру выращивали на жидкой питательной среде Прата. Эксперимент выполняли в соответствии с ГОСТ Р 54496-2011 (ИСО 8692:2004), в течение 72 часов в трех биологических повторностях [3, 5]. Расчет исследуемых концентраций НЧ осуществлялся по содержанию трехвалентного ионного железа в растворе. Измерение оптической плотности культуры выполняли спектрофотометром ПЭ-5300ВИ каждые сутки, при длине волны 450 нм. Основным показателем оценки эффекта действия НЧ магнетита и его производных служила степень подавления роста клеток водорослей в опыте по сравнению с контролем (I, %) по формуле:

$$I = \frac{(Dk - D_0)}{D_0} \times 100 \%, \quad (1)$$

где  $Dk$  и  $D_0$  – средние значения плотности суспензии водорослей в контроле и опыте соответственно [5].

В эксперименте по выращиванию микроводорослей с суспензиями НЧ магнетита в концентрациях от 0 (контроль) до 50 мг/л было показано, что при значениях 0,5 – 10 мг/л через 72 часа отмечается выход культуры в экспоненциальную фазу роста. Концентрации НЧ 25 и 50 мг/л после периода адаптации культуры к условиям культивирования, которое заняло до 48 часов, приводит к снижению плотности культуры уже на третьи сутки эксперимента, на это указывают как кривые роста, так

и отношение скорости роста образца по сравнению с контролем.

Анализ воздействия наночастиц магнетита, покрытых арабиногалактаном показал, что концентрации раствора 0,5-10 мг/л оказывают стимулирующий эффект на скорость роста культуры, что сопряжено с ускорением физиологических процессов и увеличением скорости деления клеток. Действие сохраняется до 72 часов от начала наблюдения.

При выращивании микроводорослей в растворе наночастиц магнетита, покрытого хитозаном, установлено, что концентрации 0,5-10 мг/л при экспозиции в первые сутки, так же, как и в предыдущих опытах, оказывают стимулирующий эффект на рост культуры. При содержании наночастиц 25 мг/л общего железа, зафиксировано снижение плотности культуры, наблюдается эффект слипания клеток, что связано с изменениями в биохимических процессах у зеленых микроводорослей.

Известно, что степень подавления роста плотности клеток водорослей в опыте по сравнению с контролем или индекс токсичности  $I \geq 50\%$  оказывает острое токсическое действие на тест-организм [3]. Увеличение концентрации НЧ магнетита более 25 – 50 мг/л, приводит к подавлению роста культуры микроводорослей, который обусловлен, в первую очередь, эффектом затенения, из-за окрашивания питательной среды в коричнево-бурый цвет. Поэтому концентрации выше 50 мг/л общего железа из-за высокой оптической плотности самой среды не использовались.

Усредненные результаты эффекта действия наночастиц железа и его производных на культуру зеленых микроводорослей показаны в таблице 1.

**Таблица 1.** Степень подавления роста плотности клеток водорослей в опыте по сравнению с контролем (I, %)

Концентрация наночастиц (мг/л)	Магнетит	Магнетит с хитозаном	Магнетит с арабиногалактаном
0,5	38	30	30
1	42	35	29
2,5	45	26	39
5	43	24	37
10	40	26	-
25	62	86	-
50	85	-	-

Примечание: «-» - означает, что анализ не проводился.

В целом, можно сказать, что проведенная серия экспериментов, на данном этапе не показала значимого токсического действия для исследуемых концентраций магнетита, магнетита, покрытого хитозаном, магнетита, покрытого арабиногалактаном в остром опыте. Полученные результаты являются продолжением предыдущих исследований, которые частично опубликованы [4].

### *Литература*

1. Шубенков А. Н. Эффекты модифицированных наночастиц кремния на культивируемые иммунокомпетентные и мезенхимальные стромальные клетки человека: диссертация ... кандидата биологических наук: 03.03.04. М. 2015.
2. Betty Y. S., Kim M.D., James T., Rutka M.D., W. C. W. Chan. Nanomedicine. // The new England journal of medicine. 2010. Vol.363. № 25. P. 2434 - 2443. DOI: 10.1056/NEJMra0912273.
3. ГОСТ Р 54496-2011. Национальный стандарт Российской Федерации. Вода. Определение токсичности с использованием зеленых пресноводных одноклеточных водорослей. Введ. 2013-01-01. М.: Изд-во стандартов, 2013.
4. Максимова Е. Н. и др. Определение экологической безопасности наночастиц на примере магнетита // Материалы III Всероссийской научно-практической конференции с междуна-



родным участием: «Технологии переработки отходов с получением новой продукции». Киров: Вятский государственный университет, 2021. С. 216 - 220.

5. Биотестирование: методические указания по выполнению лабораторных работ. / Сост.: С. Д. Борисова. Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2015. С. 25 - 31.

*N. P. Shchiptsova<sup>1</sup>, E. N. Maksimova<sup>1</sup>,  
S. V. Stolyar<sup>2</sup>, R. N. Yaroslavtsev<sup>2</sup>*

## **THE EFFECT OF MAGNETITE NANOPARTICLES ON GREEN MICROALGAE CULTURES**

*<sup>1</sup>Irkutsk State University, Russia*

*<sup>2</sup>Federal Research Center KSC, Siberian Branch,  
Russian Academy of Sciences, Russia*

Iron nanoparticles have found wide application in the field of medicine and biotechnology. This is associated with potential risks to human health and nature in general. Biotesting methods are used to assess risks. The effect of magnetite and coated magnetite nanoparticles was estimated by the degree of suppression of the specific growth rate of the *Scenedesmus quadricauda* culture relative to the control at the end of the experiment. The effect of nanoparticles at concentrations of 0.5 - 50 mg/l was analyzed. Suppression of culture growth was noted at magnetite concentrations of 25-50 mg/l, as indicated by the effect of nanoparticles on I (%) of algae, which amounted to 85-86% of the control. In general, there was no significantly toxic effect for the studied concentrations of magnetite and its derivatives in the acute experiment.

# ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

*Власова Н.В.<sup>1</sup>, Мазоха К.С.<sup>2</sup>,  
Кавеленова Л.М.<sup>1</sup>, Манжос М.В.<sup>2</sup>*

## **ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ ИТОГИ АЭРОПАЛИНОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА УРБОСРЕДЫ В ЛЕСОСТЕПИ (НА ПРИМЕРЕ Г. САМАРЫ)**

<sup>1</sup> Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, Россия

<sup>2</sup> Самарский медицинский институт Реавиз, Россия

[nwlasova@mail.ru](mailto:nwlasova@mail.ru)

Представлен анализ варьирования показателей пыления деревьев, трав, спор грибов для воздуха г. Самары в 2013-2021 гг. Наиболее продолжительно присутствие спор Альтернания, Кладоспориум и др. – от 140 до 180 дней, наиболее краткие сроки среди деревьев показали ольха, дуб, вяз, орешник и клен, максимальную продолжительности сроков присутствия в воздухе пыльцы имела береза. Травы отличались большей продолжительностью пыления, менявшейся от 1,5-2 до 10 крат. Сумма пыльцевых зерен за сезон большинства деревьев и трав различалась на порядки, более постоянны показатели грибов.

Экомониторинг атмосферного воздуха позволяет выявить аэрозольные примеси, включая аллергенные пыльцу, споры, бактерии и др. [1,2]. Доля лиц, подверженных аллергии, составляет от 15 до 30% населения Земли и неуклонно возрастает [3,4]. Для г. Самары аэропалиноспоровый мониторинг проводится нами с 2013 года [5]. В статье представлен анализ варьирования показателей пыльцевого дождя в многолетней динамике.

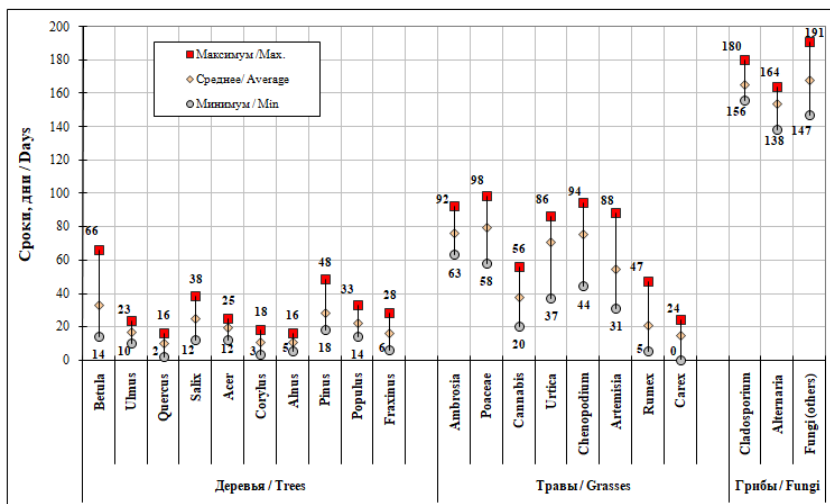
Город Самара расположен в Среднем Поволжье России, в экотоне (лесостепь) с континентальным климатом. Исследования проводились с 1 апреля по 30 сентября 2013-2021 гг., сформирована база цифровых фото пыльцевых зерен (рис.1).

Разнообразие высших растений – потенциальных аллерго-

фитов г. Самары было нами оценено в 84 рода и 177 видов [6]. Ниже представлены результаты по ведущим таксонам, формирующим пылевой дождь (рис. 2, 3).



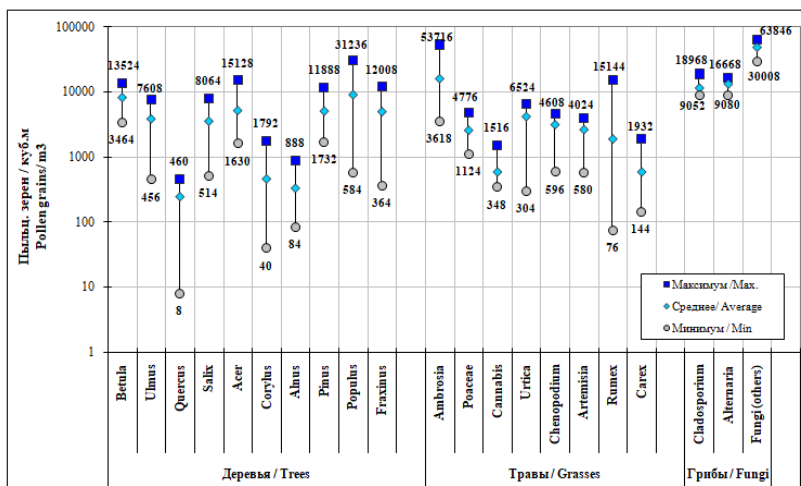
**Рис.1.** Примеры фото пылевых зерен некоторых древесных и травянистых растений



**Рис. 2.** Изменчивость сроков присутствия в воздухе г. Самары пыльцы и спор

По размаху варьирования (от максимального до минимального показателя), наименьшую длительность пыления, при минимальной изменчивости, среди деревьев имеют ольха (Alnus), дуб (Quercus), вяз (Ulmus), орешник (Corylus) и клен (Acer), среди трав – осока (Carex) (рис. 2). Длительность пыления трав больше и меняется по годам от 1,5–2

до 10 крат. Наибольший период отмечен для спор низших грибов. Сумма пыльцевых зерен и спор в воздухе сильно различается по объектам (рис. 3). Для деревьев и трав минимумы и максимумы различались на порядки у большинства, для спор грибов выявлены 2-кратные изменения.



**Рис. 3.** Изменчивость количества пыльцы и спор в воздухе г. Самары (суммарно за сезон)

Такая ситуация связана с положением г. Самары в переходе в лесостепи, при разнообразии видов деревьев и трав, развитие которых происходит в изменчивых условиях погоды. Лесные и степные пространства соседних областей выступают донорами масс пыльцы при сильных ветрах.

Картина изменчивости данных, относящихся к присутствию пыльцы и спор в воздухе урбосреды, подтверждает необходимость системы мониторинга пыльцы на национальном и региональном уровне, что обеспечит надежность прогнозов опасных условий и улучшит качество жизни граждан.

### Литература

1. Boucher O. Atmospheric Aerosols Properties and Climate Impacts. Springer Netherlands. 2015. DOI: 10.1007/978-94-017-9649-1

2. *Maureen E. Lacey and Jonathan S. West* The Air Spora. A manual for catching and identifying airborne biological particles. Springer, 2006.

3. *Singh A. B., Mathur Ch.* Fungal Aerobiology and Allergies in India: An Overview / In: T. Satyanarayana et al. (eds.), Progress in Mycology. Springer Nature Singapore Pte Ltd. 2021. DOI: 10.1007/978-981-16-2350-9\_14

4. *Bastl K., Kmenta M., Berger U.E.* Defining Pollen Seasons: Background and Recommendations // Current Allergy and Asthma Reports. 2018. Vol. 18. DOI: 10.1007/s11882-018-0829-z

5. *Манжос М. В., Хабибулина Л. П., Власова Н.В., Кавеленова Л.М., Мазоха К.С., Жукова Н.Н., и др.* Пятилетний мониторинг воздушной среды г. Самары // Российский аллергологический журнал. 2019. Т. 16. № 1-1. С. 36-44.

6. *Власова Н.В., Кавеленова Л.М., Манжос М.В., Хабибулина Л.П.* К предварительному составу флоры аллергофитов Самарской области // Экологические проблемы и здоровье населения. 2016. С. 23-27.

***Vlasova N.V.<sup>1</sup>, Mazokha K.S.<sup>2</sup>,  
Kavelenova L.M.<sup>1</sup>, Manzhos M.V.<sup>2</sup>***  
**CONCERNING INTERMEDIATE RESULTS  
OF AEROPALYNOLOGICAL MONITORING  
OF URBAN ENVIRONMENT IN FOREST-STEPPE  
(ON THE EXAMPLE OF SAMARA CITY)**

<sup>1</sup>*Samara National Research University, Russia*

<sup>2</sup>*Samara Medical Institute Reaviz, Russia*

The analysis for duration and pollen rain parameters of trees, grasses, fungal spores - potential allergens sources for the air of Samara in 2013-2021 is presented. The longest was presence of *Alternaria*, *Cladosporium* etc. spores (140 -180 days), the shortest periods among trees showed alder, oak, elm, hazel and maple, the maximum duration of pollen presence in the air had birch. Grasses were characterized by a longer duration of dusting, varied over the years from 1.5-2 to 10 times. The pollen grains sum per season over a 9-year period for most trees and grasses differed by orders per tens, while the fungi indices were more constant (range of variation at 2-fold changes).

*Бияшева З.М., Дьячков В.В., Зарипова Ю.А.,  
Гладких Т.М., Хамдиева О.Х., Юшков А.В.,  
Бигельдиева М.Т., Кадырхан Ш.А., Эм М.А.*

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ  
В БИОТЕСТАХ В УСЛОВИЯХ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ  
С ПОМОЩЬЮ ЛИНЕЙНОГО УСКОРИТЕЛЯ  
ELEKTA AXESSE**

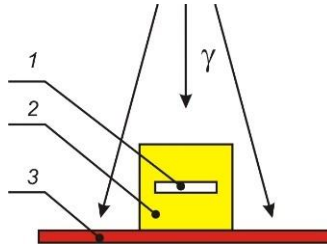
*Казахский национальный университет имени аль-Фараби,  
Республика Казахстан  
[zjkaznu2016@gmail.com](mailto:zjkaznu2016@gmail.com)*

В работе представлены результаты исследования частоты мутаций индуцированных пучками гамма-квантов с энергиями 10 и 15 МэВ. Дозы облучения составили 2 Гр, 5 Гр, 10 Гр, 15 Гр, 20 Гр и 30Гр. В качестве основного критерия, позволяющего оценить мутагенный и тератогенный эффект гамма-излучения на дрозофиле были выбраны морфозы. Выявлены тератогенные свойства гамма-излучения, выраженные в появлении морфозов или ассиметричных уродливых нарушений морфологии. Полученные данные указывают на то, что гамма-кванты обладают выраженными мутагенными и тератогенными свойствами, т.е. является генотоксичными. В результате проведенных экспериментов определены типы индуцируемых мутаций, оценена значимость генетических эффектов для различных энергий гамма-квантов. Это позволило разработать методику по облучению имаго и личинок дрозофилы жестким гамма-излучением и исследовать радиационные эффекты на модельном биообъекте в данной области энергий.

В настоящее время дрозофила используется в качестве модельного объекта при изучении влияния различных факторов окружающей среды, таких как высокие и низкие температуры, включение в метаболизм активного кислорода, особенностей питания и сахарного диабета на долголетие и плодовитость. Ген white *Drosophila melanogaster* является одним из наиболее часто используемых тест-объектов в изучении проблемы прямого и обратного мутирования под

действием гамма-излучения [2-4]. В настоящее время гамма-излучение повсеместно используют при лечении онкологических заболеваний. В частности, в терапии онкологических заболеваний используется медицинский линейный ускоритель ELEKTA AXESSE, который формирует пучки гамма-квантов с энергиями 10 МэВ и 15 МэВ. Гамма-излучение таких энергий является сильно проникающим и тем самым способно поглощаться в достаточно большом объеме биологического материала. Таким образом, в настоящей работе ставится цель по изучению возникновению радиационных дефектов от различных доз облучения гамма-квантами с энергией 10 МэВ и 15 МэВ. Такое исследование представляет интерес по изучению пролонгированного влияния гамма-терапии на клетки организма.

Исследование генотоксических эффектов гамма-излучения было осуществлено с использованием плодовой мушки *Drosophilamelanogaster*, для которой разработано множество тестов по оценке частоты возникновения разных типов мутаций. Облучение самцов имаго и личинок проводилось в пластмассовых чашках Петри (диаметр – 86 мм, высота – 14 мм) на стандартной питательной среде толщиной 1 мм. Чашка Петри с био-образцами помещалась в центр калибровочного контейнера (рисунок 1). По стандартной методике расчета дозы облучения и области покрытия пучком гамма-квантов био-образцов была проведена серия экспериментов с различными энергиями пучка гамма-квантов и различными дозами облучения. Фокусировка пучка, его интенсивность и время облучения осуществлялась программным обеспечением, входящим в комплектацию данного медицинского линейного ускорителя.



**Рис. 1.** Схема облучения био-образцов внутри калибровочного контейнера пучком гамма-квантов.

1– чашка Петри с био-образцами; 2 – калибровочный контейнер; 3 – стол для размещения пациентов.

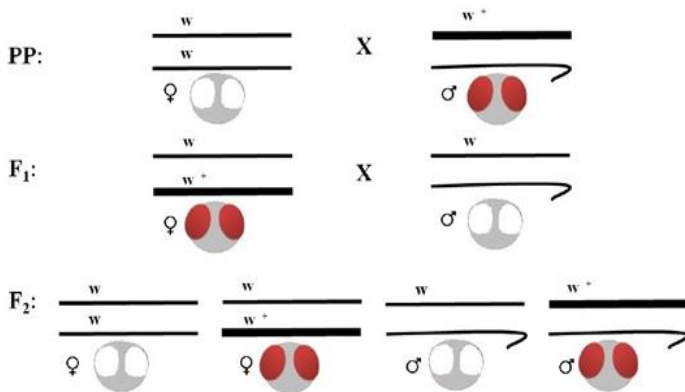
В каждую чашку помещали необходимое количество личинок дрозофилы первого возраста, либо самцов дикотипа. Выборки личинок после облучения помещались в пробирки со средой для скрещивания облученных имаго. Каждая пробирка в тестах подвергалась визуальному анализу после полного вылета генерации для выявления мутаций. В тест-системе гена *white* скрещивания проводились по следующей схеме (Рис. 2).

Все эксперименты проводили в трех независимых сериях. Статистическую обработку осуществляли в надстройке «Анализ данных» StatPlus и WINPIPI. Во всех случаях определяли средние значения и ошибки среднего. Достоверность различий средних оценивали, используя тест хи-квадрат с поправкой Йейтса [5]. Расчёты были выполнены по формуле:

$$\chi^2 = \frac{\left( |ad - bc| - \frac{N}{2} \right)^2 N}{(a + b)(c + d)(a + c)(b + d)} \quad (1)$$

где  $a$ ,  $c$  – имаго без мутаций или морфозов в опыте;  $b$ ,  $d$  – имаго с мутациями или морфозами в контроле;  $N$  – общее число мух. В медико-биологических исследованиях максимально разрешимым уровнем значимости является  $0.05 \geq P$ .

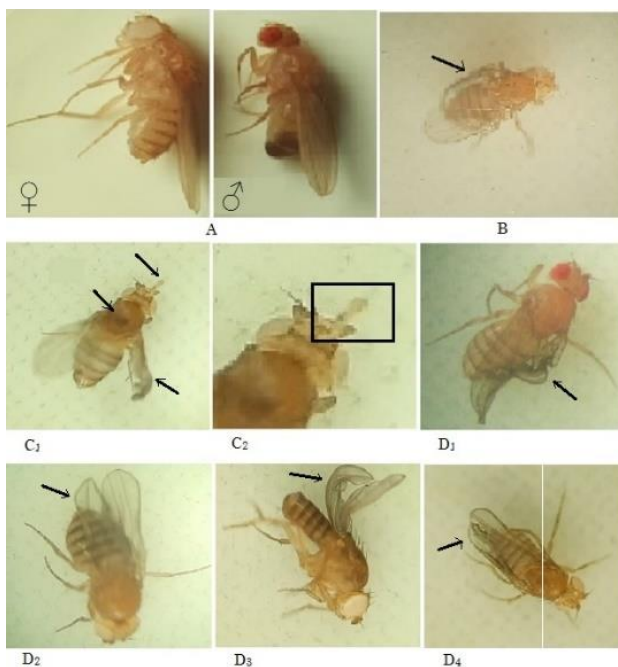




**Рис. 2.** Схема скрещивания для выявления морфозов в потомстве облученных гамма-лучами самцов дрозофилы. где PP – родители первого поколения; F<sub>i</sub> – поколения или генерации; ♀♂ - значки самок и самцов.

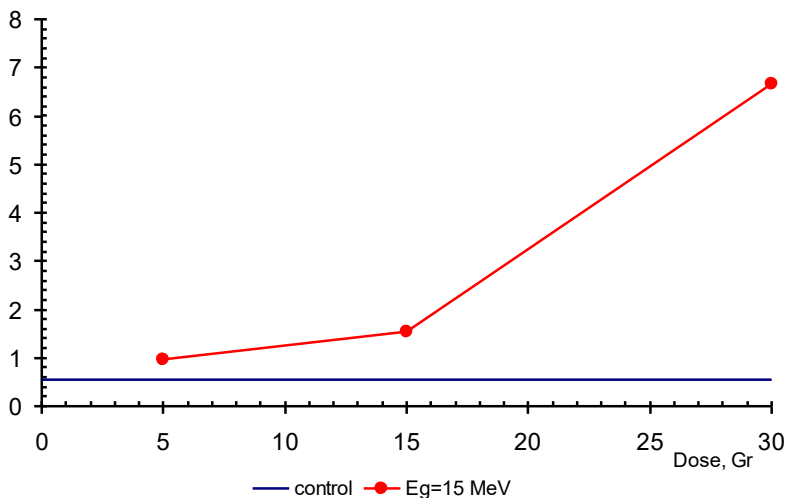
В настоящей работе изучалось появление морфозов или условно ненаследуемых морфологических нарушений (уродств), возникающих в результате воздействия на развивающийся организм экстремальных факторов внешней среды [6]. В словаре генетических терминов морфоз определяется как «неадаптивная и обычно нестабильная вариация индивидуального морфогенеза, связанная с изменением внешней среды. Образование морфозов – одно из свойств условных мутаций, которые не связаны с первичной структурой ДНК и возникают в регуляторных генах, ответственных за образование признаков внутривидового сходства [7]. В данном случае стрессовым фактором являлось гамма-излучение, а появление морфозов демонстрировало тератогенные эффекты или нарушения генетической программы развития. Анализ имаго второго поколения с морфозами показал, что последние практически не влияют на жизнедеятельность мух: не мешают существовать, спариваться и даже давать потомство. При обычных условиях культивирования

дрозофил в отсутствие стрессовых факторов экспериментаторы также могут встретиться со случаями образования морфозов, но подобное происходит крайне редко (Рис.3) [8-9]. К морфозам относили только ассиметричные нарушения фенотипа и те более редкие случаи, когда нарушения парных органов имели явно различающийся характер. Выявлены тератогенные свойства гамма-излучения, выраженные в проявлении морфозов: нарушение формы крыльев, пузыри на крыльях, отсутствие одного крыла, нарушение морфологии антенны.



**Рис. 3.** Обнаруженные морфозы в потомстве облученных гамма-излучением самцовдрозофилы: А– родители первого поколения с нормальной морфологией; В – скрущенное крыло; С1 –оплавленное крыло, вдавленный торакс и морфоз антенны; С2–морфоз антенны (Antennapedia); D1-D4 – различные морфозы крыльев.

Зависимость индукции морфозов у имаго от дозы облучения гамма-квантов с энергией 15 МэВ представлена на рисунке 4.



**Рис. 4.** Зависимость индукции морфозов у имаго, происходящих из облученных личинок с нормальным или диким фенотипом.

Классическая генетика построена на мутациях с автономным проявлением, мутации с неавтономным формируют особые признаки, в основном это модификации и морфозы, затрагивающие инвариантную часть видового облика организма. В качестве основного критерия, позволяющего оценить мутагенный и тератогенный эффект гамма-излучения на дрозофиле нами были выбраны морфозы. Полученные данные указывают на то, что гамма-частицы обладают выраженными мутагенными и тератогенными свойствами, т.е. является генотоксичными.

Работа выполнена в рамках проекта ИРН АР09258978 финансируемого Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан.

### Литература

1. *Zaripova Yu.A., Gladkih T.M., Bigeldiyeva M.T., Dyachkov V.V., Yushkov A.V.* Application of the medical linear accelerator ELEKTA AXESSE in the study of sorption properties of impurities and absorption coefficients of medium and heavy chemical elements // IOP Journal of Physics: Conference Series. 2022. Vol. 2155. P. 12029.
2. *Pastink A., Schalet A.P., Vreeken C. et al.* The nature of radiation-induced mutations at the white locus of *Drosophila melanogaster* // *Mutat. Res.* 1987. Vol. 177. P. 101-115.
3. *Alexandrov I.D.* Quality and frequency patterns of  $\gamma$ - and neutron-induced visible mutations in *Drosophila melanogaster* // *Mutat. Res.* 1984. Vol. 127. P. 123-127.
4. *Кравченко Е.В., Русакович А. Н., Эльноамани Ф., Дубовик С.В., Хассаб Эль-Наби С.Е., Александрова М.В., Александров И.Д.* Радиационная биология структурно разных генов *drosophila melanogaster*. Сообщение 8. Ген white: общая характеристика радиомутабельности и пцр-анализ “точковых” мутаций // *Радиационная биология. Радиоэкология.* 2019. Т. 59, № 5. С. 453-464.
5. *Glotov N.V., Zhivotovskij A.A., Novanov N.V., Hromov-Borisov N.N.* *Biometrics.* L.: LGU, 2005.
6. *Chadov B.F., Chadova E.V., Kopyl S.A., Fedorova N.B.* A new class of mutations in *Drosophila melanogaster* // *Dokl. Ross. Akad. Nauk.* 2000. Vol. 373, № 5. P. 423-426.
7. *Chadov B.F.* A new stage in the development of genetics and term epigenetics // *Russian Journal of Genetics.* 2006. Vol. 42, № 9. P. 1053-1065.
8. *Рапопорт И.А.* Специфические морфозы у *Drosophila melanogaster*, вызванные химическими соединениями // *Бюл. эксп. биол. мед.* 1939. № 7. С. 415-417.
9. *Чадов Б.Ф., Чадова Е.В., Копыл С.А. и др.* Новый класс мутаций у *Drosophilamelanogaster* // *Доклады Академии наук.* 2000. Т. 373, № 5. С. 714-717.

*Zarema Biyasheva, Vyacheslav Dyachkov, Yuliya Zaripova,  
Tatyana Gladkikh, Ozada Khamdiyeva, Alexander Yushkov,  
Mirgul Bigeldiyeva, Shyngyskhan Kadyrkhan and Maxim Em*

**SIMULATION OF GENETIC EFFECTS IN BIOTESTS  
UNDER RADIATION THERAPY USING LINEAR  
ACCELERATOR ELEKTA AXESSE**

*al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan*

This work presents the results on the frequency of mutations induced by beams of gamma rays with energies of 10 and 15 MeV. The radiation doses were 2 Gy, 5 Gy, 10 Gy, 15 Gy, 20 Gy and 30 Gy. Elekta Axesse electron accelerator at the Sunkar Cancer Center (Almaty, Republic of Kazakhstan) was used as a source of gamma quanta. The method of irradiation of biological objects was tested on the measurements of experimental linear absorption coefficients of gamma quanta with an energy of 6 MeV, obtained on this linear accelerator [1]. Morphoses were chosen as the main criterion for assessing the mutagenic and teratogenic effects of gamma radiation on *Drosophila*. The teratogenic properties of gamma radiation were revealed, expressed in the appearance of morphoses or asymmetric ugly disorders of the morphology. The data obtained indicate that gamma quanta have pronounced mutagenic and teratogenic properties, that is, they are genotoxic. As a result of the experiments, the types of induced mutations were determined, and the significance of genetic effects for various energies of gamma rays was assessed. This made it possible to develop a technique for irradiating adults and larvae of *Drosophila* with hard gamma radiation and to study radiation effects on a model biological object in this energy range.

*Кокорина Л.А.<sup>1</sup>, Симонова Е.В.<sup>1</sup>,  
Денисова Т.П.<sup>2</sup>, Курляндская Г.В.<sup>3</sup>*

**НАРУШЕНИЕ ДИНАМИКИ РОСТА В СТРУКТУРЕ  
ЭУКАРИОТИЧЕСКИХ МИКРООРГАНИЗМОВ ПОД  
ВОЗДЕЙСТВИЕМ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА ЖЕЛЕЗА**

<sup>1</sup> *Иркутский государственный медицинский университет  
Министерства здравоохранения РФ, Россия*

<sup>2</sup> *Иркутский государственный университет, Россия*

<sup>3</sup> *УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Россия*  
[lubovkokorina1990@yandex.ru](mailto:lubovkokorina1990@yandex.ru)

В исследованиях, результаты которых обсуждаются в данной статье, изучалось влияние наночастиц оксида железа в диапазоне концентраций 0,1-10,0 предельно допустимых концентраций по Fe<sup>+3</sup> на характер биоценологических взаимоотношений в микробной популяции *Candida albicans* в процессе развития.

Концепция о формировании устойчивости микробной популяции и поддержании ее в экологическом балансе в условиях воздействия на нее ксеногенных агентов является необходимой для развития основных положений экологической микробиологии. Она основывается на том, что микробы способны трансформировать любые химические вещества в процессе своей жизнедеятельности, за счет высокого темпа роста и размножения, перехода и длительного периода пребывания в состоянии покоя, относительно высокой устойчивости к повреждающим факторам внешней среды, чрезвычайным разнообразием в физиолого-биохимических потребностях, а также небольших размеров и массы клетки. Вместе с тем, сохранение гомеостаза в структуре микробной популяции обеспечивается до тех пор, пока ее адаптационные возможности способны справиться с воздействующими на нее факторами, которые по своей интенсивности не превышают компенсаторные механизмы. В связи с этим значительный научно-практический интерес представляет вопрос раскрытия закономерностей нарушений гомеостаза

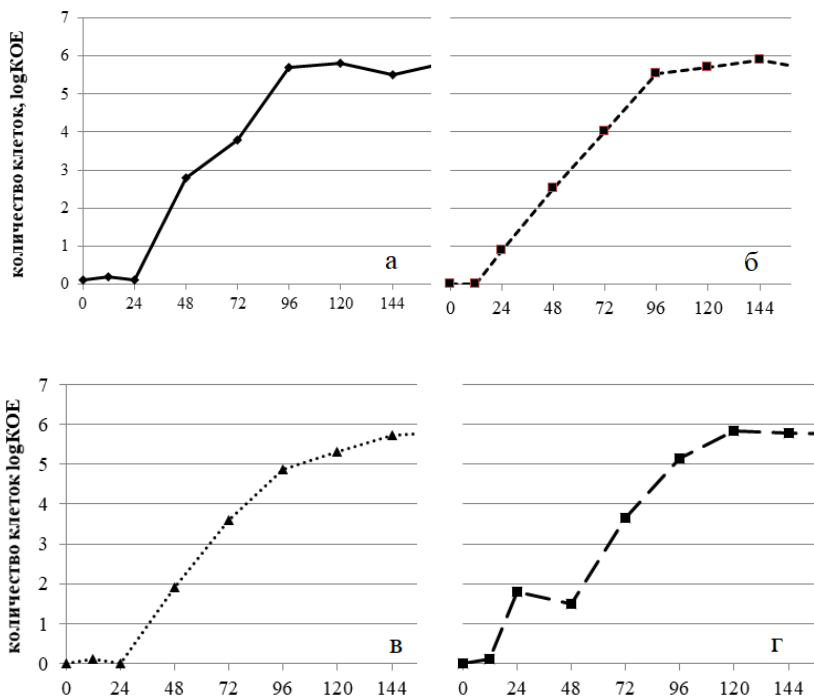
в структуре микробных популяций, относящихся к нормальной микрофлоре человека, под воздействием наночастиц оксида железа, которые все шире применяются в различных областях деятельности человека, в т.ч. в клинической практике [1].

Исследования выполнены на референтном штамме *Candida albicans* ATCC 10231 [2], входящем в структуру нормального микробиома человека. Использование данной модели позволяет создать условия, при которых тест-объект развивается в стадии экспоненциального роста – состоянии перестройки метаболизма в соответствии с меняющимися параметрами среды обитания микробов, проявляя разнообразные адаптивные реакции на их неблагоприятное воздействие. Наличие контрольного варианта дает возможность вычленить воздействие изучаемого фактора на тест-объект.

В контрольном варианте настоящего исследования микробная популяция выращивалась на питательной среде Сабуро [3]. В опытном варианте дополнительно вносилась устойчивая суспензия наночастиц оксида железа в концентрациях, соответственно составляющих 0,1-1,0 и 10,0 предельно допустимых концентраций (ПДК) по  $Fe^{+3}$ . Микробная суспензия экспонировалась в течение 144 часов. Для определения динамики развития микробной популяции начиная с 0 точки, через каждые 24 часа из культуральной жидкости проводили посев на твердую питательную среду Сабуро с целью определения концентрации жизнеспособных микроорганизмов [4-7]. Условия культивирования стандартные и соответствуют росту и развитию микробной популяции *C.albicans*. На основании полученных результатов были определены периоды роста и развития.

Полученные результаты исследования по развитию микробной популяции в условиях опыта и контроля представлены графически. Установлено, что в условиях ограниченного роста в период lag-фазы в контроле (рис. 1) отмечается незначительная флуктуация плотности

микробной популяции, которая стабилизируется в течение 24 часов, после чего она переходит в экспоненциальную стадию роста. Аналогичную зависимость можно наблюдать в опытных вариантах при изучении влияния наночастиц оксида железа на *C.albicans* при концентрации 0,1 ПДК по  $Fe^{+3}$ , но в стадию экспоненциального роста она вступает на 12 часов раньше.



**Рис. 1.** Кривая роста микробной популяции *C.albicans* в контроле (а) и в присутствии наночастиц оксида железа при концентрации 0,1 (б), 1,0 (в), 10,0 (г) ПДК по  $Fe^{+3}$

В опытных вариантах при исследовании действия изучаемого агента в концентрации 1,0-10,0 по ПДК  $Fe^{+3}$  переход в экспоненциальную стадию роста происходит соответственно через 24-48 часов, причем при воздействии большей концентрации на микробную популяцию ее lag-фаза



носит выраженный скачкообразный характер. По-видимому, это можно связать с тем, что одновременно происходят с одной стороны деление множества клеток, появившихся в культуральной среде в течение короткого периода времени, что и ведет к «взрыву» роста, и в результате формируется достаточно высокая плотность в микробной популяции; с другой стороны – ее частичная гибель, связанная с токсичностью наночастиц. Только через 48 часов от начала культивирования в этом варианте опыта можно наблюдать ее стабилизацию и начало экспоненциального роста.

Анализ кривых роста позволил установить, что процесс экспоненциального развития микробной популяции является многофазным. Когда питательный субстрат в культуральной среде находится в избытке, она имеет логарифмическую зависимость, что соответствует I фазе экспоненциального роста (log-фаза), в которой интенсивно протекают биохимические процессы, обеспечивающие рост и развитие микробной популяции. По мере исчерпания питательных веществ наблюдается переход микробной популяции в фазу замедленного роста. Кроме того, в этот период возрастает содержание клеточных метаболитов. Совокупность этих факторов ведут к инаktivации метаболической активности и тогда на кривой роста отмечается II-фаза экспоненциального роста – фаза замедления. Это является физиологической нормой, поскольку при недостатке питательных веществ в среде обитания микробной популяции ее стабильность поддерживает фактор естественного старения, за счет которого происходит гибель части микробной популяции.

Исходя из представленных выше данных, в присутствии наночастиц оксида железа (в указанных концентрациях) в опытных вариантах и контроле видно, что в условиях ограниченного жизненного пространства микробная популяция имеет типичную зависимость от времени культивирования и при своем развитии ведет себя как многоклеточный организм с генетически ограниченным

ростом. Выделяя общие закономерности развития микробной популяции, установленные в экспериментальных исследованиях, нельзя не увидеть и особенности для каждого варианта опыта и контроля.

Сопоставляя показатели величины КОЕ/мл, которой достигает микробная популяция *S.albicans* при завершении стадии экспоненты в контроле и опытных вариантах, можно наблюдать влияние наночастиц оксида железа на ее развитие. Так, максимального значения численность популяции в контроле достигает величины  $\lg 5,7$  КОЕ/мл, а в опытном варианте при концентрации наночастиц 10,0 ПДК по  $\text{Fe}^{+3}$  этот показатель снижается на 21,1% ( $P>0,05$ ), тогда как при воздействии наночастиц на *S.albicans* при концентрации 0,1 ПДК по  $\text{Fe}^{+3}$  наблюдается незначительное увеличение показателя КОЕ/мл по сравнению с контролем ( $P<0,05$ ). И если суммарный показатель КОЕ/мл в опытных вариантах отличается незначительно от контроля, то его вариабельность достаточно хорошо выражена в зависимости от периода развития экспоненциальной стадии роста. Так, в период  $\log$ -фазы можно проследить его снижение по отношению к контролю при увеличении концентрации наночастиц соответственно на 1,8-26,7-33,9 %, тогда как в фазу замедленного роста наблюдается обратная зависимость этого показателя от концентрации - в 3,5 - 15,0 - 8,0 раз.

В зависимости от концентрации оксида железа изменяется время течения  $\log$ -фазы в сторону ее снижения, тогда как время развития фазы замедленного роста увеличивается. Наиболее выраженные сдвиги во времени течения экспоненциальной стадии развития микробной популяции наблюдаются при концентрации наночастиц 1,0-10,0 ПДК по  $\text{Fe}^{+3}$ , когда время  $\log$ -фазы укорачивается на 2/3 от контрольного значения, а фаза замедленного роста пролонгируется вдвое.

Из вышеизложенного следует, что в отличие от контроля, наблюдаемое сокращение времени развития  $\log$ -фазы

и одновременное пролонгирование фазы замедленного роста, а также изменение показателя численности микробной популяции в условиях недостатка питательного субстрата, связано не только с факторами естественного старения, но и с действием на нее наночастиц оксида железа.

Авторы благодарны А.П. Сафронову и И.В. Бекетову за всестороннюю поддержку.

### *Литература*

1. *Kurlyandskaya G.V., Portnov D.S., Beketov I.V., Larrañaga A., Safronov A.P., Orue I., et al.* Nanostructured materials for magnetic biosensing Nanostructured materials for magnetic biosensing. // Biochim. Biophys. Acta (BBA) Gen. Subj. 2017. V.1861, P.1494–1506.

2. ATCC: The Global Bioresource. Режим доступа: <https://www.atcc.org/products/10231>. Дата обращения: 10.03.2022.

3. Арт-Медика. [art-medika.com]. Режим доступа: <https://art-medika.com/catalog/mikrobiologia/medium/product-5219.html>. Дата обращения: 12.03.2022.

4. *Волова Т.Г.* Биотехнология. Новосибирск: Изд-во Сибирского отделения Российской Академии наук, 1999.

5. *Акимов Е.К., Галиуллин А.К.* Микробиологические подходы к процессам культивирования культур микроорганизмов // Ученые записки КГАВМ им. Н.Э. Баумана. 2013. №4. С. 15-20

6. Docplayer [Docplayer.com]. Режим доступа: <https://docplayer.com/71175079-Nekotorye-osobennosti-vyzhivaemosti-drozhzhey-candida-guilliermondii-np-4.html>. Дата обращения: 12.03.2022.

7. Lifelib.info [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://lifelib.info/microbiology/microbiology\\_1/23.html](https://lifelib.info/microbiology/microbiology_1/23.html). Дата обращения: 12.03.2022.

*Kokorina L.A.<sup>1</sup>, Simonova E.V.<sup>1</sup>, Denisova T.P.<sup>2</sup>,  
Kurlyandskaya G.V.<sup>3</sup>*

**DISRUPTION OF GROWTH DYNAMICS  
IN THE STRUCTURE OF EUKARYOTIC  
MICROORGANISMS UNDER THE INFLUENCE  
OF IRON OXIDE NANOPARTICLES**

*<sup>1</sup>Irkutsk State Medical University» of the Ministry of Healthcare  
of the Russian Federation, Russia*

*<sup>2</sup>Irkutsk State University, Russia*

*<sup>3</sup>Ural Federal University named after the First President  
of Russia B.N. Yeltsin, Russia*

The influence of nanoparticles of iron oxide in the concentration range of 0.1-10.0 maximum tolerated dose for Fe<sup>+3</sup> has been studied in order to understand the nature of biocenotic relationships in the microbial population of *Candida albicans* during its development.

**Пинаев С.К. <sup>1</sup>, Чижов А.Я. <sup>2</sup>, Пинаева О.Г. <sup>1</sup>**  
**СВЯЗЬ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ И ДЫМА**  
**С ГЕМОБЛАСТОЗАМИ У ДЕТЕЙ**

<sup>1</sup>*Дальневосточный государственный медицинский университет,  
Россия*

<sup>2</sup>*Российский университет дружбы народов, Россия*  
[pinaev@mail.ru](mailto:pinaev@mail.ru)

Установлена связь колебаний частоты лейкоза, неходжкинских лимфом и лимфомы Ходжкина в детской популяции России в 1997-2020 гг. с солнечной активностью. Обнаружены достоверные тренды роста заболеваемости детей лейкозом и снижения частоты лимфомы Ходжкина. Приведены аргументы в пользу связи увеличения частоты лейкоза с выхлопными газами. Причины снижения заболеваемости лимфомой Ходжкина требуют дальнейшего изучения. Даны рекомендации по уменьшению риска возникновения гемобластозов детского возраста.

Важной задачей медицинской экологии является изучение роли факторов внешней среды в возникновении тех или иных форм опухолей. Эффективным подходом к ее решению является изучение неоплазий у детей в связи с преимущественно пренатальным генезом опухолей в этом возрасте [1].

В структуре детской онкологической заболеваемости в России в 2020 г. 49.5% составили гемобластозы [2]. Известна связь заболеваемости детей лейкозом с воздействием ультрафиолетового излучения Солнца (УФИ) [3], защитная роль пребывания на Солнце в отношении риска неходжкинских лимфом (НХЛ) [4] и отсутствие таковой при лимфоме Ходжкина у детей [5].

Цель исследования - оценить связь солнечной активности и дыма с гемобластозами в детской популяции России.

Использованы официальные данные о заболеваемости гемобластозами в детской популяции России в 1997-2020 гг. [2]. Информация об активности Солнца в виде средне-

годовых значений чисел Вольфа взята на сайте Королевской обсерватории Бельгии [6]. Корреляционно-регрессионный анализ сформированных динамических рядов произведен с помощью пакета IBM SPSS Statistics 23 в 11 последовательных итерациях с временной задержкой (лагом) от 0 до 10 лет по отношению к году регистрации новообразований.

Установлен рост заболеваемости лейкозом в детской популяции России ( $p < 0.001$ ). Сильная связь солнечной активности с частотой лейкоза в 1997-2008 гг. [7] снизилась в 2009-2020 гг. до значимой, с сохранением тенденции достоверности ( $r = 0.504$ ,  $p = 0.114$ , лаг 3 года). Заболеваемость детей НХЛ значимого тренда не обнаружила. Выявлена связь частоты НХЛ с активностью Солнца при лаге 5 лет ( $r = 0.449$ ,  $p = 0.028$ ), причем в 1997-2008 гг. связь увеличивалась до сильной [7]. Обнаружена тенденция к снижению заболеваемости детей в России лимфомой Ходжкина ( $p < 0.001$ ) и связь её частоты с активностью Солнца ( $r = 0.638$ ,  $p < 0.001$ , лаг 8 лет), наиболее сильная в период с 1997 по 2008 гг. ( $r = 0.821$ ,  $p < 0.001$ ).

Общая закономерность в виде связи лейкоза и лимфом детского возраста с активностью Солнца подтвердила полученные нами ранее аналогичные данные [1,7]. Рост заболеваемости детей лейкозом может быть обусловлен нарастающим загрязнением воздушной среды выхлопными газами. Установлено достоверное повышение частоты лейкемии у детей вследствие пренатального воздействия выхлопных газов на их отцов [8] и матерей [9]. Учитывая, что число автомобилей в России с 1997 г. выросло в 3 раза [10], есть все основания связать увеличение частоты детского лейкоза с нарастающим загрязнением воздушной среды выхлопными газами. Нейтральный тренд частоты НХЛ говорит об отсутствии роли загрязнения воздушной среды дымом в генезе этой патологии. Ранее нами было показано наличие связи частоты лимфомы Ходжкина в когортах детей

младшего возраста 0-4 лет с дымом лесных пожаров [7]. Снижение заболеваемости этой патологией в условиях растущего задымления позволяет предположить кардинальное отличие этиопатогенеза лимфомы Ходжкина у детей до 5 лет, и в более старшем возрасте.

Таким образом, колебания частоты лейкоза и лимфом в детской популяции связаны с изменениями активности Солнца. Рост заболеваемости детей в России лейкозом, вероятно, обусловлен увеличивающимся загрязнением воздушной среды выхлопными газами. Причины снижения частоты лимфомы Ходжкина требуют дальнейшего изучения. Исходя из роли экологически обусловленного окислительного стресса как универсального механизма реализации онкогенных потенций факторов внешней среды, для уменьшения риска возникновения гемобластозов у детей целесообразно введение в рацион пищевых продуктов для стимуляции аутофагии и трансфер фактора [1].

### *Литература*

1. Пинаев С. К., Чижев А. Я., Пинаева О. Г. Критические периоды адаптации к дыму и солнечной активности на этапах онтогенеза (обзор литературы) // Экология человека. 2021. № 11. С. 4-11.
2. ONCOLOGY.RU. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.oncology.ru/service/statistics/malignant\\_tumors/](http://www.oncology.ru/service/statistics/malignant_tumors/) Дата обращения: 07.01.2022.
3. Coste A., Goujon S., Boniol M. et al. Residential exposure to solar ultraviolet radiation and incidence of childhood hematological malignancies in France. *Cancer Causes Control*. 2015. Vol. 26. No. 9. Pp. 1339-49.
4. Wong K.Y., Tai B.C., Chia S.E. et al. Sun exposure and risk of lymphoid neoplasms in Singapore. *Cancer Causes Control*. 2012. Vol. 23. No. 7. P. 1055-64.
5. Petridou E.T., Dikalioti S.K., Skalkidou A. et al. Sun exposure, birth weight, and childhood lymphomas: a case control study in Greece. *Cancer Causes Control*. 2007. Vol. 18. No. 9. P. 1031-7.

6. SILSO [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.sidc.be/silso/datafiles>. Дата обращения: 12.12.2021.

7. *Pinaev S.K., Pinaeva O.G., Chizhov A.Ya.* About the role of environmental factors in carcinogenesis // Actual Problems of Ecology and Environmental Management: Cooperation for Sustainable Development and Environmental Safety (APEEM 2020). E3S Web of Conferences. 2020. V.169. P.04003.

8. *McKinney P.A., Fear N.T., Stockton D.; UK Childhood Cancer Study Investigators.* Parental occupation at periconception: findings from the United Kingdom Childhood Cancer Study. *Occup Environ Med.* 2003. Vol. 60. No. 12. Pp. 901-9.

9. *Ghosh J.K., Heck J.E., Cockburn M. et al.* Prenatal exposure to traffic-related air pollution and risk of early childhood cancers. *Am J Epidemiol.* 2013. Vol. 178. No. 8. P. 1233-9.

10. Федеральная служба государственной статистики. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru> Дата обращения 20.06.2021.

***Sergey K. Pinaev<sup>1</sup>, Alexey Ya. Chizhov<sup>2</sup>, Olga G. Pinaeva<sup>1</sup>***  
**LINK OF SOLAR ACTIVITY AND SMOKE WITH**  
**HEMOBLASTOSIS IN CHILDREN**

*<sup>1</sup>Far Eastern State Medical University, Russia;*

*<sup>2</sup>Peoples' Friendship University of Russia, Russia*

A link between fluctuations in the incidence of childhood leukemia, non-Hodgkin's lymphomas and Hodgkin's lymphoma in Russia in 1997-2020 and solar activity has been established. The increase in childhood leukemia incidence and decrease in the incidence of Hodgkin's lymphoma were found. Arguments in favor of the connection between the increase in the incidence of leukemia and exhaust gases are given. The reasons for the decline in the incidence of Hodgkin's lymphoma require the further study. Recommendations to reduce the risk of childhood hemoblastosis are given.



**Поддубная Н.Я., Смирнова А.А., Никандрова В.А.**  
**СОДЕРЖАНИЕ ОБЩЕЙ РТУТИ В ВОЛОСАХ**  
**ЖИТЕЛЕЙ С. БАРАБАШ ПРИМОРСКОГО КРАЯ,**  
**РОССИЯ**

*Череповецкий государственный университет, Россия*  
[poddoubnaia@mail.ru](mailto:poddoubnaia@mail.ru)

Получено, что содержание общей ртути в волосах жителей ( $n=17$ ) из удаленных от промышленных центров с. Барабаш и с. Филипповка изменялось от 0,014 до 0,653 мг/кг, в среднем  $0,251\pm 0,043$  мг/кг. Это значение было близким к содержанию ртути в шерсти амурского тигра на территории Приморского края ( $0,239\pm 0,075$  мг/кг) и меньше, чем во внутреннем европейском регионе – Бабушкинском районе Вологодской области ( $398\pm 0,053$  мг/кг). Такие различия могут определяться природными особенностями регионов

Ртуть (Hg) и ее соединения высокотоксичны для всех живых организмов. Источниками ртути являются как природные, так и антропогенные факторы [1]. В Приморском крае высокий показатель плотности речной сети:  $0,86$  км/км<sup>2</sup>. Болота и заболоченные земли занимают лишь 2,83% территории Приморского края. Определение содержания ртути в волосах широко используется при оценке уровня поступления Hg в организм человека [1]. Агентство по охране окружающей среды США (US EPA) установило рекомендуемые уровни содержания ртути в волосах ( $<1$  мг/кг) [2]. Накопление ртути в живых компонентах экосистем Приморского края немного изучено на примере амурского тигра, землероек и лишайников [3-4]. Было показано, что средние индивидуальные концентрации общей ртути (THg) в образцах шерсти тигра с побережья Японского моря варьировали от 0,115 до 0,918 мг/кг ( $n=12$ ), в среднем  $0,434\pm 0,067$ , в то время как в образцах шерсти тигра из внутренних районов ( $n=12$ ) THg изменялась в диапазоне от 0,057 до 0,950 мг/кг, в среднем  $0,239\pm 0,075$ . Целью

настоящей работы было выяснить накопление ртути в волосах жителей одного из удаленного от промышленных источников загрязнения района Южного Приморья.

Летом 2021 г. были собраны 17 образцов волос жителей с. Барабаш и с. Филипповка Хасанского района Приморского края (рис.1).



**Рис. 1.** Район исследования: 📍 место сбора образцов

Образцы были собраны в соответствии с рекомендациями Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) и в соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации (WMA): этические принципы медицинских исследований с участием людей. Каждый человек подписал письменное соглашение об участии в исследовании. Также участники исследования заполнили анкету, в которой указали свой пол, возраст и частоту употребления рыбной продукции. Содержание ртути определяли атомно-абсорбционным методом на ртутном анализаторе RA-915M. Для анализа волос на приборе был взят небольшой пучок волос (2 см от корней). Для проверки точности прибора было

определено содержание ртути в эталонных образцах (DORM-4, DOT-5) с известной концентрацией ртути (мг/кг). Данные представлены в виде среднего арифметического, медианы, стандартного отклонения и средней ошибки.

Лимиты содержания общей ртути в волосах жителей с. Барабаш и с. Филипповка изменялись широко от 0,014 до 4,079 мг/кг, в среднем  $0,476 \pm 0,229$  мг/кг, медиана 0,217 мг/кг. Среднее содержание ртути оказалось выше, чем у жителей Бабушкинского района ( $0,398 \pm 0,053$  мг/кг) и ниже, чем у жителей прибрежных территорий Кирилловского района (1,139 мг/кг) Вологодской области [5-6], Бразилии (16,400 мг/кг) [7] и золотодобывающего региона Кадома/Зимбабве (1,47 мг/кг) [8].

Результаты текущего исследования более чем в два раза превышают уровни ртути в волосах жителей промышленного города Череповца (0,194 мг/кг) [5], центральной Польши (0,174) и Германии (0,109) [9]. В нашем исследовании только у одного человека было превышение 1 мг/кг (к сожалению, наша выборка небольшая). Если исключить это выскакивающее из выборки значение, то лимиты содержания общей ртути в волосах жителей с. Барабаш и с. Филипповка изменялись широко от 0,014 до 0,653 мг/кг, в среднем  $0,251 \pm 0,043$  мг/кг, медиана 0,212 мг/кг. При этом концентрации ртути в волосах у мужчин и женщин различались почти в два раза и составляли у женщин ( $n=12$ ) от 0,087 до 0,652 мг/кг, в среднем  $0,285 \pm 0,051$  мг/кг и у мужчин ( $n=4$ ) от 0,014 до 0,301 мг/кг, в среднем  $0,149 \pm 0,065$  мг/кг. Обычно гендерные различия отсутствуют [5, 10].

Лимиты содержания общей ртути в волосах жителей удаленных от промышленных центров с. Барабаш и с. Филипповка изменялись широко от 0,014 до 0,653 мг/кг, в среднем  $0,251 \pm 0,043$  мг/кг, это было близко к содержанию ртути в шерсти амурского тигра на территории Приморского края ( $0,239 \pm 0,075$  мг/кг) и меньше, чем во внутреннем европейском регионе, богатом болотами и озерами – Бабушкинском

районе Вологодской области ( $398 \pm 0,053$  мг/кг). Эти различия могут определяться природными особенностями регионов.

Признательны Ю.В. Гореловой за помощь в сборе материала.

### *Литература*

1. NRC, (2000)
2. *Poddubnaya N.Ya. et al.* Scientific Reports 11:6923 (2021) | <https://doi.org/10.1038/s41598-021-86411-y>
3. *Поддубная Н.Я.и др.* Актуальные проблемы экологии и природопользования: сборник научных трудов XXII Международной научно-практической конференции: в 3 т. Москва, 22–24 апреля 2021 г. Т. 2. Москва: РУДН. 2021. С. 99-103.
4. *Rumiantseva O.Y. et al.* Russia Adv. Eng. Res. 2018. V.177, P.112-116
5. *Rumiantseva O.* //E3S Web Conf. 2021. Vol.265 P. 06002
6. *Harada M. et al.* Environ. Int., 27, 4, 285- 290 (2001)
7. *Bose-O'Reilly S. et al.* Environ. Res., 184, 109266 (2020)
8. *Schwedler G. et al.* Int J Hyg Envir Heal. 2017. V.220(4). P. 686–696
9. *Fujimura M. et al.* Bull Environ Contam Toxicol 2011. V.88 (2) P. 135–139

***Poddubnaya N.Ya., Smirnova A.A., Nikandrova V.A.***  
**THE CONTENT OF TOTAL MERCURY IN THE HAIR**  
**OF RESIDENTS OF BARABASH AND FILIPPOVKA**  
**VILLAGES OF PRIMORSKY KRAI, RUSSIA**

*Environmental Research Laboratory*

*Cherepovets State University, Cherepovets, Russia*

The total mercury content in the hair of residents (n=17) from the villages of Barabash and Filippovka located far from the industrial centers varied from 0.014 to 0.653 mg/kg, on average  $0.251 \pm 0.043$  mg/kg. This value was close to the mercury content in the Amur tiger hair of Primorsky Krai ( $0.239 \pm 0.075$  mg/kg) and less than in the inner region – Babushkinsky district of Vologda Oblast ( $398 \pm 0.053$  mg/kg).

Such differences may be determined by the natural features of the regions.

*Рашидов Н.Д.<sup>1</sup>, Мазина С.Е.<sup>2,3,4,5</sup>*

## **ВОЗДЕЙСТВИЕ ШУМА: ПРОБЛЕМА И ПРИОРИТЕТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

<sup>1</sup>*Самаркандский Государственный Университет, Узбекистан*

<sup>2</sup>*Московский государственный университет  
имени М.В. Ломоносова, Россия*

<sup>3</sup>*ФГУП Научно-технический центр радиационно-химической  
безопасности и гигиены Федерального медико-биологического  
агентства, Россия*

<sup>4</sup>*Российский университет дружбы народов, Россия*

<sup>5</sup>*Российский государственный аграрный заочный университет,  
Россия*

[Xumorim1995@mail.ru](mailto:Xumorim1995@mail.ru)

В работе проведён анализ проблемы воздействия шума, рассмотрены основные подходы к исследованию шумового загрязнения окружающей среды. Описаны источники воздействия, биологические последствия этих воздействий. Особое внимание уделено вопросам развития исследований и модификации подходов к оценке шумовых загрязнений. Определены современные актуальные направления в исследовании воздействия шума.

В настоящее время жители городов сталкиваются с проблемой как постоянного, так и периодического шума. Акустическое загрязнение сопровождает человека в любое время в повседневной жизни: на производстве, во время передвижения на транспорте, во время отдыха и туристических поездок, и даже в периоды сна. Благоприятный акустический режим является важным аспектом безопасной среды обитания человека, растений и животных. Поэтому актуальна оценка акустического состояния окружающей среды, особенно городов, и его влияния в различных кластерах урбанизированных территорий, а также выявление способов снижения шумового воздействия на человека и компоненты экосистем.

Звук представляет собой распространение упругих волн механических колебаний и как любая волна, характеризуется

амплитудой и частотой, причем громкость звука зависит от эффективного звукового давления и частоты и формы колебаний. Частотный диапазон слышимых человеком звуков от 16-20 Гц до 15-20кГц [1].

Оценка акустического загрязнения базируется на принципах нормирования, для чего необходимо устанавливать нормативы в соответствии с комфортными шумовыми условиями. Основными параметрами, характеризующими шум являются частота, интенсивность, продолжительность и периодичность воздействия. Интенсивность шума измеряется в децибелах.

Для человека безвредным считается шум 20-30 дБ, что характерно для естественного состояние природной среды. Допустимым является шум в до 80 дБ. Шум, значение которого составляет 110-130 дБ, вызывает боль в ушах человека, при достижении 150 дБ его трудно выносить, при 180 дБ происходит разрушение металла. В 70-е годы XX века шум на улицах города составлял 60-70 дБ, в начале XXI века этот показатель достигает значения 100 дБ и выше [2]. Санитарные нормативы шума установлены согласно пороговым значениям терпимости, а не комфорта для человека.

Звуковой ландшафт городской среды создается звуками, связанными со всем и видами деятельности, а также природными шумами. Варьируют не только источники шума, но и способы их восприятия, причем степень влияния коррелирует с количеством генерируемой акустической энергии. Восприятие шума меняется в зависимости от многих параметров: времени суток, погодных условий, природного ландшафта, характеристик помещения, высоты расположения точки измерения и пр. Затухание колебаний в атмосфере, как и скорость звука, зависят от температуры и влажности воздуха, а также от ветровых градиентов. [3]

Под влиянием высокой интенсивности шума могут возникать: постоянная утомляемость, снижение скорости

психологических реакций, ухудшение памяти, неспособность сосредоточиться, нарушение координации движений, снижение способности воспринимать звуковые и световые сигналы, повышение артериального давления, учащение сердцебиения, сердечно-сосудистые заболевания, повышение уровня холестерина в крови, напряжение нервных систем человека, возникает бессонница и нарушение слуха. Нужно учитывать, что вегетативная нервная система человека не формирует относительной приспособляемости к любым помехам внешней среды, а физиологическая и биохимическая адаптация человека к шуму невозможна. Особенно опасны внезапно возникающие звуки высокого напряжения (90-100 дБ и выше), которые могут приводить к поражению нервной системы [4, 5].

Шумовое загрязнение окружающей среды наносит не меньший вред не только человеку, но и другим живым организмам [6, 7]. У животных шум может вызвать сенсорную деградацию и нарушения в восприятии акустических сигналов, нарушение ориентации, что влияет на динамику расселения, успешность репродукции, меняет взаимодействия хищник-жертва, влияет на реализацию пищевых цепей [8].

Рассматривая негативные акустического воздействия, Европейская комиссия признала общественный шум как важную экологическую проблему и приняла Европейскую директиву по шуму для оценки и управления шумом в окружающей среде [9].

В настоящее время осуществляется большое количество инициатив, направленных на оценки шумового загрязнения: иницируются проекты по анализу акустической ситуации в городах, составляются шумовые карты, совершенствуются методики измерений, модифицируется приборная база.

Первоначально исследования проводили для выявления пороговых уровней шума, характеристик звуковых раздражителей, особенностей воздействия разных видов акусти-

ческих колебаний, выявления биологических реакций на шум. Такие исследования продолжаются и сейчас, их цели: уточнение пороговых уровней шума, оценка последствий длительных постоянных воздействий, применение разных акустических воздействий для решения частных задач, в том числе в области медицины (моя) и др. [10].

Для техногенных звуковых источников проводилось измерение уровней шума и определение физических параметров звука, определение воздействий этих звуков на биоту, сравнение их со звуками природного происхождения. Создана классификация видов шумовых воздействий, в первую очередь антропогенных шумов для наземной и водной сред обитания. Она уточняется и модифицируется, включая на сегодня экологические, транспортные, промышленные, военные, рекреационные и другие источники [8].

Сформулированы требования к проведению замеров и их анализу. Характеристику акустического воздействия проводят с применением уровней звукового давления, эквивалентного уровня шума, уровня воздействия шума. Корректные исследования должны включать фоновые значения акустической среды, спектральный анализ, частотный диапазон, продолжительность измерений, давление в момент измерений. При замерах шума от точечных источников, учитывают расстояние до точки замера от источника, снижения уровня шума при удалении от источника и характеристики помещения или ландшафта (архитектурной среды), которые могут повлиять на распространение и восприятие звука [8].

Понимание пределов допустимого воздействия для разных видов биоты и структурно-функциональных изменений, вызванных этими воздействиями, дало возможность проводить расчеты и получать интегральные показатели акустического воздействия на разных территориях, совершенствовать методики анализа пролонгированных



воздействий.

Оценку воздействия шума на живую природу проводили на уровне поведенческих изменений, а также по результатам краткосрочных экспериментов на отдельных видах. Постепенно расширялись охваченные наблюдением территории, спектр видов, увеличивалась длительность наблюдений. На сегодняшний день проводят исследования с применением показателей устойчивости популяций, взаимодействий сообществ и качества экосистемных услуг, целостности экосистем [8]. Расширение таксономической и географической выборки проводится в контексте эволюционной адаптации видов и с учетом иных стрессовых факторов, которые дают сочетанные эффекты биологических воздействий.

Для анализа акустического загрязнения городских территорий применяется метод построения карт шума, которые позволяют уточнить и визуализировать интенсивности воздействий в динамике, провести зонирование территорий. Большая работа проведена по оптимизации точек замеров в городах, что осложняется проблемой различного планирования городов и их архитектурными и ландшафтными особенностями, сезонными изменениями в городах различных климатических зон.

Основным подходом выбору точек для анализа уровней шума в городской среде является метод сетки [11], обеспечивающий равномерный охват исследуемой территории благодаря тому, что в основе которого лежит статистический принцип равной вероятности. Несмотря на то, что этот метод используется в различных исследованиях, именно для анализа уровней шума при его использовании выявляется ряд недостатков, связанных с распространением шума в зависимости от особенностей ландшафта и изменчивостью шумовых характеристик и его восприятия вблизи от источника шума.

Другим вариантом, обеспечивающим анализ основных

источников шума в городской среде, является стратификация городских дорог [12]. Предложено усовершенствование данного метода, заключающееся в категоризации, когда каждый участок транспортной сети оценивают в соответствии с его функциональностью и определяют изменчивость уровней звука, что позволяет оптимизировать число точек замеров и получить более точные оценки уровней шума [13-15]. Данный подход предполагается оптимизировать в соответствии с планировкой каждого города.

Шумовое загрязнение от техногенных источников на сегодняшний день не ограничивается урбанизированными территориями, а распространяется на природные экосистемы и сельские хозяйства вследствие развития техники и транспортной сети.

В исследованиях, связанных с проблемой шума, выделяется ряд важных направлений. Выявление и оценка выраженности биологических воздействий шума от различных источников и разной продолжительности, где активно применяются современные биохимические, экологические и физиологические подходы. Развиваются и совершенствуются методы измерения, интегральные оценки полученных данных и прогностические методы, в том числе картографические и программное обеспечение. Учитываются социальные аспекты шумового загрязнения и воздействие шума на разные профессиональные категории и население. Большое внимание уделяется разработке системы мер и частных рекомендаций для снижения уровней шума, в том числе совершенствования архитектурной среды.

#### *Литература*

1. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Звук>. Дата обращения 30.03.2022
2. wikipedia [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://uz.wiktionary.org/wiki/shovqin> /Shovqin gigiyenasi (дата обращения 30 марта 2022)

3. *Lebiedowska B.* Acoustic background and transport noise in urbanised areas: a note on the relative classification of the city soundscape. *Transport Res Part D.* 2005. V.10. P.341–5.
4. *Goines L., Hagler L.* Noise pollution: a modern plague // *South Med J.* 2007. V.100. №3. P.287-94.
5. *Jariwala H. J. et al.* Noise pollution & human health: a review // *Noise and Air Pollutions: Challenges and Opportunities*, Ahmedabad: LD College of Eng. 2017.
6. *Broucek J.* Effect of noise on performance, stress and behavior of animals // *Slovak Journal of Animal Science.* 2014. V.47. P.111–123.
7. *Brumm H., Slabbekoorn H.* Acoustic communication in noise // *Advances in the Study of Behavior.* 2005. V.35. P.151–209.
8. *Shannon G. et al.* A synthesis of two decades of research documenting the effects of noise on wildlife // *Biol. Rev. Camb. Philos. Soc.* 2016. V.91. №4. P. 982-1005. doi:10.1111/brv.12207.
9. European Commission. Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise. *Off. J. Eur. Communities* 2002. 18. P. 12–25.
10. *Николаев А.Л., Гопин А.В., Божевольнов В.Е., Мазина С.Е., Северин А.В., Рудин В.Н., и др.* Сонодинамическая терапия онкологических заболеваний. комплексное экспериментальное исследование // *Известия Академии наук. Серия химическая.* 2014. №5. С. 1036.
11. ISO 1996-2. Description, Measurement and Assessment of Environmental Noise, Part 2: Determination of Environmental Noise Levels; International Organization for Standardization: Geneva, Switzerland, 2007.
12. *Del Carmona Río F.J., Gómez E.V., Trujillo Carmona J., Vilchez-Gómez R., Méndez Sierra J.A., Rey Gozalo G., Barrigón Morillas J.M.* A street categorization method to study urban noise: The Valladolid (Spain) study // *Environ. Eng. Sci.* 2011. V.28. P.811–817.
13. *Rey Gozalo G., Barrigón Morillas J.M., Gómez Escobar V., Vilchez-Gómez R., Méndez Sierra J.A., Carmona del Río F.J., Prieto Gajardo C.* Study of the categorization method using long-term measurements // *Arch. Acoust.* 2013, V.38, P.397–405.
14. *Rey Gozalo G.; Barrigón Morillas J.M.; Gómez Escobar V.*

Urban streets functionality as a tool for urban pollution management // Sci. Total Environ. 2013, V.461, P.453–461.

15. *Rey Gozalo G., Barrigón Morillas J.M., Prieto Gajardo C.* Urban noise functional stratification for estimating average annual sound level // J. Acoust. Soc. Am. 2015, V.137, P.3198–3208.

***Rashidov N.D.<sup>1</sup>, Mazina S.E.<sup>2,3,4,5</sup>***

## **NOISE IMPACT: PROBLEM AND RESEARCH PRIORITIES**

*<sup>1</sup>Samarkand State University, Uzbekistan*

*<sup>2</sup>M.V. Lomonosov Moscow State University, Russia*

*<sup>3</sup>Enterprise Research Center for Radiation and Chemical Safety and Hygiene of the Federal Medical and Biological Agency of Russia*

*<sup>4</sup>Peoples Friendship University of Russia*

*<sup>5</sup>Russian State Agrarian Correspondence University, Russia*

In this paper, an analysis of the problem of exposure to noise, the main approaches to the study of noise pollution in the environment. Sources of exposure, biological consequences of these impacts are described. The special attention is given to questions of development of researches and modification of approaches to an estimation of noise pollution. Modern topical directions in research of noise impact are defined.

*Ротанова И.Н.*  
**МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ  
КАРТОГРАФИРОВАНИЕ В КОНТЕКСТЕ  
ЗДОРОВЬЕСБЕРЕЖЕНИЯ**

*Алтайский государственный университет, Россия*  
[rotanova@mail.asu.ru](mailto:rotanova@mail.asu.ru)

Рассмотрены современные представления о медико-экологическом картографировании (МЭК), его подходах, тематических направлениях и сюжетах карт в контексте здоровьесбережения. Показано развитие МЭК территории Алтайского края на примере создания серии карт и медико-экологического атласа.

Термин «здоровьесбережение», получающий всё большую популярность в настоящее время, предполагает многогранность его содержания, в частности, благоприятные условия жизнедеятельности человека, позволяющие не только сохранять и укреплять здоровье, а и способствующие предупреждению развития нарушений здоровья и поддерживающие оптимальное качество жизни [1].

Здоровьесбережение включает различные формы организации физической, духовной, социальной культуры, а также развитие медико-экологических исследований: оценки условий жизнедеятельности, анализа благоприятных и неблагоприятных факторов окружающей среды.

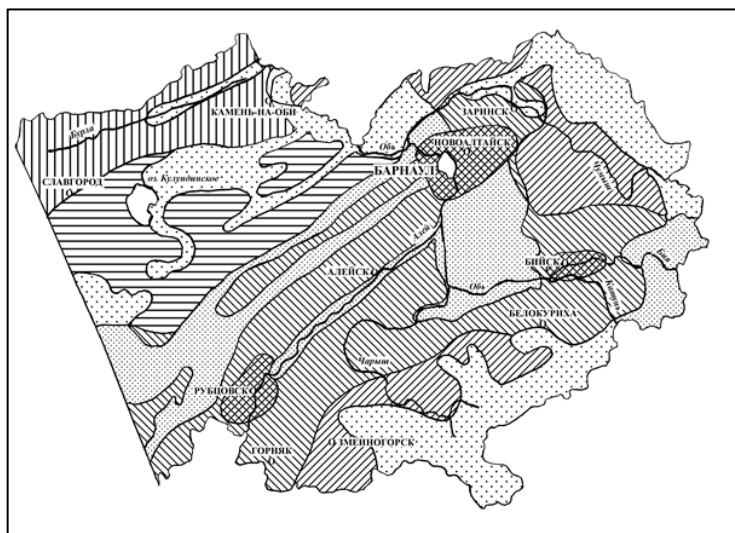
В медико-экологических исследованиях значимое место занимает пространственный анализ условий и ситуации здоровьесбережения, реализуемый средствами медико-экологического картографирования (МЭК). МЭК как метод комплексного пространственного анализа базируется на результатах изучения природных и территориально-производственных комплексов, на анализе характерных факторов окружающей среды, зачастую испытывающих воздействие хозяйственной деятельности человека и оказывающих, чаще всего, негативное влияние на здоровье человека. Концепция МЭК соответствует основным методологичес-

ким, научным и прикладным принципам комплексного системного анализа качества среды, условий жизни и здоровьесбережения населения. Используемые в качестве исходной картографической информации показатели природных и антропогенных предпосылок болезней человека раскрывают основные составляющие географической комфортности и экологической безопасности территории. Чаще всего МЭК использует ландшафтный подход: таксонами картографирования служат геосистемы топологической и региональной дифференциации. Дальнейшая тематическая интерпретация позволяет получить новые характеристики при определении границ ареалов с различными предпосылками болезней человека, а также параметров сложившихся медико-экологических ситуаций.

МЭК сформировалось на основе междисциплинарных тенденций, заимствованных из географии, особенно усилившихся в последние годы в связи с всеобщей экологизацией наук. Современные медико-экологические исследования и МЭК получили развитие из медико-географических исследований, выполняемых со второй половины XX века специалистами и учеными различных научных и образовательных учреждений, в числе которых Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова [2]; СПбГУ [3]; МГУ им. М.В. Ломоносова и Институт географии РАН [4-6]; Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН [7-9]; Томский государственный университет [10], Воронежский государственный университет [11, 12], Институт водных и экологических проблем СО РАН [13, 14] и другие.

Составлена серия медико-географических и медико-экологических карт на территорию Алтайского края, позволившая выполнить оценку сложившейся медико-экологической ситуации, выявить проблемные медико-экологические ареалы, провести медико-экологическое зонирование, районирование и ранжирование территории

по эколого- географической комфортности (рис. 1).



Виды антропогенных нагрузок: 1 - накопление и перераспределение загрязнений на природных барьерах; 2 - ранее подвергавшиеся радиационному воздействию леса; 3 - доминирование агропроизводственных нагрузок и воздействие радиационных следов; 4 - промышленные и агропроизводственные нагрузки средней интенсивности; 5 - доминирование агропроизводственных нагрузок и нагрузок местной промышленности; 6 - промышленные и агропроизводственные нагрузки, максимальные для региона; 7 - очаги высокой загрязненности геосистем.

**Рис. 1.** Дифференциация территории Алтайского края по видам антропогенных нагрузок [14]

В соответствии с картографическим алгоритмом пространственного медико-экологического анализа составлены следующие группы карт:

– компонентные медико-географические карты, характе-

ризующие сложившиеся пространственные различия по природным предпосылкам болезней человека;

– компонентные медико-экологические карты, содержащие оценку отдельных компонентов загрязнений в приземном слое воздуха, водных объектах и почвах;

– компонентные медико-экологические карты, отражающие антропогенные предпосылки болезней человека различной соматической и инфекционной патологии, их комбинации в территориально-производственных структурах с учетом плотности сельского населения и людности поселений;

– карты медико-географического районирования по комплексному показателю природных предпосылок болезней человека с выделением таких доминант, как природно-очаговые инфекции, биогеохимические эндемии недостаточности и избыточности;

– карты медико-географического районирования рекреационных и бальнеологических ресурсов региона, отражающие климато-лечебные, лечебно-бальнеологические и общеоздоровительные характеристики геосистем;

– карты медико-экологического ранжирования территории по совокупностям антропогенных нагрузок, включающим группы приоритетных и второстепенных токсикантов;

– карты медико-экологического ранжирования по антропогенным предпосылкам болезней человека, изменениям эпидемиологической обстановки по отдельным классам инфекционной и соматической патологии.

Разработана структура медико-экологического атласа Алтайского края, структурно состоящего из следующих разделов: Вводный раздел; Природные факторы формирования медико-географической обстановки. Природные предпосылки заболеваний человека; Производственные и социально-бытовые факторы формирования медико-экологической обстановки. Антропогенные предпосылки болезней человека; Демографические факторы здоровьесбережения населе-



ния; Нозогеографический статус территории; Здоровоохранение; Комплексная медико-экологическая оценка территории в целях здоровьесбережения [14].

Медико-экологические исследования и МЭК позволяют получить новые результаты в изучении причинно-следственных связей в системах «окружающая среда – здоровье», обосновать зависимости между состоянием окружающей среды и критериями общественного здоровья, что особенно важно для формирования региональных систем экологической безопасности, здоровьесбережения и устойчивого социально-экономического развития.

Работы поддержаны грантом РФФИ № 22-27-20135.

#### *Литература*

1. Пономаренко В.А. Здоровьесбережение как ответ на вызов времени // Мир психологии. 2009. № 2. С. 182-194.
2. Келлер А.А., Кувакин В.И. Медицинская экология. СПб.: Петроградский и К. 1998.
3. Чистобаев А.И., Семенова З.А. Медико-географическое картографирование в бывшем СССР и современной России // Вестник СПбГУ. Сер. 7. 2013. Вып. 4. С. 109-118.
4. Малхазова С.П. Медико-географическое картографирование: современное состояние и перспективы развития // Вопросы географии. 2012. Т. 134. С. 110-132.
5. Малхазова С.М., Пестина П.В., Шартова Н.В. Здоровье населения в регионах России в начале XXI века: медико-географическая оценка // Доклады Академии наук. 2017. Т. 475. № 3. С. 329-332.
6. Райх Е.Л. Моделирование в медицинской географии. М., 1984.
7. Игнатьев Е.И. Принципы и методы медико-географического изучения природных комплексов географической среды // Медицинская география. Итоги. Перспективы. Иркутск, 1964. С. 20-24.
8. Прохоров Б.Б. Картографирование в целях комплексной медико-географической оценки территории // Картографические

методы комплексных географических исследований. Иркутск, 1965. С. 154-158.

9. *Хлебович И.А.* Опыт составления компонентных медико-географических карт // Принципы и методы медико-географического картографирования. Иркутск, 1968. С. 120-154.

10. *Русанов В.И.* Медико-географические исследования и климат // Медицинская география и здоровье. Л.: Наука. Ленингр. Отд-ние, 1989. С. 150-159.

11. *Куролан С.А.* Медицинская география на современном этапе развития // Вестник ВГУ, Серия: География. Геоэкология. 2017. № 1. С. 13-20.

12. *Куролан С.А., Прожорина Т.И., Клевцова М.А., Виноградов П.М. и др.* Медико-экологический атлас города Воронежа. – Воронеж. ВГУ. 2019.

13. *Хлебович И.А., Ротанова И.Н.* Комплексное картографирование проблемных медико-экологических ситуаций // География и природные ресурсы. 1997. № 4. С. 43-49.

14. *Хлебович И.А., Винокуров Ю.И., Ротанова И.Н., Ревякин В.С.* Медико-экологический атлас Алтайского края. Научно-методические основы разработки и составления. Новосибирск: Наука, 2000.

***Irina Nikolaevna Rotanova***  
**MEDICAL AND ECOLOGICAL MAPPING**  
**IN THE CONTEXT OF HEALTH CONSERVATION**  
*Altai State University, Russia*

Modern ideas about medical and ecological mapping (MEM), its approaches, thematic directions and plots of maps in the context on the concept of health conservation. The development on the MEM of the Altai Krai is shown by the example of creating a series of maps and a medical and ecological atlas.

**Русакова М.А., Колесников Р.А., Шинкарук Е.В.**  
**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА КАК ФАКТОР**  
**ВЛИЯНИЯ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ**  
**АРКТИЧЕСКОГО ГОРОДА**

*Государственное автономное учреждение Ямало-Ненецкого автономного округа «Научный центр изучения Арктики», Россия*  
[m.a.rusakova7@gmail.com](mailto:m.a.rusakova7@gmail.com)

Представлен анализ качества атмосферного воздуха и подаваемой питьевой воды арктического города Салехард с позиции оценки рисков для здоровья населения. На границу приемлемости попадают канцерогенные риски, связанные с ингаляционным воздействием содержащихся в атмосферном воздухе хрома, сажи и формальдегида, и пероральном воздействии содержащихся в питьевой воде кадмия, бериллия, свинца и хрома. Рассчитан неприемлемый риск, связанный с пероральным воздействием мышьяка. Лабораторные исследования проб крови населения подтверждают повышенное содержание поллютантов и необходимость минимизации экологических рисков.

Население арктических городов подвергается увеличенным функциональным нагрузкам на организм, что влечет за собой повышенную чувствительность к поллютантам [1-3]. В связи с этим важной задачей становится минимизация рисков здоровью населения, связанных с антропогенным воздействием.

Труды по оценке риска показали свою весомость в выявлении приоритетных загрязнителей и повышении эффективности управления химической безопасностью [4-6].

Целью нашего исследования является оценка канцерогенного и неканцерогенного ингаляционного и водного химического риска для здоровья населения города Салехард в связи с воздействием поллютантов окружающей среды и последующая разработка мер по его предупреждению и снижению.

Для наглядности многофакторного влияния химически

загрязненной окружающей среды в ходе научной работы также проведены персонифицированные обследования населения с осуществлением химико-аналитического исследования проб крови.

Методической основой проведения работ послужило «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» Р 2.1.10.1920-04, а благодаря применению программного продукта УПРЗА «Эколог» рассчитаны рассеивания вредных веществ в атмосфере.

Источниками данных послужили формы государственной статистической отчетности и результаты мониторинга проводимого ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ямало-Ненецком автономном округе». Сбор и анализ образцов крови проведен на базе аккредитованной лаборатории.

На территории города Салехард из 163 источников выбросов в атмосферный воздух поступает 67 веществ в объеме 3077,529 т/год. Превышения предельно допустимых значений для рассчитанных среднегодовых концентраций токсических веществ в атмосферном воздухе не зафиксировано. Качество питьевой воды в городе Салехард согласно данным производственного контроля за 2019 и 2020 годы соответствует требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01.

Из 50 064 жителей города в персонифицированном обследовании приняли участие 45 человек.

Значения рассчитанных индексов неканцерогенной опасности при ингаляционном и пероральном воздействии меньшие 1,0, свидетельствуют о низкой вероятности проявления неблагоприятных эффектов со стороны органов/систем, подверженных влиянию поллютантов изучаемой среды.

Контроля требуют индивидуальные ингаляционные канцерогенные риски, связанные с воздействием хрома, сажи и формальдегида, содержащихся в атмосферном воздухе, и индивидуальные пероральные канцерогенные риски,

обусловленные воздействием кадмия, бериллия, свинца и хрома, поступающих с питьевой водой, имеющие значения от  $1 \times 10^{-6}$  до  $1 \times 10^{-4}$ , соответствующие предельно допустимому риску.

Снижения и разработки дополнительных оздоровительных мероприятий требуют индивидуальные канцерогенные риски, обусловленные воздействием мышьяка с питьевой водой ( $1,07 \times 10^{-4}$ ).

Лабораторные исследования подтверждают превышение рекомендуемых величин по содержанию в крови у некоторых из обнаруженных в изучаемых средах химических элементов: кадмия (80,0% обследованных), мышьяка (75,6%).

Полученная информация позволила разработать конкретные меры профилактики неблагоприятного влияния антропогенного загрязнения среды обитания на здоровье населения.

Выявлена необходимость проявления особого контроля к источникам выбросов в атмосферный воздух хрома, сажи и формальдегида. Для обеспечения населения города Салехард питьевой водой гарантированного качества требуется разработка дополнительных мероприятий по снижению содержания мышьяка, кадмия, бериллия, свинца и шестивалентного хрома, поступающих с питьевой водой.

### *Литература*

1. Чащин В.П., Гудков А.Б., Попова О.Н. и др. Характеристика основных факторов риска нарушений здоровья населения, проживающего на территории активного природопользования в Арктике // Экология человека. 2014. №1. С. 3-12.

2. Дударев А.А., Одланд Й.О. Здоровье человека в связи с загрязнением Арктики – результаты и перспективы международных исследований под эгидой АМАП // Экология человека. 2017. № 9. С. 3-14.

3. Дударев А.А., Горбанёв С.А., Фридман К.Б. Сотрудничество ФБУН «Северо-западный научный центр гигиены и общественного здоровья» в рамках международных проектов в области гигиены окружающей среды Арктики // Гигиена и санитария. 2017.

№7. С. 601-606.

4. Чуенкова Г.А., Карелин А.О., Аскаров Р.А., Аскарова З.Ф. Оценка риска здоровью населения города Уфы, обусловленного атмосферными загрязнениями // Гигиена и санитария. 2015. Т. 94. №3. С. 24-29.

5. Унгуряну Т.Н., Новиков С.М. Результаты оценки риска здоровью населения России при воздействии химических веществ питьевой воды (обзор литературы) // Гигиена и санитария. 2014. №1. С. 19-24.

6. Бакиров А.Б., Сулейманов Р.А., Валеев Т.К. и др. Эколого-гигиеническая оценка канцерогенного риска здоровью населения техногенных территорий республики Башкортостан // Медицина труда и экология человека. 2018. № 3. С. 5–12.

*Mariya A. Rusakova, Roman A. Kolesnikov, Elena V. Shinkaruk*

**THE ENVIRONMENTAL SITUATION  
AS A FACTOR INFLUENCING THE PUBLIC HEALTH  
OF AN ARCTIC CITY**

*Arctic Research Center of the Yamal-Nenets Autonomous District,  
Russia*

An analysis of the quality of atmospheric air and potable water in the Arctic city of Salekhard from the position of assessing the risks to public health is presented. Carcinogenic risks associated with inhalation exposure to chromium, soot and formaldehyde contained in atmospheric air, and oral exposure to cadmium, beryllium, lead and chromium contained in drinking water fall on the border of acceptability. Unacceptable risks associated with oral exposure to arsenic were calculated. Laboratory tests of blood samples of the population confirm the increased content of pollutants and the need to minimize environmental risks.

Ускова С.С.<sup>1</sup>, Мартынова А.В.<sup>1,2</sup>

## АНАЛИЗ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ШТАММОВ РОДА ENTEROCOCCUS К АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫМ ПРЕПАРАТАМ

<sup>1</sup>Дальневосточный федеральный университет, Россия

<sup>2</sup> Тихоокеанский государственный медицинский университет  
Минздрава России

[Электронный uskova.ss@yandex.ru](mailto:uskova.ss@yandex.ru)

В последнее время энтерококки приобрели резистентность почти ко всем классам антибиотиков, при этом у штаммов *Enterococcus faecium* она является более устойчивой к действию антибактериальных препаратов, чем у штаммов *Enterococcus faecalis*. Поэтому было изучена атибиотикорезистентности 70 штаммов рода *Enterococcus* к таким антибиотикам как к тетрациклину, стрептомицину, эритромицину, ампициллину, левофлоксацину, рифампицину, гентамицину, ванкомицину. Было выявлено, что в бухте Золотой Рог более половины выделенных штаммов обладали резистентностью к стрептомицину, эритромицину и левофлоксацину, а в реке Вторая Речка более 50% штаммов – стрептомицину и рифампицину.

Появляется все больше исследований в которых пытаются оценить масштабы распространения антибиотико-резистентных микроорганизмов, что используется как признак антропогенного влияния человека на окружающую среду [1]. Чаще всего это замечают эпидемиологи, так как существует возможность распространения инфекций [2, 3]. Но и для экологов эта проблема не остаётся незамеченной, поскольку в случае сосуществования аллохтонных и автохтонных микроорганизмов может произойти горизонтальный перенос генов, а точнее ген устойчивости к антибиотикам от автохтонных к аллохтонам и наоборот [4].

В соответствии с нормативными документами, необходимо уделить особое внимание к определению чувствительности к антибиотикам для групп микроорганизмов с высокой частотой распространения и приобретенной устойчивостью

[5]. В последнее время энтерококки приобрели резистентность почти ко всем классам антибиотиков, при этом у штаммов *E. faecium* она является более устойчивой к действию антибактериальных препаратов, чем у штаммов *E. faecalis* [6].

Для исследования микробиологических свойств 70 штаммов рода *Enterococcus* с учетом их микроэкологической характеристики были изучены 20 образцов воды из бухты Золотой Рог и реки Вторая Речка, так как они находятся в черте города и подвержены сильному антропогенному воздействию. Чувствительности к антибактериальным химиопрепаратам определялась диско-диффузным методом [5, с. 18].

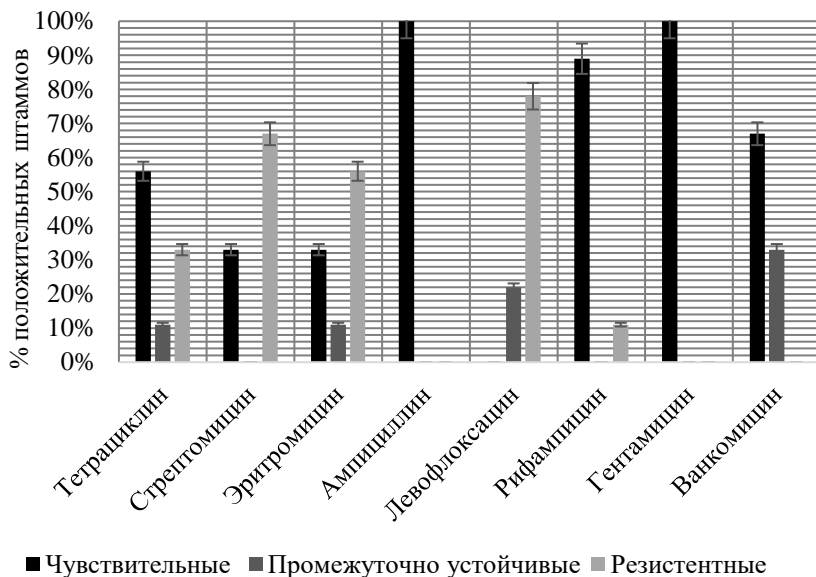
Была изучена антибиотикорезистентность штаммов рода *Enterococcus* выделенных из среды с антропогенной нагрузкой, из б. Золотой Рог и р. Вторая Речка, в период 17 января 2018 г. по 27 сентября 2020 г.

Исследование чувствительности к антибиотикам бактерий рода *Enterococcus* выделенных из б. Золотой Рог показало, что большинство штаммов были устойчивые к тетрациклину, стрептомицину, эритромицину, ампициллину, левофлоксацину, рифампицину, гентамицину, ванкомицину (рис.1).

Штаммы, выделенные из б. Золотой Рог, имеют повышенный уровень устойчивости к левофлоксацину. Также следует отметить повышенный уровень резистентности к тетрациклину и эритромицину. В особенности необходимо уделить внимание эритромицину, поскольку по литературным данным у них выявлена связь между генами, отвечающими за устойчивость к эритромицину (*ermB*) и меди (*tcrB*), которая впервые была продемонстрирована на штаммах *E. faecalis* и *E. faecium* [7]. Необходимо отметить наличие штаммов с промежуточной устойчивостью к ванкомицину, что позволяет предположить возможность формирования устойчивых к ванкомицину штаммов, что отразится на клиническом значении и роли данных изолятов в лечении



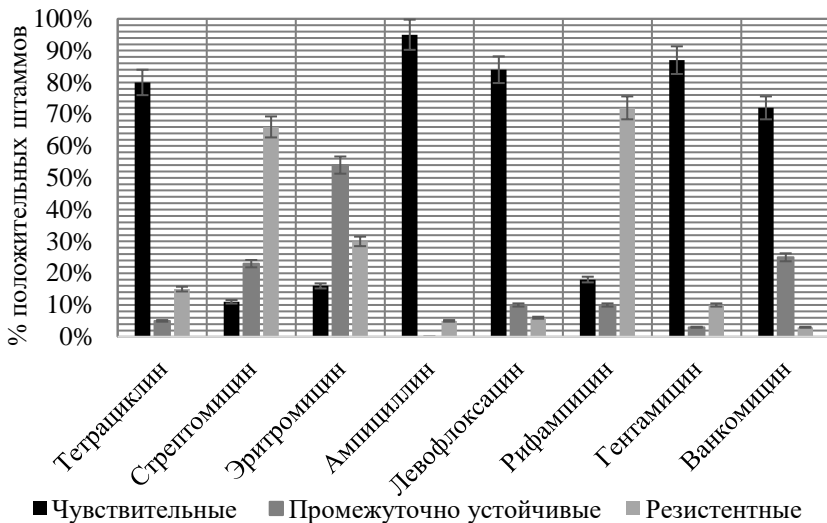
инфекций, вызываемых энтерококками.



**Рис. 1.** Устойчивость к антибактериальным химиопрепаратам штаммов рода *Enterococcus* (б. Золотой Рог)

Исследование чувствительности к антибиотикам бактерий рода *Enterococcus* выделенных из р. Вторая Речка показало, что большинство штаммов были устойчивые к тетрациклину, стрептомицину, эритромицину, ампициллину, левофлоксацину, рифампицину, гентамицину, ванкомицину (рис.2).

Схожий характер устойчивости к антибактериальным химиопрепаратам штаммов рода *Enterococcus* наблюдается фактически во всех обследованных водных объектах с антропогенной нагрузкой, за исключением штаммов, выделенных в р. Вторая Речка, где отмечается повышение уровня устойчивых к рифампицину и стрептомицину. А также наличие 3% штаммов резистентных к ванкомицину.



**Рис. 2.** Устойчивость к антибактериальным химиопрепаратам штаммов рода *Enterococcus* (р. Вторая Речка).

Общность характера формирования устойчивости к аминогликозидам и значительную долю резистентных к стрептомицину штаммов позволяет предположить возможность появления ванкомицин устойчивых штаммов энтерококков в ближайшем будущем, что является чрезвычайно актуальным для санитарно-микробиологической и гигиенической характеристики среды пребывания человека.

#### Литература

1. Veljovic K., Popovic N., Vidojevic A.T., Tolinacki M., Mihajlovic S., Jovcic B., Kojic M., Environmental waters as a source of antibiotic-resistant *Enterococcus* species in Belgrade, Serbia // Environmental Monitoring and Assessment. 2015. Vol. 187, № 9. P. 1-15.
2. McArthur J. V., Tuckfield R. C., Spatial patterns in antibiotic resistance among stream bacteria: effects of industrial pollution / Applied and environmental microbiology. 2000. Vol. 66. P. 3722-3726.

3. *Мартынова А.В.*, Эпидемиологические аспекты заболеваемости внебольничными пневмониями лиц молодого возраста в закрытых коллективах // Тихоокеанский медицинский журнал. 2006. № 3. С. 73-75.

4. *Byarpanahalli M.N., Nevers M.B., Korajkic A., Staley Z.R., Harwood V.J.*, Enterococci in the Environment // Microbiology and Molecular Biology Reviews. 2012. Vol. 76, № 4. P. 685-706.

5. Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам: МУК 4.2.1890-04. Введ. 4.03.2014. М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004.

6. *Murray B.*, The life and times of the *Enterococcus* / Clin. Microbiol. Rev. 1990. Vol. 3, № 1. – P. 46-65.

7. *Pasquaroli S., Cesare A. Di, Vignaroli C., Conti G., Citterio B., Biavasco F.*, Erythromycin- and copper-resistant *Enterococcus hirae* from marine sediment and co-transfer of *erm(B)* and *tcrB* to human *Enterococcus faecalis* // Diagnostic Microbiology and Infectious Disease. 2014. Vol. 80. № 1. P. 26-28.

*Uskova S. S.<sup>1</sup>, Martynova A. V.<sup>1,2</sup>*

## **ANALYSIS OF SENSITIVITY OF ENTEROCOCCI STRAINS TO ANTIBACTERIAL DRUGS**

<sup>1</sup> *Far Eastern Federal University, Russia*

<sup>2</sup> *Pacific State Medical University of the Ministry of Health of Russia*

Recently, enterococci have acquired resistance to almost all classes of antibiotics, while in strains of *Enterococcus faecium* it is more resistant to the action of antibacterial drugs than in strains of *Enterococcus faecalis*. Therefore, the antibiotic resistance of 70 strains of the genus *Enterococcus* to such antibiotics as tetracycline, streptomycin, erythromycin, ampicillin, levofloxacin, rifampicin, gentamicin, vancomycin was studied. It was found that in the bay Golden Horn more than half of the isolated strains were resistant to streptomycin, erythromycin and levofloxacin, and the Second River more than 50% of strains are streptomycin and rifampicin.

*Хаят С.Ш., Курило Л.Ф., Черных В.Б.*  
**ВЛИЯНИЕ ЭНДОКРИННОГО ДИЗРАПТОРА  
БИСФЕНОЛА А НА СПЕРМАТОГЕНЕЗ ЧЕЛОВЕКА**

*Медико-генетический научный центр имени  
академика Н.П. Бочкова, Россия*

Бисфенол А (ВРА) – распространенное в быту химическое соединение, широко используемое в пищевых упаковочных материалах, чековой термобумаге, стоматологических материалах и др. Люди контактируют с ним через кожу, дыхательные пути, пищеварительную систему. Многочисленные российские и зарубежные исследования показали, что, попадая в организм ВРА, нарушает функцию эндокринной системы, и может отрицательно влиять на репродуктивную функцию и фертильность мужчин, приводить к нарушению сперматогенеза, качественных и количественных показатели эякулята, эпигенетическим нарушениям в гаметах и т.д. В данном литературном *обзоре* рассматриваются вопросы влияния *бисфенола А* на сперматогенез человека и животных.

В настоящее время отмечается стремительное распространение антропогенных источников загрязнения окружающей среды, которое неизбежно сопровождается возникновением новых потенциально опасных химических веществ, присутствующих в окружающей среде, их выявление чрезвычайно актуально для обеспечения химической безопасности населения. На сегодняшний день влияние различных дизрапторов на состояние и функцию различных органов и систем человека изучено недостаточно. Бисфенол А (ВРА) относится к наиболее распространенным эндокринным дизрапторам. Это соединение используется уже 50 лет в качестве отвердителя в изготовлении пластмассы, а также продуктов на основе пластмасс. Производство пластика, начатое в середине XX века, стремительно возрастает в последние десятилетия. ВРА (2,2-бис(4-гидроксифенил)пропан, дифенилолпропан технический, диан,ДФП) впервые был получен русским химиком Александром Павловичем Дианиным,

заведующим химическим отделением Императорской медико-хирургической академии в Санкт-Петербурге в 1891 г.

В настоящее время ВРА – одно из наиболее широко производимых химических веществ в мире, которое используется для внутреннего покрытия жестяной упаковки продуктов, в том числе консервных банок, пластмассовых бутылок для воды и напитков, пластиковой посуды, детских игрушек, кухонных и других бытовых принадлежностей, входит в состав медицинских инструментов, стоматологических пломб и герметиков, линз для очков, содержится в термобумаге используемой для печати чековой ленты, а также в писчей бумаге, если она изготовлена путем вторичной переработки. Загрязнение продуктов питания и питьевой воды бисфенолом А происходит за счет миграции ВРА из материалов и упаковки.

Проникновение ВРА в организм человека регистрируется повсеместно, при этом у большинства людей измеримое количество ВРА обнаруживают как в моче, так и в сыворотке крови [1]. ВРА обладает структурным сходством с эстрогенами, поэтому он может связываться с несколькими рецепторами как внутри, так и вне ядра клетки, фактически действуя как эндокринный дизраптор (нарушитель). Термин «эндокринные нарушители» (ЭР) (эндокринные дизрапторы, эндокринные дизрегуляторы, гормоноподобные ксенобиотики), впервые был предложен в 1993 г [2]. ЭР – химические соединения или вещества, в основном антропогенного происхождения, которые способны оказывать негативное влияние на функционирование эндокринной системы, нарушать морфогенез органов и их физиологические функции. Сперматогенез имеет сложную гормональную регуляцию, а, следовательно, мужские половые клетки являются потенциальной мишенью для эндокринных дизрапторов.

Тщательное изучение механизмов воздействия на организм показало, что ЭР могут быть вовлечены в регуляцию эндокринной системы и генез ее нарушение, по крайней

мере, одним из трёх механизмов:

- путем имитации действия эндогенных (естественных) гормонов, таких как эстроген или тестостерон, стимулируя аналогичные реакции в организме;
- путем блокирования рецепторов в клетках-мишенях гормонов, предотвращая воздействие эндогенных гормонов;
- путем воздействия на синтез, транспорт, метаболизм и/или выведение гормонов, приводя к изменению концентрации эндогенных гормонов в организме [3,4]

Обобщение имеющихся данных эпидемиологических и токсикологических исследований, приведённых в обзоре ВОЗ [5] продемонстрировало, что широкое распространение заболеваний и патологических состояний, сопровождающихся нарушением эндокринной системы, связано с воздействием ЭР. Установлено, что с такими нарушениями мужской репродуктивной системы, как крипторхизм, гипоспадия, синдром тестикулярной дисгенезии, рак предстательной железы, рак яичка, гипогонадизм, снижение уровня тестостерона, мужское бесплодие или сниженная фертильность, качественных и количественных показателей эякулята, связано с воздействием некоторых наиболее распространённых ЭР, таких как бисфенол А, диоксины, полихлорированные бифенилы, ДДТ, полибромированные дифениловые эфиры, фталаты, хлорорганические пестициды, свинец, фармакологические эстрогены, кадмий, никотин, парабены [4]

Получены данные, свидетельствующие о том, что воздействие ВРА в перинатальном периоде может негативно влиять на мужскую репродуктивную функцию и действовать как канцероген. ВРА может иметь как краткосрочные, так и долгосрочные эффекты, причем последние могут реализовываться через эпигенетические механизмы, такие как метилирование ДНК. [1]

Многочисленные исследования по воздействию ВРА подтвердили, что это химическое вещество даже в дозах ниже тех, что считаются безопасными, способно нарушать

репродуктивную функции и вызывать изменение поведения у грызунов [6]. Показано, что воздействие на взрослых самцов крыс доз ВРА из окружающей среды может снизить активность сперматогенеза и количество сперматозоидов [7,8]. Исследование *in vivo* на взрослых крысах показало, что низкая доза (2 мкг/кг массы тела) ВРА после перорального введения приводит к снижению биосинтеза и секреции тестостерона. Впоследствии снижение уровня тестостерона вызывало нарушение сперматогенеза, вызывая блок мейоза и снижение концентрации сперматозоидов [9].

В другом исследовании *in vivo*, выполненном на крысах, оценено потенциальное влияние на сперматогенез ВРА в различных дозах (1, 5, 10 и 100 мг/кг массы тела). После 6 недель воздействия ВРА у крыс наблюдали повреждение сперматогенного эпителия яичек, которое включало нарушение межклеточных соединений, отторжение и гибель незрелых мужских половых клеток. [10].

В исследовании Furuya et al. [11] показана задержка развития тестикулярной ткани у самцов цыплят, которые получали в течение до 23 недель пероральным введением ВРА в дозах ниже 2 мг/кг массы тела. У цыплят, получавших ВРА, наблюдалось снижение объема семенников, а в извитых семенных канальцах – нарушенный сперматогенез.

Антисперматогенная активность ВРА, показанная на лабораторных животных, была подтверждена несколькими эпидемиологическими исследованиями, проведенными у мужчин, подвергшихся воздействию ВРА. Эпидемиологические данные у людей показывают, что уровни ВРА в моче тесно связаны со снижением концентрации сперматозоидов, что указывает на существенную связь между воздействием ВРА и созреванием сперматозоидов.

В группе мужчин с заметным уровнем ВРА в моче более чем в три раза выше вероятность снижения концентрации сперматозоидов и более низкой их жизнеспособности, однако не обнаружено корреляции между уровнями ВРА

в моче и объемом эякулята или долей сперматозоидов атипичной морфологией. [12].

Wang и др. [13] сообщили о связи между более высокими концентрациями ВРА в моче и повышенной концентрацией свободного трийодтиронина в сыворотке крови и пониженной концентрации тиреотропного гормона, которые также влияют на сперматогенез.

Прямое токсическое воздействие ВРА на сперматозоиды *in vitro* недостаточно изучено. В образцах эякулята, инкубированного с 1 мкМ ВРА, не отмечено преждевременной акросомной реакции в сперматозоидах. По данным исследования фрагментации ДНК методами TUNEL и COMET не отмечено нарушения целостности ДНК сперматозоидов при воздействии ВРА *in vitro* [14].

Подвижность является одним из наиболее важных сперматологических параметров, оцениваемых при начальном исследовании фактора мужской фертильности, а также является основным фактором, определяющим возможность сперматозоидов оплодотворять яйцеклетку [15]. Подвижность сперматозоидов тесно связана с активностью их митохондрий [16]. Возможно, ВРА действуя через сигнальный путь эндогенного эстрогена и, подобно 17 $\beta$ -эстрадиолу, модулирует подвижность сперматозоидов. Это может быть связано с его влиянием на митохондриальный потенциал сперматозоидов и, таким образом, на продукцию в митохондриях АТФ. [17]. Кроме того, есть доказательства того, что в клетках тестикулярной ткани уровень митохондриальных ферментов, таких как сукцинатдегидрогеназа, малатдегидрогеназа, изо-цитратдегидрогеназа, моноаминоксидаза и НАД-дегидрогеназа, снижается после воздействия ВРА [18]. Эти факты свидетельствуют о том, что выраженное воздействие ВРА на половую систему мужчин *in vivo* обусловлено различными механизмами, изменениями функции гипоталамо-гипофизарно-гонадной оси и активности половых и тиреоидных гормонов [19].



Экспериментальная часть работы С.В.Черинца и соавторов выполнена на белых половозрелых крысах-самцах линии *Wistar*. В эксперименте установлено, что ВРА вызывает нарушение тестикулярной ткани (уменьшение размеров яичек, диаметра извитых семенных канальцев, толщины сперматогенного эпителия, ухудшение параметров спермы, уменьшение количества и размеров клеток Лейдига) в тестикулах половозрелых самцов крыс. Показано также, что ВРА имеет склонность накапливаться в тканях тестикул. Так, у испытуемых животных концентрация бисфенола А в среднем в 28 раз превышала таковую по сравнению с интактными. [20] Авторы исследовали 53 образца семенной жидкости у мужчин с нормо- и патозооспермией. В 100 и 84,9% образцов эякулята обнаружены бисфенол А и триклозан со средней концентрацией 0,15 (0,06–0,31) нг/мл. Наличие ВРА характеризовалось ухудшением всех основных сперматологических показателей как у мужчин, так и у лабораторных животных [20].

Таким образом, большое количество исследований показало, что ВРА отрицательно влияет на репродуктивную функцию мужчин, снижая активность сперматогенеза, качественные и количественные показатели эякулята, а также вызывает эпигенетические нарушения и др.

#### *Литература:*

1. *Mileva G, Baker S.L., Konkle A.T., Bielajew C.* Bisphenol-A: epigenetic reprogramming and effects on reproduction and behavior. //Int J Environ Res Public Health. 2014. Jul 22. V.11. No7. P.7537-61.

2. *Colborn T., von Saal F.S., Soto A.M.* Development effects of endocrine-disrupting chemicals in wildlife and humans. //Environ. Health Perspect. 1993. V.101. No5. P.378–384.

3. *Vlachogianni T., van Vliet L.* Endocrine – Disrupting Chemicals. A Lurking Threat. Athens: МIО-ECSDE. 2013.

4. *Синицына О.О., Рахманин Ю.А., Жолдакова З.И., Аксенова М.Г., Кириллов А.В., и др.* Эпидемиологические, токсикологические и молекулярно-генетические аспекты

разрушителей эндокринной системы в проблеме химической безопасности. //Гигиена и санитария. 2018. Т.97 №3. С.197-203.

5. *Bergman A., Heindel J.J., Jobling S., Kidd K.A., Zoeller R.T., eds., WHO (World Health Organization)/UNEP (United Nations Environment Programme). The State of the Science of Endocrine Disrupting Chemicals. Geneva: UNEP/WHO. 2012.*

6. *Rubin B.S., Murray M.K., Damassa D.A., King J.C., Soto A.M. Perinatal exposure to low doses of bisphenol A affects body weight, patterns of estrous cyclicity, and plasma LH levels. //Environmental Health Perspectives. 2001. V.109. P.675-680.*

7. *Chitra K.C., Latchoumycandane C., Mathur P.P. Induction of oxidative stress by bisphenol A in the epididymal sperm of rats. //Toxicology. 2003. V.185. P.119-127.*

8. *Sakaue M., Ohsako S., Ishimura R., Kurosawa S., Kurohmaru M., Hayashi Y., et al. Bisphenol-A affects spermatogenesis in the adult rat even at low dose. // Journal of Occupational Health. 2001. V.43. P.185-190.*

9. *Jin P., Wang X., Chang F., Bai Y., Li Y., Zhou R., Chen L. Low dose bisphenol A impairs spermatogenesis by suppressing reproductive hormone production and promoting germ cell apoptosis in adult rats. Journal of Biomedical Research. 2013. V.27. P.135-144.*

10. *Gurmeet K.S.S., Rosnah I., Normadiyah M.K., Das S., Mustafa A.M. Detrimental effects of BPA on development and functions of the male reproductive system in experimental rats. // Experimental and Clinical Sciences Journal 2014. V.13. P.151-160.*

11. *Furuya M., Adachi K., Kuwahara S., Ogawa K., Tsukamoto Y. Inhibition of male chick phenotypes and spermatogenesis by bisphenol-A. // Life Sciences. 2006. V.78. P.1767-1776. \*

12. *Li D., Zhou Z., Miao M., He Y., Wang J., Ferber J., et al. Urine bisphenol-A (BPA) level in relation to semen quality. // Fertility and Sterility. 2011. V.95. P.625-630.*

13. *Wang T., Lu J., Xu M., Xu Y., Li M., Liu Y., et al. Urinary bisphenol A concentration and thyroid function in Chinese adults. //Epidemiology. 2013. V.24. P.295-302.*

14. *Bennetts L.E., De Iuliis G.N., Nixon B., Kime M., Zelski K., McVicar C.M., et al. Impact of estrogenic compounds on DNA integrity in human spermatozoa: Evidence for cross-linking and redox cycling activities. Mutation Research //Fundamental and Molecular*

Mechanisms of Mutagenesis. 2008. V.641. P.1-11.

15. *Akingbemi B.T., Sottas C.H.M., Koulova A.I., Klinefelter G.R., Hardy M.P.* Inhibition of testicular steroidogenesis by the xenoestrogen bisphenol A is associated with reduced pituitary luteinizing hormone secretion and decreased steroidogenic enzyme gene expression in rat Leydig cells. // *Endocrinology*. 2004. V.145. P.592-603.

16. *Martinez C., Mar C., Azcarate M., Pascual P., Aritzeta J.M., Lopez-Urrutia A.* Sperm motility index: A quick screening parameter from sperm quality analyser-IIB to rule out oligo- and asthenozoospermia in male fertility study. // *Human Reproduction*. 2000. V.15. P.1727-1733.

17. *Jansen R.P.S., Burton G.J.* Mitochondrial dysfunction in reproduction. // *Mitochondrion*. 2004. No4. P.577–600.

18. *Kotwicka M., Skibinska I., Jendraszak M., Jedrzejczak P.* 17 $\beta$ -estradiol modifies human spermatozoa mitochondrial function in vitro. // *Reproductive Biology and Endocrinology*. 2016. V.14. P.50.

19. *Anjum S., Rahman A., Kaur M., Ahmad F., Rashid H., Ansari R.A., Raisuddin S.* Melatonin Ameliorates BPA-induced biochemical toxicity in testicular mitochondria of mouse. // *Food and Chemical Toxicology*. 2011. V.49. P.2849-2854.

20. *Чигринцев С.В., Брюхин Г.В.* Влияние эндокринных дизрапторов бисфенола А и триклозана на качество спермы у мужчин и экспериментальных животных. // *Казанский мед. ж.* 2019. Т.100 №4. С.629-635.

***Khayat S.Sh., Kurilo L.F., Chernykh V.B.***

## **EFFECT OF THE ENDOCRINE DISRUPTOR BISPHENOL A ON HUMAN SPERMATOGENESIS**

*N.P. Bochkov Medical and Genetic Research Center, Russia*

Bisphenol A (BPA) is an endocrine disrupting environmental chemical compound used in a wide variety of products, especially food packaging materials, receipt paper, dental materials and other, people contact it through the skin, respiratory tract, digestive system. A large number of Russ studies have shown that *BPA* exposure negatively contribute to male reproductive system and fertility, including semen quality, spermatogenesis, sperm epigenetic factors, etc. This review focuses on the impacts of BPA exposure on spermatogenesis.

*Alexeyev Daniil M., Kulieva G.A.*  
**ASSESSMENT OF INDIVIDUAL RADIATION DOSES  
OF PERSONNEL**

*Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia*  
[1032182698@pfur.ru](mailto:1032182698@pfur.ru)

Conducting regular individual dosimetric monitoring of personnel is mandatory in accordance with Federal Law No. 3 "On Radiation Safety of the Population" and OSPORB-99/2010. The article presents the results of individual dosimetric control of the personnel of group B of one of the radiation-hazardous facilities located on the territory of Moscow. For the purposes of confidentiality of information, the name of the object, the full name of the employees are not specified in the article.

Ensuring radiation safety at radiation-hazardous facilities is a priority task not only for operating organizations, but also for the state.

In accordance with Federal Law No. 3-FZ "On Radiation Safety of the Population" and OSPORB-99/2010, when dealing with sources of ionizing radiation, organizations are required to carry out systematic industrial control over the radiation situation in the workplace, in premises, on the territories of organizations, in sanitary protection zones and in surveillance zones, as well as to monitor and accounting for individual radiation doses of employees. The results of radiation monitoring are used to assess the radiation situation, establish control levels, develop measures to reduce radiation doses and evaluate their effectiveness.

In accordance with clause 3.13.2 of OSPORB-99/2010, individual dosimetric monitoring (IDM) is carried out to determine the annual radiation dose of personnel and is mandatory for Group A personnel – persons working with man-made radiation sources.

The IDM of irradiation of Group A personnel, depending on the nature of the work carried out, includes:

- IDM of external irradiation with the use of individual dosimeters, which consists in determining the individual equivalent of the vine irradiation of workers <...> for a certain period.
- control of the individual dose of internal radiation of an employee using a human radiation spectrometer or biophysical methods of monitoring biosubstrates to determine the individual intake of radionuclides into the body of each employee, while determining the individual dose of internal radiation is carried out by special methods based on data on the individual content of radionuclides in the body of each employee.

The dose of occupational exposure of the personnel of group B – workers working at a radiation-hazardous facility or on the territory of its sanitary protection zone and located in the sphere of exposure to man-made sources is determined by conducting dosimetric monitoring of workplaces, i.e. by measuring the dose rate of external radiation or the density of the ionizing particle flux, levels of contamination of the surfaces of the working area, volumetric the activity of radioactive aerosols, gases and vapors in the air of the working area, as well as the time spent by the employee in these conditions. However, in some organizations, it is allowed to assign Group B employees to individual dosimetric control.

The scope and nature of dosimetric control is established in coordination with the territorial executive authorities authorized to carry out federal state sanitary and epidemiological supervision, depending on the radiation situation and the nature of the work performed by the personnel.

The individual annual effective radiation dose of an employee received during the control period is equal to the sum of the individual effective dose of external radiation received during the control period and the expected individual effective dose of internal radiation due to the ingestion of radionuclides during the same period in accordance with the formula (1):

$$E = E_{external} + E_{internal} \quad (1)$$

The individual dose of occupational radiation is determined in accordance with section 6.3 of the guidelines of MI 2.6.5.028-2016. The value of the effective dose of external radiation is taken as:

$$E_{external} = F \times H_p(10) \quad (2)$$

where  $F$  is the coefficient of transition from operating rooms to normalized values when controlling individual effective doses of external radiation. With uniform irradiation of a person with any type of ionizing radiation, this coefficient is assumed to be equal to 1;  $H_p(10)$  is the individual equivalent of the dose.

The calculated individual annual effective radiation dose of an employee is compared with the control level – the value of the controlled dose value <...>, set for operational radiation monitoring to consolidate the achieved level of radiation safety <...> [Kasyanenko A. A., Kulieva G. A.].

This article presents the results of individual dosimetric control of the personnel of group B of one of the radiation-hazardous facilities located on the territory of the city of Moscow. Employees assigned to the personnel of Group B control the implementation of fire-fighting measures. The control of individual radiation doses was carried out in accordance with the program of industrial radiation control developed at the radiation-hazardous facility.

Each employee is provided with one DVG-01 fluorescent dosimeter to monitor individual dose equivalents of  $H_p(10)$  photon radiation. The control period is a calendar year (2021). Reading of information from dosimeters is carried out twice a year (once every six months) using the automated system AKIDK-301.

The results of measurements of the individual equivalent of the photon irradiation dose for the two half-years of 2021 are presented in Tables 1, 2:

**Table 1.** Results of the data of the protocol on the personnel IDM for the first half of 2021.

<b>№</b>	<b>Full name</b>	<b>Number of the dosimeter</b>	<b>Individual equivalent dose of Hp (10) photon radiation, mSv</b>	<b>Dose for the current year, mSv</b>
1	Staff member 1	1402	0,20	0,20
2	Staff member 2	1714	0,19	0,19
3	Staff member 3	1975	0,18	0,18
4	Staff member 4	1559	0,27	0,27
5	Staff member 5	1632	0,28	0,28
6	Staff member 6	1028	0,23	0,23
7	Staff member 7	1508	0,17	0,17
8	Staff member 8	1056	0,27	0,27
9	Staff member 9	1494	0,31	0,31
10	Staff member 10	1205	0,23	0,23
11	Staff member 11	1282	0,10	0,10
12	Staff member 12	1691	0,17	0,17
13	Staff member 13	1543	0,29	0,29
14	Staff member 14	1092	0,16	0,16
15	Staff member 15	1886	0,27	0,27
16	Staff member 16	1084	0,19	0,19
17	Staff member 17	1132	0,31	0,31

Extended uncertainty (at P=0.95): Individual equivalent dose of photon radiation Hp(10) – no more than 27%

**Table 2.** Results of the data of the protocol on the personnel IDM for the second half of 2021.

<b>№</b>	<b>Full name</b>	<b>Number of the dosimeter</b>	<b>Individual equivalent dose of Hp (10) photon radiation, mSv</b>	<b>Dose for the current year, mSv</b>
1	Staff member 1	1182	0,28	0,48
2	Staff member 2	1299	0,58	0,77
3	Staff member 3	1898	0,57	0,75

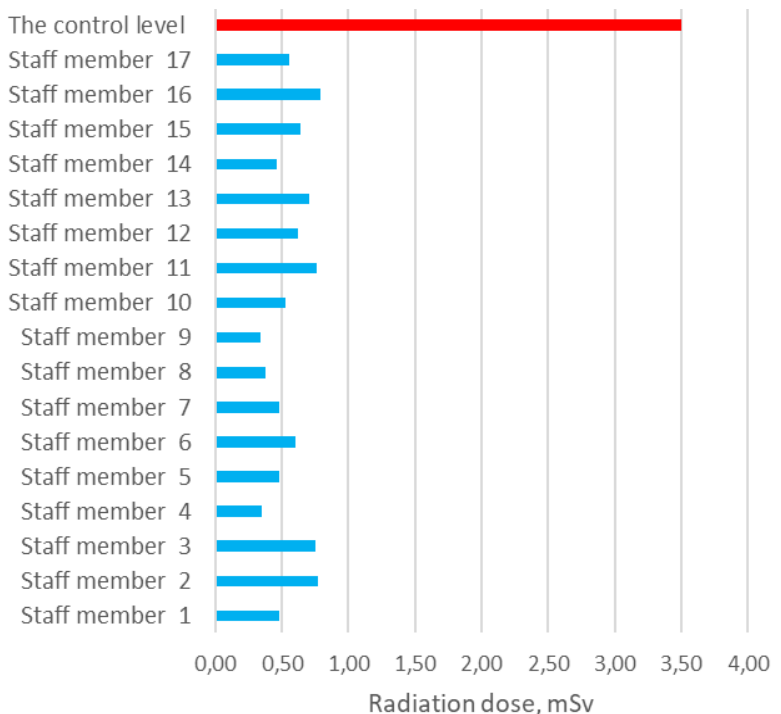
<b>№</b>	<b>Full name</b>	<b>Number of the dosimeter</b>	<b>Individual equivalent dose of Hp (10) photon radiation, mSv</b>	<b>Dose for the current year, mSv</b>
4	Staff member 4	1360	0,12	0,39
5	Staff member 5	1470	0,20	0,48
6	Staff member 6	1848	0,37	0,6
7	Staff member 7	1293	0,31	0,48
8	Staff member 8	1037	0,11	0,38
9	Staff member 9	1541	0,17	0,48
10	Staff member 10	1949	0,30	0,53
11	Staff member 11	1404	0,66	0,76
12	Staff member 12	1637	0,45	0,62
13	Staff member 13	1740	0,42	0,71
14	Staff member 14	1246	0,30	0,46
15	Staff member 15	1109	0,37	0,64
16	Staff member 16	1282	0,60	0,79
17	Staff member 17	1526	0,25	0,56

Extended uncertainty (at  $P=0.95$ ): Individual equivalent dose of photon radiation  $H_p(10)$  – no more than 27%

The measured operating value (the individual equivalent of the photon irradiation dose) is reduced to the normalized value – the individual effective dose of external irradiation according to the formula (2). On the studied radiation-hazardous object, the individual equivalent of the photon irradiation dose is numerically equal to the individual effective dose of external irradiation.

The annual individual effective radiation dose of employees is calculated according to the formula (1). At the studied radiation-hazardous facility, the internal radiation dose of the Staff member of the fire service is not considered. Thus, the calculated annual individual effective radiation dose of fire service workers is numerically equal to the external radiation dose (Fig. 1):





**Fig. 1.** Annual effective radiation dose of Group B personnel

The control level for Group B personnel at the radiation-hazardous facility under study is 3.5 mSv per year.

Based on the results of the individual dosimetric control, it can be concluded that the annual effective dose for the year does not exceed the established control level and averages 20% of its value and 14% of the main dose limit set for Group B personnel in accordance with NRB-99/2009.

#### *References*

1. *Tairbekov M. G., Petrov V. M.* Medico-biological effects of ionizing radiation. Moscow: MEPhI. 2005.
2. SanPiN 2.6.1.2523-09 - Radiation safety standards. (NRB-99/2009): Sanitary rules and regulations. - M. Rospotrebnadzor, 2009.
3. SP-2.6.1.2612-10 - Basic Sanitary Rules for Radiation Safety (OSPORB-99/2010): Sanitary Rules and Regulations (ed. Changes N 1,

approved. By the Resolution of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation dated 16.09.2013 N 43). - M. Rospotrebnadzor, 2010.

4. Automated complex of individual dosimetric control AKIDK-301. The amplitude. Radiation safety technologies [Electronic resource]. Access mode: <https://amplituda.ru/catalog/radiatsionnyy-kontrol/oborudovanie-radiatsionnogo-kontrolya-2/individualnye-dozimetricheskiye-kontrolya-akidk-301/> (accessed 10.01.2022).

5. Methodical instructions "Determination of individual effective and equivalent doses and organization of control of occupational exposure in the conditions of planned exposure. General requirements". MU 2.6.5.028–2016.

6. *Kasyanenko A. A., Kulieva G. A.* Radioecological examination and radiation measurements. Part II. Sampling and preparation of samples, radiation measurements. - M.: VASH FORMAT Publishing House, 2018. - 220 p.

*Алексеев Даниил, Кулиева Г.А.*

## **ОЦЕНКА ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ДОЗ ОБЛУЧЕНИЯ ПЕРСОНАЛА**

*Российский университет дружбы народов, Москва, Россия*  
[1032182698@pfur.ru](mailto:1032182698@pfur.ru)

Проведение регулярного индивидуального дозиметрического контроля персонала является обязательным в соответствии с Федеральным законом № 3 "О радиационной безопасности населения" и ОСПОРБ-99/2010. В статье представлены результаты индивидуального дозиметрического контроля персонала группы Б одного из радиационно-опасных объектов, расположенных на территории Москвы. В целях конфиденциальности информации название объекта, ФИО сотрудников в статье не указаны.

*Alexeyev Dmitry M., Kulieva G. A.*  
**MONITORING OF THE RADIATION SITUATION  
IN THE MS OF A RADIATION-HAZARDOUS OBJECT.**  
*Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia*  
[1032182694@pfur.ru](mailto:1032182694@pfur.ru)

Industrial radiation control at radiation-hazardous facilities allows ensuring radiation safety of the environment. In accordance with Federal Law No. 3 "On Radiation Safety of the Population", a radiation-hazardous facility conducts regular monitoring of the radiation situation at facilities directly working with ionizing radiation sources. The results for the article were obtained during production practice within the framework of regular radiation monitoring of the metrological service (MS) of a radiation-hazardous facility.

In accordance with Article 11 No. 3-FZ "On Radiation Safety of the Population", organizations operating using ionizing radiation sources must carry out production control over radiation safety [1]. The procedure for conducting production control is determined for each organization, considering the specifics and conditions of the work performed by it.

According to the methodological guidelines of OSPORB-99/2010 [2], radiation monitoring of premises is a mandatory program for ensuring radiation safety, which is carried out in the premises of a radiation facility, on the territory of its industrial site and sanitary protection zone. To optimize radiation monitoring and operational management of the source of personnel exposure, the administration of the organization establishes control levels (CL) used to not exceed the main dose limits, systematic reduction of radiation exposure of personnel and the public, prevention of radioactive pollution of the environment.

According to the methodological guidelines, a specific volume of controlled parameters and measures is provided for an object of each category working with AI, the main measured values are, the power of the ambient (directional) dose equivalent, the

density of the flow of ionizing particles, etc.

To control MS, employees of the Department for Environmental and Radiation Safety have developed a program of industrial radiation control during the operation of ionizing radiation sources in MS. The program establishes a list of measures to ensure radiation control, which includes monitoring the radiation situation in the premises of permanent and temporary stay of personnel. In addition, this program has control levels (CL) for monitoring the radiation situation:

- the dose equivalent rate (DER) of gamma radiation (GR) is not more than 0.8 mSv / h in the territory adjacent to the MS,
- the dose equivalent rate (DER) of gamma radiation is not more than 1 mSv / h in the premises of permanent residence of MS personnel,
- the dose equivalent rate (DER) of gamma radiation is not more than 5 mSv / h in the premises of temporary stay of MS personnel.

According to the program of industrial radiation monitoring during the operation of ionizing radiation sources in the room, radiation monitoring is carried out by a dosimetrist of the UERB once a quarter (1 every 3 months). Monitoring of the radiation situation includes, monitoring of the DER of gamma and neutron radiation at the workplaces of personnel in the premises of permanent and temporary residence and during work on the movement of sources.

The measurement results are recorded in a log and are made out in the form of cartograms of radiation fields. The data of measurements of radiation parameters at control points located in the premises of the MS are entered into the journal of monitoring the radiation situation once every 3 months.

The measurement of the presence of radiation from closed radionuclide sources (CRS) is carried out in accordance with the methodology for measuring the presence of ionizing radiation from closed radionuclide sources in the MS of a Radiation-

hazardous object. According to this method:

In MS, dosimeters-a radiometer of the DKS-96 type No. D919 are used to check the presence of ionizing radiation from accounting units.

Dosimeter-radiometer DKS-96 is widely used, it is characterized by a high degree of reliability and a large selection of detection units that allow you to perform almost all tasks of dosimetry. It is a device consisting of a measuring console and one of the detection units

DKS-96, depending on the connected detection unit, is designed for measurements:

- the dose equivalent rate of  $10^*(H)$  continuous and pulsed X-ray and gamma radiation; from  $0.1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$  to  $10.0 \text{ Sv} \cdot \text{h}^{-1}$
- the dose equivalent rate of  $10^*(H)$  neutron radiation, etc. [4].

Measurements of the radiation situation on the territory of the MS were carried out on July 27, 2021, in accordance with the program of the RK MS and the methodology for measuring the MS vision. The radiation situation is monitored according to two parameters:

- the dose equivalent rate (DER) of gamma radiation in the workplace,
- the dose equivalent rate (DER) of neutron radiation in the workplace.

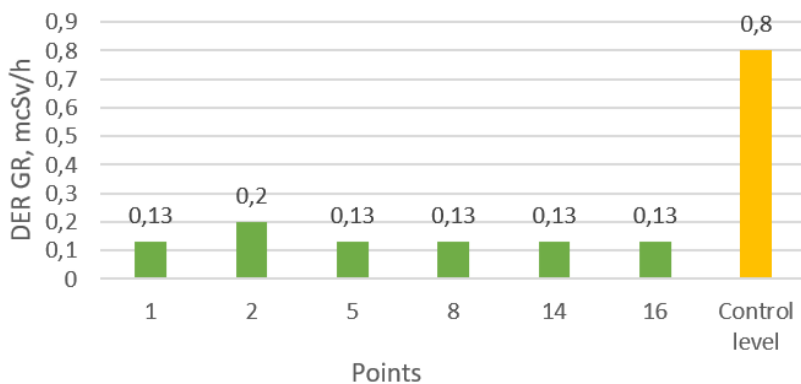
Measurements (DER) of gamma radiation in the operating mode were carried out at 20 control points using the dosimeter of the DKS-96 radiometer with the BDMG-96 detection unit.

Measurement (DER) of neutron radiation in the operating mode was carried out at 9 control points using the dosimeter of the DKS-96 radiometer with the BDMN-96 detection unit.

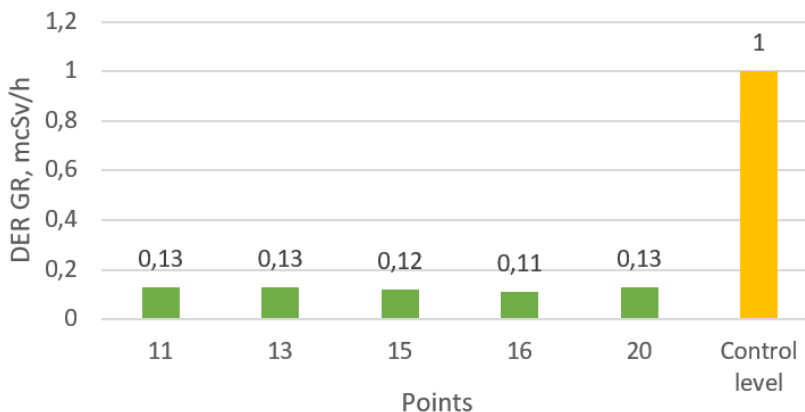
The full name of the persons who carried out the measurements has been replaced with the designation "employee, to preserve data confidentiality. Data on the measurement of neutron radiation MED are not presented in the work.

**Table 1.** Protocol for monitoring the radiation situation in the premises of MS

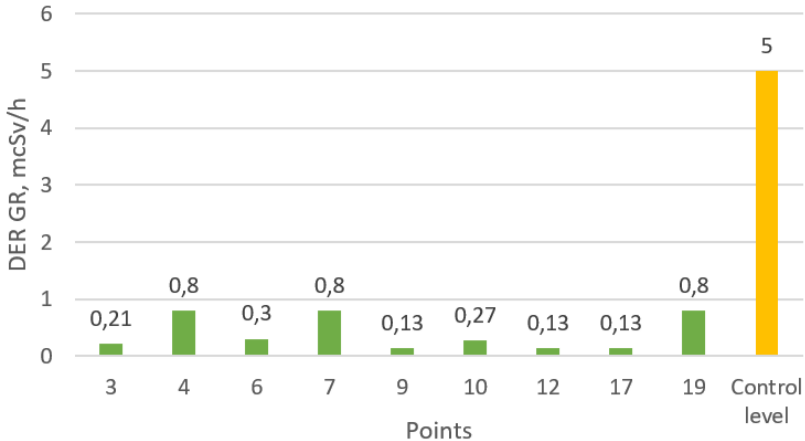
Date	27.07.2021
Measuring tool	DKS-96
Face wire. measurements	Staff
Territory	
Point	DER GI, mSv/h
1	0,13
2	0,2
5	0,13
8	0,13
14	0,13
16	0,13
Control level	0,8
Permanent residence premises	
Point	DER GI, mSv/h
11	0,13
13	0,13
15	0,12
16	0,11
20	0,13
Control level	1
Temporary residence premises	
Point	DER GI, mSv/h
3	0,21
4	0,8
6	0,3
7	0,8
9	0,13
10	0,27
12	0,13
17	0,13
19	0,8
Control level	5



**Fig. 1.** Comparison of the obtained values of the MED of gamma radiation with CL in the territory of MS



**Fig. 2.** Comparison of the obtained DER values with CL in the premises of permanent residence of MS personnel



**Figure 3.** Comparison of the obtained values of DER with CL in the premises of temporary stay of MS personnel

In accordance with the fact that the measurements were carried out under the conditions stated in the device passport, the standard measurement uncertainty was calculated - a confidence interval of 0.95.

According to the results of the production control of the radiation situation in the premises of the MTS Radiation-hazardous facility, the following conclusion can be drawn:

The dose equivalent rate of gamma radiation in the premises of permanent and temporary stay of personnel and on the territory of the MC does not exceed the control levels, is 20% of the CL for the territory, 13% of the CL for permanent residence and 8% of the CL for permanent residence premises.

### *References*

1. Federal Law No. 3-FZ of 09.01.1996 (as amended on 11.06.2021) "On radiation safety of the population"
2. SP-2.6.1.2612-10 - Basic Sanitary Rules for Radiation Safety (OSPORB-99/2010): Sanitary Rules and Regulations (ed. Changes N 1, approved. By the Resolution of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation dated 16.09.2013 N 43).
3. M. Rospotrebnadzor, 2010. Methodical instructions



"Determination of individual effective and equivalent doses and organization of control of occupational exposure in the conditions of planned exposure. General requirements". MU 2.6.5.028–2016.

4. Dosimeters-radiometers. DKS-96 Operating Manual. Scientific and production enterprise "DOSE". 55 s

5. SanPiN 2.6.1.2523-09 - Radiation safety standards. (NRB-99/2009): Sanitary rules and regulations. - M. Rosпотrebnadzor, 2009.

6. *Kasyanenko A. A., Kulieva G. A.* Radioecological examination and radiation measurements. Part II. Sampling and preparation of samples, radiation measurements. M.: VASH FORMAT Publishing House, 2018.

*Алексеев Дмитрий А., Кулиева Г.А.*

## **МОНИТОРИНГ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ В МЧС РАДИАЦИОННО-ОПАСНОГО ОБЪЕКТА.**

*Российский университет дружбы народов, Москва, Россия*

Производственный радиационный контроль на радиационно-опасных объектах позволяет обеспечить радиационную безопасность окружающей среды. В соответствии с Федеральным законом № 3 "О радиационной безопасности населения" на радиационно-опасном объекте проводится регулярный контроль радиационной обстановки на объектах, непосредственно работающих с источниками ионизирующего излучения. Результаты для статьи были получены в ходе производственной практики в рамках регулярного радиационного контроля метрологической службы (МС) радиационно-опасного объекта.

# **ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ВОСПИТАНИЕ И ОБРАЗОВАНИЕ И ГОСУДАРСТВЕННАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА**

*Litvinovich A.D., Sharipova E.I., Konovalova E.E.*

## **ENVIRONMENTAL PERSONHOOD AND PROSPECTS FOR ITS IMPLEMENTATION IN RUSSIA**

*Peoples Friendship University of Russia (RUDN University), Russia  
konovalova-ee@rudn.ru*

The problem of nature conservation in the modern world is one of the most significant, and each country is looking for its own way to solve it. Along with the traditional ways (environmental laws, greenhouse gas controls, green taxes) there are less orthodox ones. This article is a review of world experience and an analysis of Russian trends in this area.

Earth is not real estate or property. People can own buildings and other benefits of civilization, but the land on which we live and the nature that surrounds us does not belong to anyone.

From the very beginning of the industrial revolution, humanity has viewed nature as a kind of cornucopia which resources such as fish, energy, minerals, wood can be endlessly extracted. In recent decades, in addition to consumerism, the issue of waste storage has become acute: nature turns into a lifeline here, too. Often people do not even think about what damage they cause to the environment and humanity by such an attitude to the Earth.

To date, the problems of humanity are aggravated by an increase in the negative impact on the environment. But there is a way to help nature. This is something that can bring, if not salvation, then a solution. The idea is taken from the practice of indigenous peoples: “You are a child, and the land on which you live is your mother and your parent, no one owns their mother” [1].

This article analyzes the problem of legislative regulation

of the rights of nature and assesses the degree of its implementation in the Russian Federation. Undoubtedly, this topic is very relevant today. Humanity is part of nature, and nature should have the same rights as humans. It has its own right to be protected.

There are several examples when the rights of nature have been recognized at the legislative level. An innovative view of environmental legal relations was shown in Ecuador, a country known throughout the world for its untouched ecosystems. In Ecuador and most of South America, the idea of Mother Earth, otherwise known as Pachamama, has taken deep root. According to the mythology of the inhabitants of the Andes, Pachamama is the ancestor of mankind. For people with a worldview like that, there is no difference between human and non-human nature.

In 2008, Ecuador adopted a new constitution and became the first country in the world to codify the Rights of Nature. The constitution recognizes the ecosystem's rights to life and prosperity, allowing people to take legal action on behalf of the environment [2].

In 2017, four rivers received the status of a legal entity: Wanganui river in New Zealand, the Ganges and Yamuna rivers in India and the Rio Atrato river in Colombia. Giving legal rights to natural objects means that from a legal point of view nature should no longer be considered simply as a collection of natural resources to be exploited, but should be seen also as a living being that can be legally represented [3].

The most interesting and illustrative scenario of granting rights to nature could be observed on April 7, 2017 in Uttarakhand state, India. Just weeks after a High Court in the Indian state of Uttarakhand granted legal personhood to the Ganges and Yamuna rivers, the same court recently extended that same standing to the Gangotri and Yamunotri glaciers that feed them [4]. The High Court ruled that the two public officials in charge of cleaning and renewing the rivers, as well as the Advocate General of Uttarakhand, should act as “custodians” of the sacred rivers and

act on behalf of humanity in the protection, conservation and protection of these rivers and their tributaries. “The past generations have handed over the ‘Mother Earth’ to us in its pristine glory and we are morally bound to hand over the same Mother Earth to the next generation,” two justices wrote, according to India’s Hindustan Times. The High Court ruled that the rights of these legal entities should be similar to those of individuals and that harm or damage caused to these legal entities should be considered as harm or damage caused to people [5].

The apogee of this innovative legal technique can be seen in the laws passed in Bolivia in 2010 and 2012. The laws are collectively called “On the Rights of Mother Earth”. In them, Mother Earth is declared a “collective subject of public interest”, is endowed with rights and contains a list of these rights. It is about the right to life, to biodiversity, to water, to clean air, to balance and to restoration. In this regard, the vesting of the rights of the subject of environmental legal relations can be considered truly revolutionary, which leads to a completely new understanding of the rights and obligations of citizens and the state. Protection of the rights of nature on its behalf can be demanded from the state and its officials by any persons, collectives, national and ethnic communities [6]. It is this approach to the new environmental challenges of the global world that can be effective and prevent not only the ever-increasing damage caused to nature by human economic activity, but also preserve Nature as an independent whole for future generations.

Is such a concept of nature and environment conservation feasible in the Russian Federation? The Constitution of the Russian Federation reflects the main provisions of the state's environmental strategy and the main directions for strengthening the environmental law and order.

In our opinion, the experience of environmental regulation in the countries of South America should be used. We would like to propose amendments to the laws of the Russian Federation, in

which nature will be assigned the role of an independent subject, and not an object of environmental legal relations. This approach will help preserve nature as an independent whole for future generations. Recognition of the rights of nature can become the basis for laws that will be adopted to protect nature in the future.

The following rights can be recognized for nature: the right to exist; the right to freedom from human control and management; the right to compensation for damage; the right to be protected by law; the right to be protected from radical human interference [7].

The recognition of the rights of nature is a very long and difficult process. However, its recognition will make it possible to apply the legal practice of filing lawsuits on behalf of nature through authorized persons for causing damage to it. Also, the recognition of the rights of nature will help increase the effectiveness of environmental education and upbringing.

To implement the rights of nature in practice, one must do the following: develop the concept of “rights of nature”; introduce the concept of “rights of nature” into environmental legislation; promote the idea of rights of nature among young people, schoolchildren, students; expand cooperation with countries that have experience in the field of adoption of laws guaranteeing the rights of nature.

The adoption of new laws, the revision and refinement of existing ones, will help build a model for regulating the relationship of mankind with the environment in order to preserve it.

### *References*

1. *Levkov A.V.* Pachamama: Svyataya Mat'-Zemlya [Pachamama: Holy Mother Earth]. Available at: <http://www.aymara.su/artical/78.html> (accessed: 03/28/2022)
2. Constitución de la República del Ecuador. Quito: Ediciones Legales, 2008.
3. Erin O'Donnell. New legal rights for rivers. Available at: <http://globalwaterforum.org/2017/11/26/new-legal-rights-for-rivers/> (accessed: 03/28/2022)

4. Uttaranchal High Court. Lalit Miglani vs State Of Uttarakhand And Others on 2 December, 2016. Available at: <https://indiankanoon.org/doc/189912804/> (accessed: 03/28/2022)

5. *David Iaconangelo*. A high court in India took drastic measures to protect 2 vanishing glaciers. Available at: <https://www.businessinsider.com/rights-of-nature-movement-india-glacier-2017-4> (accessed: 03/28/2022)

6. Ley de Derechos de la Madre Tierra, Ley N° 71 del 21 de diciembre del 2010. Available at: <https://www.bivica.org/file/view/id/2370> (accessed: 03/28/2022)

7. Prava Prirody [Rights of Nature]. Available at: <https://nkama-park.ru/publ/17-1-0-49> (accessed: 03/28/2022)

*Литвинович А.Д., Шарипова Е.И., Коновалова Е.Е.*

## **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПЕРСОНАЛИЗАЦИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ РЕАЛИЗАЦИИ В РОССИИ**

*Российский университет дружбы народов (РУДН), Россия*

Проблема охраны природы в современном мире является одной из самых значимых, и каждая страна ищет свои пути ее решения.

Наряду с традиционными путями (экологическое законодательство, контроль парниковых газов, "зеленые" налоги) существуют и менее ортодоксальные, как персонализация природы и признание ее прав. Данная статья представляет собой обзор мирового опыта и анализ российских тенденций в этой области.

*Marija Stevanović<sup>1</sup>, Violeta Jovanović<sup>2</sup>*

**THE IMPORTANCE OF INTRODUCE THE  
SUSTAINABLE BUSINESS CONCEPT IN THE ENERGY  
SECTOR IN THE REPUBLIC OF SERBIA**

*<sup>1</sup>Sanitary Medical School of Applied Sciences „VISAN“, Serbia*

*<sup>2</sup>Faculty of Management Zaječar, Serbia*

[marijatf@yahoo.com](mailto:marijatf@yahoo.com), [violeta.jovanovic@fmz.edu.rs](mailto:violeta.jovanovic@fmz.edu.rs)

Organizations in the field of energy sector generally have a negative impact on the environment which is one of the main causes of global warming and climate change. In order to reduce these effects, it is important to reduce greenhouse gas emissions and limit the negative impact of the exploitation of different energy sources on the environment. The introduction of the concept of sustainable business and the principles of sustainable development in organizations in the field of energy sector would significantly contribute to the solution of this problem. The authors present examples of sustainable business practice in the thermal power plant "Morava" Svilajnac.

Modern industry, communications and numerous services necessary for the population depend on the production, distribution and use of electricity. However, energy production has a very negative impact on the environment, on the one hand due to high emissions and on the other hand due to the consumption of limited, non-renewable resources. Jeffrey Sachs [1] believes that of all the problems related to the harmonization of growth with planetary boundaries (limited amount of resources on the planet), probably none is more urgent, and at the same time more complex than the challenge facing the world energy system. The world economy has grown and developed by relying on fossil fuels, starting with the introduction of the steam engine. Fossil fuels have enabled a breakthrough in the era of modern economic growth. Energy sources that have been crucial for global economic development for more than two centuries, due to the carbon dioxide they emit, drastically endanger the planet Earth. The impact of production and consumption of electricity on the environment creates the need to bring further industrial develop-

ment to a level that is environmentally friendly in its scope and form. This means that energy systems must be sustainable, as must the operations of organizations in the electricity sector.

When it comes to the state of Serbia, the calorific value of coal and water power are the largest sources of electricity in Serbia. The largest producers of electricity in Serbia are the thermal power plants Nikola Tesla and Kostolac and the hydroelectric power plants Djerdap.

In Serbia, electricity is mostly produced in thermal power plants, from lignite and coal of very poor quality. The total installed capacity of 58.5 MW from renewable energy sources in operation, represents 0.82% of the total installed capacity in the Serbian power system. Secondary data sources were used for the research. Data were collected from the website of the Republic Bureau of Statistics, as well as from written publications of this institution. Operation data of the thermal power plant "Morava" in Svilajnac also served as data sources in this study.

The following is data on generated waste and emissions from various industrial sectors in Serbia, as well as electricity production from various sources.

**Table 1.** Generated waste by sectors and from households in 2018. and 2019. (in thousands of tons) [2]

<b>Waste source</b>	<b>2018.</b>	<b>2019.</b>
Total	51 129	66 565
Dangerous	15 356	15 807
Non-hazardous	35 773	50 758
Agriculture	93	94
Mining	38 626	53 770
Manufacturing industry	1 521	1 606
Electricity supply (energy sector)	7 495	7 500
Water supply	562	591
Construction	550	606
Service activities	420	422
Household waste	1863	1976



**Table 2.** Account of SO<sub>2</sub> emissions by industrial sectors and for households [2]

<b>Source</b>	<b>2017.</b>	<b>2018.</b>
Manufacturing industry	18,4	19,6
Energy sector	330,9	309,5
Other sectors	7,7	6,9
Households	10,3	9,6

**Table 3.** Account of NO<sub>x</sub> emissions by industrial sectors and for households [2]

<b>Source</b>	<b>2017.</b>	<b>2018.</b>
Agriculture, forestry and fisheries	12,2	8,4
Manufacturing industry	17,2	17,3
Energy sector	72,8	68,1
Other sectors	10,3	10,3
Households	22,7	23,1

**Table 4.** Primary energy production in 2018 [3]

<b>Source</b>	<b>Energy produced in percent (%)</b>
Coal	65,37
Hydropower	9,69
Solar energy	0,01
Wind energy	0,13
Crude oil	9,52

Data shows that the most common way of producing electricity in Serbia is by burning fossil fuels (coal) in thermal power plants. A large amount of waste is generated in the energy sector. The energy sector is the second largest producer of waste, after the mining industry, which ranks first. Also, the energy sector is one of the largest emitters of SO<sub>2</sub> and NO<sub>x</sub> emissions.

Greenhouse gas emissions are growing especially in developing countries, including Serbia. Due to this trend of increasing GHG emissions, it is necessary to introduce clean energy and sustainable operation of thermal power plants in order to ensure a sustainable energy future. Clean energy can be

obtained in two basic ways: 1) choosing a "clean" energy source and 2) by changing the production technology.

The first way involves switching from "unclean" fuels (primarily coal) to "clean" energy sources. Clean energy sources are renewable energy sources. They are important for the energy sector because they are useful for preserving the environment and enable the respect of the principles of sustainable development. [4] Their use reduces harmful emissions into the atmosphere, which contributes to the environmental aspect of sustainability. From the economic aspect, their use reduces the dependence on fluctuations and rising prices of fossil energy sources on the market. Serbia's energy potential is very unfavorable due to the dominance of the dirtiest energy source - lignite, which is not used in the world for such purposes. The environmental cost may be too high. Therefore, the energy sector of Serbia should turn, as far as possible, to alternative energy sources - biomass energy, solar, wind and water energy, as well as geothermal energy.

The second way involves the application of cleaner production and the so-called clean coal technologies. Cleaner production implies the implementation of a comprehensive preventive strategy for environmental protection, which should contribute to the reduction of negative impacts on people and the environment. This strategy can be applied to production processes and products [5]. By applying cleaner production, the rational use of raw materials, water and energy is achieved, hazardous raw materials are replaced by more environmentally friendly ones, and the amount and toxicity of emissions into water, air and land is reduced.

Clean coal technologies are very important for the sustainable operation of thermal power plants. The application of clean coal technology in the production of electricity in thermal power plants aims to reduce emissions of sulfur, nitrogen and mercury by washing using electrostatic filters. These gases are processed or burned to reduce their harmful emissions. Carbon dioxide is "captured" with the help of storage technologies and thus removed, ie isolated in the ground or lakes [6]. The first power

plant in the world that uses clean coal technology started operating in October 2014 in Canada. This event is considered a turning point towards the use of clean coal technology [7].

The change of production technology in thermal power plants and the transition to cleaner production and application of clean coal technologies contribute to the environmental aspect of sustainable operation of thermal power plants. However, sustainable business, in addition to environmental, includes economic as well as social aspects. The economic aspect refers to the efficiency of business organizations in the field of energy sector. The economic aspect of the business is greatly influenced by the price of electricity charged to the consumer (user of the product / service) and is the basis for generating income by which the investor should cover the costs of production / service and make a profit. The price of electricity must be formed in such a way as to reach a compromise between different interests and expectations. The extent to which this compromise will be reached depends on the possibility of recognizing common interests and the possibility of measuring and comparing all relevant factors that contribute to their realization [8].

Sustainable operation of thermal power plants from the social aspect means that it provides safety, job satisfaction and quality of life of employees in these organizations as well as the quality of life of other people within the community in which the organization operates. This means that the management of these organizations should provide such working conditions in which employees will be safe and secure while performing their work tasks. Furthermore, it is necessary to have such a structure in the organization that will enable employees to communicate better (with each other and with superiors), and an organizational culture in which leaders encourage a positive work atmosphere [9-12].

The application of the concept of sustainable business in the energy sector would enable a sustainable energy future for Serbia. However, addressing energy issues and the future of sustainable energy is complex and requires integrated solutions at all social

and institutional levels [13].

A sustainable energy future would be based on three key pillars:

- Improvement of fossil fuel technologies which would reduce their harmful impact on the environment and society,
- Production of energy from renewable sources,
- Introduction of energy efficient measures that would contribute to energy savings and reduction of losses during its distribution and consumption.

As a good example of sustainable business we can use the thermal power plant "Morava" in Svilajnac, where, within the project "Implementation of the concept of cleaner production in IPPC production facilities JP EPS" the reconstruction of electrofilters to reduce dust materials and reduce them to statutory  $50\text{mg} / \text{m}^3$  was done. This is very important considering that the operation of the thermal power plant is primarily based on the use of lignite, the combustion of which releases the largest amount of  $\text{CO}_2$ . Eight cleaner production options have been proposed for this organization, which have been fully evaluated from both an economic and environmental point of view. In addition to the mentioned reconstruction and installation of a new electrofilters, these are also:

- Increasing the capacity of mills,
- Constant monitoring of boiler parameters, exhaust gases and oxygen content,
- Installation of new technology based on reverse osmosis,
- Reconstruction of the boiler that will provide better combustion and lower emissions,
- Replacement of pipes in the condenser (operation with one cooling pump),
- Replacement of washed air heaters,
- Installation of a starting steam station that enables the reduction of steam losses at the start of the unit.

As conclusions we can specify that such projects implemented

in the economy, as well as laws, action plans and strategic documents adopted at the institutional level such as the Law on Energy Efficiency, Action Plans for Renewable Energy Sources and Energy Efficiency, and as very important, the Energy Development Strategy of Serbia until 2025 with projections until 2030 show Serbia's commitment to a sustainable energy future. According to the Strategy, the development of energy should be socially tolerable so that possible sudden changes in the energy market would not cause too severe consequences for the majority of the population in society (in accordance with Energy Development Strategy of the Republic of Serbia until 2025 with projections until 2030).

### References

1. Sachs, J. D. The age of sustainable development. Columbia University Press. 2015.
2. <https://www.stat.gov.rs/sr-Latn/oblasti/energetika> Accessed: 03.02.2022
3. Statistical calendar of the republic of Serbia. Belgrade: Republic Bureau of Statistics. 2021
4. Basile, V., Capobianco, N., & Vona, R. The usefulness of sustainable business models: Analysis from oil and gas industry. // Corporate Social Responsibility and Environmental Management. 2021. V.28. No 6. P.1801-1821.
5. Cleaner production, available at: <http://www.cpc-serbia.org/istija-proizvodnja.html> Accessed 18.02.2022/
6. Capturing CO<sub>2</sub>, available at: **Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки.** Accessed 24.02.2022
7. Canada's Clean Coal Technology Roadmap, available at: [https://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/canmetenergy/file/s/cctrm\\_e\\_\(lowres\).pdf](https://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/canmetenergy/file/s/cctrm_e_(lowres).pdf) Accessed 03.01.2022/
8. Filipović S., Tanić G. Challenges in the electricity market. Belgrade: Institute of Economics. 2010
9. Streimikiene D., Mikalauskiene A., Digriene L., Kyriakopoulos G. Assessment of the Role of a Leader in Shaping Sustainable Organizational Culture. //Amfiteatru Economic. 2021. V.23. No.57. P.483-503.

10. *Raiden A., King A.* Social value, organisational learning, and the sustainable development goals in the built environment. //Resources, Conservation and Recycling. 2021. V.172, P.105663.

11. *Pereira O. P., Raposo M. J., Krstić M., Goncharenko O.* The Culture of Learning in Organisations: What is the Current Perspective for Sustainable Development?. In: Innovations and Traditions for Sustainable Development. 2021. Springer, Cham. P. 143-160.

12. *Jovanovic V., Paunkovic J., Žikic S., Lončar D.* National culture and employees values in mining companies of eastern Serbia //6th International Symposium on Natural Resources Management, Zaječar. 2016., P. 403-409.

13. Sharon J.W. Klein, Stephanie Coffey. Building a sustainable energy future, one community at a time //Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2016. V. 60, July 2016. P. 867–880

***Мария Стеванович<sup>1</sup>, Виолета Йованович<sup>2</sup>***  
**ВАЖНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ КОНЦЕПЦИИ**  
**УСТОЙЧИВОГО БИЗНЕСА В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ**  
**СЕКТОРЕ В РЕСПУБЛИКЕ СЕРБИЯ**

*<sup>1</sup>Медицинская школа прикладных наук "ВИЗАН", Сербия*

*<sup>2</sup>Факультет менеджмента "Заечар", Сербия*

Cathf энергетики оказывает негативное воздействие на окружающую среду, которое является одной из причин глобального потепления и изменения климата. Чтобы уменьшить эти последствия, важно сократить выбросы парниковых газов и ограничить негативное воздействие эксплуатации различных источников энергии на окружающую среду. Внедрение концепции устойчивого бизнеса и принципов устойчивого развития в организациях в сфере энергетики внесло бы значительный вклад в решение этой проблемы. Авторы представляют примеры практики устойчивого бизнеса на тепловой электростанции "Морава" Свилайнац.

*Благина А.А., Железная Е.Л.*  
**ОСОБЕННОСТИ ЖИЗНИ ПЛЕМЕН ТАНЗАНИИ  
И СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИСТОЩЕНИЯ  
ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ**

*Российский университет дружбы народов*  
[Nastynasty2311@mail.ru](mailto:Nastynasty2311@mail.ru), [Zheleznaya@yandex.ru](mailto:Zheleznaya@yandex.ru)

Рассматриваются 3 племени Танзании: самбаа, ньятуру, масаи, сохранившие традиционный уклад жизни. Они проживают в разных экосистемах – горного тропического леса, озера и саванны. Экологические проблемы накладываются на социальные, Как в современных условиях можно решить конфликты интересов племен и власти, а также экологические проблемы?

Танзания – страна в Восточной Африке, где проживает более 130 племен, имеющих разные культурные традиции. Как и другие страны Африки, Танзания сталкивается с различными экологическими проблемами, такими, как нехватка чистой пресной воды, снижение плодородия почв, обезлесение, утилизация мусора и истощение природных ресурсов. Мы рассмотрим взаимосвязь социальных и экологических проблем на примере экосистем горного тропического леса, озера и саванны.

**Регион Танга. Горы Усамбара. Племя самбаа.** Восточные горы Усамбара являются «горячей точкой биоразнообразия». Здесь более 340 видов птиц и в десять раз больше видов растений. Но многие из видов региона находятся под угрозой из-за лесозаготовок, добычи золота, загрязнения и расширения сельского хозяйства в лесных районах. Существует также проблема снижения плодородия почв.

Рождаемость по-прежнему высокая, но с развитием медицины многие дети выживают. На пропитание растущего населения требуется все больше ресурсов, красноземы, имеющие низкое плодородие, требуют все больше удобрений. Под плантации сельскохозяйственных культур выруба-

ют тропические леса, несмотря на запреты. В этих горах проживает коренное племя самбаа – один из многочисленных народов группы банту,. Общая численность — около 1,273 млн. человек [1]. Многие люди живут в глинобитных хижинах, которые топят по-черному. Возникает конфликт между охраняемыми территориями и жителями, который стараются решить, давая возможность местным жителям собирать сухостой в ответ на то, что они помогают в благоустройстве заповедников [2]. Общественная организация Amani Friends of Nature стремится ежегодно высаживать не менее 10 000 местных деревьев для восстановления лесов на деградировавших территориях. Аборигенные виды деревьев создают важную среду обитания для птиц, поскольку они обеспечивают пищу, места размножения и материалы для гнездования [3]. Интересно, что население употребляет в пищу 73 вида диких растений, добавляя их к традиционной кукурузной каше (угали), а также многие виды грибов. Недавние улучшения в показателях рождаемости не изменили того факта, что показатели задержки роста в Танзании попрежнему являются одними из самых высоких в мире и что дефицит питательных микроэлементов остается серьезной проблемой. Начался переход от традиционной диеты к диете с высоким содержанием обработанных пищевых продуктов, соли, сахара и жира [5]. Из-за этого люди могут столкнуться с повышением уровня ожирения и хронических заболеваний (таких как диабет II типа и гипертония) [5]. Самбаа также хорошо знают лекарственные растения и минералы. Дар знахарства передается в семьях по мужской линии.

Вклад продуктов дикой природы и лесов в разнообразие рациона питания может способствовать устойчивости местного населения к питанию в условиях социально-культурных, экономических и экологических изменений. Был создан проект «Пейзажная мозаика», когда деревни, плантации и лесные заповедники создают своеобразную мозаику на



склонах гор Усамбара. 59% респондентов опроса домохозяйств в рамках проекта назвали преимуществом наличие лесных заповедников (Village land Forest Reserve) на деревенских землях [6]. Они отметили, что лесные заповедники способствуют предотвращению эрозии почв, улучшению микроклимата, сохранению воды, позволяют держать пчел, использовать ресурсы лекарственных растений и грибов, собирать сухостой, привлекают туристов.

**Регион Маньяра, озера Бабати и Сингида. Племя Ньятуру.** Туру — этническая и языковая группа, базирующаяся в регионе Сингида на севере центральной Танзании, которая говорит на языке банту Киниатуру. В настоящее время население составляет более 1 млн. человек [1]. Язык ньятуру — один из языков банту. Приобретение крупного рогатого скота является основной целью хозяйственной деятельности Туру. В дополнение к скотоводству, они обычно выращивают сельскохозяйственные культуры для еды и продажи. Основными культурами являются кукуруза, маниок и ямс, производят табак и мёд [4]. Однако в последние годы эти люди проявили интерес к выращиванию подсолнечника и лука из-за увеличения рынков сбыта в регионе. Ньятуру имеют фермерские угодья с крупным рогатым скотом, козами, овцами и курами. Озеро Бабати раньше кормило рыбой окрестные деревни. А сейчас рыбы стало мало — не хватает пищи. Нет планирования семьи и популяция растёт. Часть детей голодает и не может ходить в школу. Школьное образование бесплатно, но надо платить за форму, еду, учебники, сторожа школы. Многие родители не имеют средств для этого. Социальные проблемы накладываются на экологические. Крупную рыбу, такую как тилипия, ловят только браконьерским способом и тут же продают по цене практически такой же, как в Москве. Кто может купить такую рыбу? Кроме туристов, только местные чиновники, которые живут за счет коррупции. Часто жители поджигают заросли тростника на берегу озера, чтобы

получить лучшие возможности для рыбалки. При этом страдают бегемоты. Иногда жители убивают бегемотов и используют их мясо в пищу, хотя оно и не обладает высокими вкусовыми качествами.

**Регионы Килиманджаро, Аруша. Масаи.** Масаи являются одним из наиболее известных коренных народов Танзании, занимающихся скотоводством. Численность масаев – около 1 млн. человек, но из них 350 тыс. живет в Кении. В местах своего исконного проживания масаи продолжают вести традиционный образ жизни. Часть их населения выселили из Нгоронгоро, они по-прежнему хотят держать много коров по 60-100 на семью, что приводит к перевыпасу. Даже в настоящее время 4 жены и 30 детей не редкость для масаев. В поисках заработков они отправляются в крупные города и на курорт Занзибар, где продают безделушки, ювелирные изделия из танзанита и занимаются проституцией. Поселения масаев сейчас образуют территорию ОТН (оперативно-тактического назначения). Это компромисс между выбором оптимальных пастбищных угодий и ограничениями доступа к конкретным территориям со стороны администрации. На юго-востоке находится кратер Нгоронгоро, в котором масаям не разрешено находиться, однако они нарушают данный запрет и спускаются со своими стадами к озеру Магади, так как полагают, что соленая вода является важным профилактическим средством против зоонозов. Масаи избегают селиться на юго-западе ОТН из-за частых набегов представителей племени сукума, которые угоняют у них скот. Образование ОТН рассматривалось как уникальный долговременный эксперимент по поддержанию устойчивого сосуществования диких животных и масайской общины, прак-тикующей традиционные способы ведения скотоводства. Договоренности масаев с государством время от времени нарушаются. Например, договорённость о резком росте плотности популяции. Власть пыталась вести переговоры о необходимости регуляции численности детей в семье,

но это не привело к положительным результатам. В последние годы масаи не только нарушают договоренности об ограничении доступа скота в кратер, но стали активно выпасать скот в высокогорных лесах, что с природоохранной точки зрения категорически не допустимо [7]. При этом плотность скота неуклонно растет, несмотря ни на какие увещания со стороны природоохранных служб. Масаи также стали активно нарушать и договоренности, связанные с соблюдением традиционных норм поселения. Так что облик всей территории катастрофически меняется. Часть масаев выселена в регион Маньяра и в сухой сезон скот вытаптывает и съедает практически всю растительность саванны. Саванна выглядит как бесплодная пустыня. Это противоречит исходной договоренности и сводит на нет всю идею экологически сбалансированного сосуществования. Кроме всего прочего, в условиях масайской общины наблюдается существенное имущественное расслоение и небольшое число семей владеет значительным поголовьем скота. В отдельных домохозяйствах число зебу превысило 3 000, а мелкого рогатого скота 500 голов [7]. Такие размеры стада в ОТН просто недопустимы, но масайские старейшины не желают соглашаться и с этим фактом.

Проблема роста плотности популяций и конкуренции за земельные ресурсы может иметь несколько решений:

- повсеместный запрет пастбищного скотоводства,
- наоборот, восстановление и охрана скотоводства через законодательное признание прав собственности,
- промежуточный подход, который был применен в Монголии и Восточной Африке, – рост рыночной интеграции и улучшение качества скота на основе гибридных форм традиционных стратегий скотоводов и укрепление связей между сельскохозяйственными и городскими сообществами.

В любом случае, только планирование семьи, оптимальное взаимодействие между охраняемыми территориями и ферме-

рами, разумная социальная и экономическая политика, развитие экологического туризма и вовлечение туда местных жителей в качестве гидов могут решить эти проблемы.

### *Литература*

1. *Lawrence D.* Tanzania and Its People. New Africa Press, 2009. P. 121–122.
2. <http://etnolog.ru/people.php?id=SHAM>
3. <https://earthjournalism.net/stories/local-people-protect-nature-in-tanzanias-biodiversity-hotspot>
4. Schaniel W. The Wahi Wanyaturu and the Market. //Journal of Economic Issues. V.XVI No.2. 1982. P. 445–452. doi:10.1080/00213624.1982.11504002
5. *Powell B., Hall J., Johns T.* Forest cover, use and dietary intake in the East Usambara Mountains, Tanzania // International Forestry Review Vol.13. No.3. 2011. P.305-324.
6. *Rantala S., Lyimo E., Powell B., Kitalyi A. and Vihemäki H.* Challenges and opportunities for collaborative landscape governance in the East Usambara Mountains, Tanzania. ICRAF Working Paper nr. 127 & CIFOR Working Paper nr 61. Nairobi & Bogor. 2011.
7. *Бутовская М.Л., Бутовский Р.О.* Масаи Танзании: проблемы устойчивого развития на охраняемой природной территории Нгоронгоро // Сибирские исторические исследования. 2017. № 3. С. 221-250.

### *Blagina A.A., Zheleznaya E.L.*

## **PECULIARITIES OF LIFE OF TANZANIA TRIBES AND MODERN PROBLEMS OF NATURAL RESOURCES DESTRUCTION**

*Peoples Friendship University of Russia (RUDN University)*

Three tribes of Tanzania are considered: Saamba, Nyatura, Maasai, who have preserved a traditional life style. They live in different ecosystems - montane rainforest, lakes and savannahs. Environmental problems are superimposed on social ones. How can the conflict of interests of peoples and authorities, as well as environmental problems, be resolved in modern conditions?

*Ломоносов М.Ю.*  
**ПРИВЯЗАННОСТЬ К МЕСТУ И ТЕОРИЯ  
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ГРАЖДАНСТВЕННОСТИ:  
ВМЕСТЕ ИЛИ ПОРОЗНЬ?**

*Школа исследований окружающей среды и общества, Тюменский  
государственный университет, Россия*

[m.lomonosov@utmn.ru](mailto:m.lomonosov@utmn.ru);

С новой волной массовизации экологического движения в 1970-е гг. получают развитие нормативно-теоретические поиски оптимальной модели экологической гражданственности и эмпирические исследования привязанности к месту. Долгое время два этих направления существовали обособленно. Однако с начала 2000-х гг. специалисты по *place attachment* стали рассматривать его в качестве инструмента продвижения экологического сознания и коллективных действий по охране природы. На фоне такого поворота исследовательской повестки кажется неожиданным тот факт, что нормативные теории экологической гражданственности не учитывают богатую теперь литературу о привязанности к территориям. Необходимо определить пути сближения и интеграции этих двух научных программ в области гуманитарных исследований окружающей среды.

С 1970-х гг. на фоне обретения международным экологическим движением массового характера начала развиваться теория экологической гражданственности. Ее разработчики опирались на глубокие традиции политической и социальной философии гражданства и руководствовались императивом охраны природы. Они применяли методы мыслительного эксперимента и концептуального анализа, для того, чтоб ответить на вопрос: Какие модели гражданства и гражданственности должны быть восприняты обществом, чтобы природоохранные установки и деятельность стали частью повседневной жизни? За несколько прошедших десятилетий оформилось несколько подходов к экологической гражданственности: либеральный, республиканс-

кий, космополитичный, феминистский, неолиберальный [1].

Одновременно с развитием этой новой неэмпирической области гуманитарных исследований окружающей среды зародилось другое, эмпирическое направление – исследования привязанности к месту (*place attachment*). Привязанность к месту – это незримая симпатия человека или сообщества к определенной географии, которая ощущается как «свое» или «родственное» место. Эта привязанность бывает только эмоциональной, но также может осознаваться и даже представлять собой «связь по расчёту» (*place dependence*). Сегодня изучение привязанности к месту превратилось в мощную область международных междисциплинарных исследований. Оно стало объектом пристального внимания социологов, гуманитарных географов, антропологов, психологов, экономистов и инженеров-урбанистов из разных стран [2-4].

Теория экологической гражданственности и исследования привязанности к месту развивались и продолжают развиваться изолированно друг от друга. Такое положение дел в первые три десятилетия было оправданным. Однако с начала 2000-х гг. стало быстро расти число работ, посвященных взаимосвязи привязанности к месту и экологической гражданственности [3, 7]. Современные эмпирические исследования психологов и социологов демонстрируют, что важным поведенческим результатом топофилии является активное «шефство» над ландшафтом и стремление участвовать в организации жизни местного сообщества. Привязанные люди стремятся защитить «свое» место от реальных и воображаемых угроз, обустроить его, обеспечить необходимое содержание и обслуживание, а также сохранить и преумножить его символическое значение. Например те, кто больше привязан к «своему» местообитанию чаще убирают мусор [7].

Как эмпирические исследования привязанности к месту могут обогатить теоретические подходы к экологической гражданственности? Нуждаются ли нормативные модели

в пересмотре в свете новых данных? Например, психологи окружающей среды выявили, что такая форма привязанности к месту как зависимость (*place dependence*) не влияет на природоохранные установки. Это ставит под вопрос призывы некоторых республиканских теоретиков к принудительной службе в эко-организациях. Социальные исследователи также обнаруживают, что привязанность к местному сообществу без привязанности к местной природе слабо отражается на экологическом сознании. Поэтому склонность либеральных теоретиков признавать только людей субъектами гражданственности и носителями гражданских обязательств может оказаться недостаточной для формирования коллективного экологического действия. Для него чувство долга перед согражданами должно дополняться ценностями биоцентризма. Вероятно, общественный договор «естественного состояния» необходимо переосмыслить как по-настоящему «природный договор», договор с природой, придав природным объектам статус граждан. Именно на этом настаивают некоторые республиканские теоретики. В то же время, экологическое сознание и ответственность глобального масштаба, на которых сосредотачиваются теоретики-«космополиты», очевидно, может сосуществовать со стойкими привязанностями на местном и национальном уровнях. Ведь, согласно исследованиям, разные географические масштабы привязанностей к месту не противоречат друг другу.

Мой доклад представляет собой попытку определения путей сближения теории экологической гражданственности и эмпирических исследований чувства привязанности к территории.

#### *Литература*

1. *Cao B.* Environment and Citizenship. Milton Park: Routledge, 2015.
2. *Lewicka M.* Place attachment: How far have we come in the last 40 years? // Journal of Environmental Psychology. 2011. Vol. 31.

No. 3. P. 207–230.

3. *Резниченко С. И.* Привязанность к месту и чувство места: модели и феномены. // Социальная психология и общество. 2014. Т. 5. №. 3. P. 15–27.

4. *Щукин В.Г.* Заветное «где». Топофилия и методы ее исследования. // Вопросы философии. 2008. №. 4. P. 69–90.

5. *Daryanto A., Song Z.* A meta-analysis of the relationship between place attachment and pro-environmental behavior. // *Journal of Business Research*. 2021. Vol. 123. P. 208-219.

6. *Nicolosi E., Corbett J.B.* Engagement with climate change and the environment: a review of the role of relationships to place. // *Local Environment*. 2018. Vol. 23. No. 1. P. 77-99

7. *Scannell L., Gifford R.* The psychology of place attachment. // *Environmental Psychology: Principles and practice* / Edited by R. Gifford. Colville: Optimal Books. 2007. P. 272–300.

*Matvey Lomonosov*

**PLACE ATTACHMENT AND THE THEORY  
OF ENVIRONMENTAL CITIZENSHIP:  
BRIDGING PERSPECTIVES?**

*School for Environmental and Social Studies, University of Tyumen,  
Russia*

The coming of broad masses into the global environmental movement in the 1970s has fostered both the development of normative theoretical inquiry into an optimal model of environmental citizenship and empirical studies of place attachment. For a long time, these two research avenues have existed separately. However, since the early 2000s the scholars of place attachment have come to see it as a tool for promoting environmental awareness and pro-environmental behavior.

With this recent turn in the research agenda, it looks surprising how normative theories of environmental citizenship almost completely ignore the rich literature on place attachment. We need to identify how to bridge the two research programs in environmental humanities.



*Попова Л.В.*

## **СОВРЕМЕННЫЕ ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ**

*Московский государственный университет*

*имени М.В. Ломоносова, Россия*

[lvpo.eco@mail.ru](mailto:lvpo.eco@mail.ru)

В работе представлен анализ преимуществ современных педагогических методов и технологий: перевернутый класс, проектное обучение, совместное обучение, геймификация, проблемно-ориентированное обучение, дизайн-мышление, перекрестное обучение. Некоторые из этих методов уже успешно используются в экологическом образовании, но для повышения эффективности обучения и активизации познавательного процесса необходимо более широко использовать все перечисленные выше методы.

Созданная в нашей стране система непрерывного экологического образования включает уровни от детского сада до высшего профессионального образования и экологического просвещения взрослого населения. Для всех уровней можно выделить как частные цели, так и общую цель – усвоение экологических знаний и формирование экологической культуры, чему способствуют различные педагогические методы и приемы. Именно в экологическом образовании особенно важно использовать активные методы обучения, так как они не только помогают лучше усваивать необходимые знания, но и повышают мотивационно-ценностное отношение к окружающей природной среде

Общепризнано, что использование обучающих игр, как одного из активных методов обучения, относится к наиболее эффективным в экологическом образовании, так как большинство из них развивают логическое мышление и позволяют прогнозировать и проектировать деятельность человека [1,2]. Экологические игры начали активно разрабатываться и использоваться в образовательном

процессе в последнюю четверть XX века.

Тенденцией современного образования, в том числе и экологического, становится информатизация [3]. Все новые и новые технические средства включаются в образовательный процесс, делая его более легко доступным и увлекательным. Так, созданный преподавателем видеоурок или видеоролик с канала YouTube становятся вполне обычными средствами обучения. Однако, это только техническая сторона образовательного процесса. Гораздо важнее применять педагогические технологии, активизирующие познавательные процессы учащихся.

Проведя анализ современных педагогических технологий и методов для развития творческих способностей учащихся [4,5], можно заключить, что большинство из них уже успешно используется или может быть использовано в экологическом образовании. Рассмотрим и конкретизируем эти методы:

- ***Перевернутый класс.*** Основные учебные материалы изучаются учениками дома, а затем в классе происходит обсуждение и закрепление полученных знания с учётом разнообразия методов и идей. Преимущества – ученики сами осваивают необходимые знания, развиваются познавательные способности учеников.
- ***Проектное обучение.*** Разработка конкретных проектов, отвечающих реальным экологическим проблемам. Преимущества – формирование исследовательских навыков работы, самоконтроль и погружение учащихся в изучение и решение конкретной экологической проблемы.
- ***Совместное обучение.*** Формируется группа из 3-6 человек, где каждый получает свое задание, и для достижения целей необходимо взаимодействовать и работать согласованно. Преимущества – работа в группе улучшает внимание, вовлеченность и усвоение знаний учащимися, способствует социализации и развитию коммуникативных навыков,

повышает веру в свои силы, что так необходимо для практического решения экологических проблем.

- **Геймификация.** Интеграция игровой механики в образовательную среду. Преимущества – получение практического опыта через игровую ситуацию.

- **Проблемно-ориентированное обучение.** Циклический процесс, начинающийся с постановки вопросов и поисков их решения и заканчивающийся вопросами большей сложности. Преимущества – развивается критическое мышление и творческие способности.

- **Дизайн-мышление.** Создание нестандартных проектов и обсуждение новых идей в дискуссиях. Преимущества – возможно определить индивидуальные проблемы каждого учащегося.

- **Перекрестное обучение.** Сочетание формального и неформального обучения, т.е. в классе и за его пределами (в музеях, на природе, в научной лаборатории и т.д.). Преимущества – взаимосвязь теоретического обучения в классе и полученного практического опыта вне стен школы.

Итак, для повышения эффективности экологического образования следует использовать все многообразие современных активных методов обучения.

### *Литература*

1. Кавтарадзе Д.Н. Обучение и игра: введение в интерактивные методы обучения. 2-е изд. М.: Просвещение, 2009.

2. Асмолов А.Г. Оптика просвещения: социокультурные перспективы. М.: Просвещение, 2012.

3. Форд М. Роботы наступают: Развитие технологий и будущее без работы. М.: Альпина нон-фикшн, 2019.

4. 8 methodologies that every 21st century teacher should know. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.realinfluencers.es/en/2019/05/09/8-21st-century-methodologies/> Дата обращения: 12.02.2022

5. Teacher Training: 3 Modern Teaching Methods. –  
[Электронный ресурс] – Режим доступа. –  
<https://www.staffordglobal.org/articles-and-blogs/education-articles-and-blogs/teacher-training-3-modern-teaching-methods/> Дата  
обращения: 12.02.2022

*Lyudmila Popova*

**MODERN PEDAGOGICAL TECHNOLOGIES  
IN ENVIRONMENTAL EDUCATION**

*Lomonosov Moscow State University, Russia*

The paper presents an analysis of the advantages of modern pedagogical methods and technologies: flipped classroom, project-based learning, collaborative learning, game for learning, problem-based learning, design thinking, cross training. Some of these methods are already successfully used in environmental education, but it is necessary to use all of the above methods more widely for the effectiveness of training and activate the cognitive process.

*Соколова А.А.<sup>1</sup>, Стригельская Н.П.<sup>2</sup>, Соколова С.Н.<sup>2</sup>*

**ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ  
В ИНФОРМАЦИОННОМ ОБЩЕСТВЕ:  
АКСИОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ**

<sup>1</sup>*Университет гражданской защиты МЧС Беларуси,*

<sup>2</sup>*Международный государственный экологический институт  
им. А.Д. Сахарова Белорусского государственного университета  
[nadya.strigelskaya@mail.ru](mailto:nadya.strigelskaya@mail.ru)*

Информационное общество динамично развивается, изменяет коммуникационную архитектуру социума, а также инициирует медиасферу, активно используя культурно-научный потенциал социальных институтов. Трансформация геополитического пространства в триполярном мире, характеризуется сегодня многосложными процессами, влияющими на безопасность, что обусловлено влиянием деструктивной медиасферы на развитие инновационных технологий в современном экологическом воспитании и образовании.

Поляризация информационного общества и кризисное состояние либеральной модели социума провоцируют сегодня аксиологический хаос, так как доминирует культ потребления и насилия в медиасфере (кибератаки, деструктивные информационные вбросы, дезинформация, информационное насилие). Следовательно, в процессе фальсификация истории, разжигания разноформатных конфликтов в современном мире, особенно важными становятся вопросы, связанные с экологическим воспитанием и образованием. Именно сегодня объективно возникла необходимость сделать акцент на аксиологизации воспитания и обучения, а главное, сохранении исторической правды, восстановлении ценностей, актуализирующих экологический императив современного образования, а также культурный суверенитет, в ситуации, когда «отдельные западные политики проецируют свои узкокорыстные позиции на межгосударственные отношения, тем самым поставив под удар вопросы безопасности» [1].

Поясним, что культурный суверенитет представляет собой

синтез науки и образования, в том числе, и экологического образования, детерминирующего в информационном обществе сохранение исторической правды, культурного наследия, национальных традиций, семейных ценностей, как системообразующего фактора устойчивого развития.

Современная личность, полностью ориентированная медиасферой на агрессию и тотальное потребление, в том числе и в отношении природных ресурсов, демонстрирует максимально негативный субъектоцентризм и не стремится развивать зеленую экономику для восстановления и охраны природных ресурсов. В таком контексте нельзя не согласиться с тем, что в информационном обществе «возрастет роль и значение ... образования для преодоления последствий глобального экологического кризиса» [2], связанного с продовольственной безопасностью и устойчивым развитием.

Ретроспективный взгляд на всемирную историю свидетельствует о том, что потребность в актуализации экологического воспитания и образования с каждым годом растет, так как «вся мировая экономика работает в природный кредит», что обычно сопровождается экологическими преступлениями, представляющими общественную опасность [3].

Ключевым моментом при этом, является аксиологический аспект и особую смысловую нагрузку несет экологический императив современного образования, который предполагает реализацию здоровьесберегающего развития личности и охрану окружающей среды, что связано с изменениями, детерминированными кризисами (антропологическим, экономическим, миграционным, коронакризисом) [4].

В итоге, осуществление более эффективных мер экологизации хозяйственной деятельности, устранение причин отрицательных информационно-техногенных воздействий на биосферу нашей планеты предполагает перенос акцента с практики охраны природы на аксиологический аспект экологического воспитания и образования с целью сохранения культурного суверенитета и обеспечения безопасности [5].

### *Литература*

1. Лукашенко А.Г. У нас есть понимание ситуации и план действий // Бел. Думка. 2021, № 2. С. 3-24.
2. Петухова И.В. Экологическая компетентность как составляющая мировоззрения будущего специалиста / И.В. Петухова // Лесной Вестник Московского государственного университета леса. 2013, № 5(57). С 178-181.
3. Майорова Е.И. Современные проблемы экологического образования // Лесной Вестник Московского государственного университета леса. 2013. № 5(57). С 119-122.
4. Соколова А.А., Соколова С.Н. Information-Educational Environment and Security of the Modern Person // Вестник Полесского государственного университета. Серия общественных и гуманитарных наук. 2020, № 2. С.89-93.
5. Соколова А.А., Соколова С.Н. Культура безопасности в эпоху гибридных войн // Язык и межкультурная коммуникация: современные векторы развития: сборник научных статей по материалам II Международной научно-практической конференции, УО “Полесский государственный университет “, г. Пинск, март 2021 г. Пинск: ПолесГУ, 2021. С.19-26.

***Sokolova A.A.<sup>1</sup>, Strigelskaya N.P.<sup>2</sup>, Sokolova S.N.<sup>2</sup>***

### **ENVIRONMENTAL EDUCATION IN THE INFORMATION SOCIETY: AXIOLOGICAL ASPECT**

*<sup>1</sup>University of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations  
of Belarus, Republic of Belarus*

*<sup>2</sup>International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State  
University, Republic of Belarus*

The information society is dynamically developing, changing the communication architecture of the society, and also initiates the media sphere, actively using the cultural and scientific potential of social institutions. The transformation of the geopolitical space in the tripolar world is characterized today by complex processes that affect security, which is due to the influence of the destructive media sphere on the development of innovative technologies in modern environmental education and upbringing.

**Таранец И.П., Пикуленко М.М.**  
**ОЧНЫЙ И ДИСТАНЦИОННЫЙ ФОРМАТ ФОРУМА**  
**МОЛОДЫХ ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ В МГУ: СЕКЦИЯ**  
**ЭКОЛОГИЯ**

*Московский государственный университет имени  
М.В. Ломоносова, научно-учебный музей земледения, Россия*  
[iris1@mail.ru](mailto:iris1@mail.ru), [pikulenkomarina@mail.ru](mailto:pikulenkomarina@mail.ru)

В статье проанализирован опыт работы Форума молодых исследователей по экологии в музее земледения МГУ имени М.В. Ломоносова в очном и дистанционном форматах. Методом анкетирования руководителей школьных исследовательских работ получены сравнительные сведения о сложностях участия в Форуме в различных форматах. Установлено, что большинство руководителей проектов предпочитают в настоящее время смешанный формат мероприятия.

Роль учителя в проектно-исследовательской деятельности школьников в настоящее время не вызывает сомнений и рассматривается как важный фактор формирования индивидуальной образовательной траектории учащихся [1,2]. Форум молодых исследователей по секции «Экология» проводится в Музее земледения МГУ имени М.В. Ломоносова в рамках Всероссийского Фестиваля науки уже седьмой год. Его цель – апробация школьниками своих исследовательских работ в области экологии. Оргкомитет Форума помогает ученикам усовершенствовать тексты присланных материалов и завершить работу публикацией в сборнике Форума. В ходе проведения Форума специалисты, члены экспертного жюри, консультируют руководителей, дают возможность апробации школьных материалов на конференции в виде устных стендовых докладов перед. До 2020 года данное мероприятие проходило в очном формате [3]. Однако, в 2020 и 2021 годах из-за сложной эпидемиологической ситуации Форум не мог проводиться очно и был переведен полностью в дистанционный формат, как и многие другие олимпиады [4]. Цель

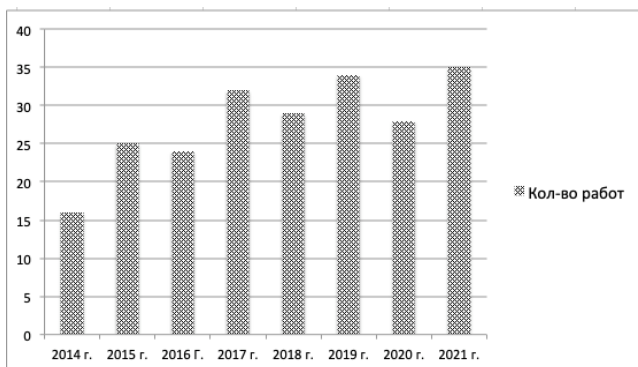


статьи – проанализировать результаты и ход проведения очного и дистанционного форматов Форума молодых исследователей, выявить сложные и положительные моменты посредством анкетирования руководителей исследовательских работ школьников, конкретизировать предпочитаемый формат будущих мероприятий и дать рекомендации.

Для решения поставленной цели в январе 2022 года с помощью анонимной анкеты через Google forms были опрошены 28 руководителей школьных работ, участвующих в разные годы в работе Форума.

Порядок подготовки Форума традиционно включал регламентированные действия: оргкомитет секции «Экология» принимал материалы докладов для публикации и, если было необходимо, то направлял авторам и их руководителям на доработку. Затем авторы приглашались на Форум с устными докладами. Однако, при современной эпидемиологической ситуации вместо участия в стендовой сессии школьники присылали готовые видео записи докладов, по которым экспертное жюри оценивало работы и отбирали лучшие из них. Сертификаты отправлялись руководителям по электронной почте. Отметим, что в 2020 году было максимальное количество опубликованных работ (42) в сборнике, при этом видео-докладов было прислано меньше (рис. 1). Большинство участников Форума – это старшекласники, однако, активное участие принимают ученики и более младших классов. При этом конкурсная работа может быть представлена не только от одного школьника, но и от нескольких авторов. На конференцию приезжают участники не только из г. Москвы, но и г. Мытищ, г. Коломны, г. Клина, г. Твери, г. Муром, г. Брянска, г. Челябинска и др. За последние годы в работе секции приняло участие более 500 человек. С 2015 года количество исследовательских работ, присылаемых на Форум стало увеличиваться (рис. 1). Исследовательские проекты, в основном, были выполнены по следующим экологическим направлениям – биоэкология, экология

человека, химическая экология, промышленная экология, охрана окружающей среды, экопросвещение и мониторинг.



**Рис. 1.** Количество школьных исследовательских работ, представленных в виде докладов на Форуме

При этом пандемия мало сказалась на выборе тем. По прежнему доминирует биоэкологическое направление и к нему присоединилась экология человека.

Анализ ответов руководителей показал, что при очном проведении Форума учителями отмечены: живое общение с мотивированными сверстниками, консультации с экспертами. Школьники приобретают навык выступлений и расширяют свой кругозор, происходит обмен опытом, возрастает интерес к науке, между конкурсантами, наставниками проектов, повышается самооценка школьников, а способствуют этому доброжелательность и творческая атмосфера в Музее МГУ. И именно этого не хватало в офлайн-формате. При этом упоминается, что при очном участии ученики часто испытывают психологическое напряжение (стресс, волнение, страх), а также сложности в изложении кратко своего проекта и четкости ответов на поставленные вопросы и др., а в дистанционном формате, наоборот, пишут об уменьшении стресса из-за привычной обстановки, расширяется география участников, экономятся времена и средства на дорогу, возникает возможность участвовать маломобиль-

ным ученикам. Действительно, в 2021 году первый раз в Форуме приняла участие ученица, которая не могла ходить. Для нас было важно услышать, что, по мнению некоторых руководителей, ученикам дистанционный формат участия становится менее интересным. При этом только 29% опрошенных руководителей предпочитают очный формат участия, а 40% – смешанный формат, остальные – любой и индивидуальный выбор участника.

Тем не менее, Форум молодых исследователей продолжает свою работу и старается предоставить возможность участникам публично выступить с результатами своих исследований, публиковать их в университете, получить новые навыки и необходимые консультации специалистов-экологов. Со сборниками последних лет можно ознакомиться на сайте Музея землеведения <http://www.mes.msu.ru> в разделе «Форум молодых исследователей».

Таким образом, анализ анкетирования руководителей исследовательских работ школьников показал, что в дистанционном формате, уменьшается проявление у школьников стресса ввиду привычной обстановки, расширяется география участников и в целом возможности принять участие, в том числе мало мобильным ученикам.

Установлено, что большинство руководителей проектов предпочитают в настоящее время смешанный формат Форума молодых исследователей в рамках Фестиваля Науки в МГУ, который предполагает возможность более широкого выбора школьникам мероприятий для участия.

Отмечены сложные и положительные моменты онлайн и офлайн форматов при проведении Форума, но из ответов анкетирования видно, что дистанционный формат имеет некоторые нюансы, которые не дают того общения, консультаций и погружения в процесс взаимодействия, однако, позволяет расширить аудиторию.

### *Литература*

1. Новоселов С.А., Зверева Т.В. Феномен проектно-исследовательской деятельности в образовании // Педагогическое образование, 2009. № 3. С. 38-42.

2. Пиняжина Р.Е. Роль учителя в проектно-исследовательской деятельности [Электронный ресурс] Режим доступа: [https://xn--j1ahfl.xn--p1ai/library/rol\\_uchitelya\\_v\\_proektnoisledovatelskoj\\_deyateln\\_052421.html](https://xn--j1ahfl.xn--p1ai/library/rol_uchitelya_v_proektnoisledovatelskoj_deyateln_052421.html). Дата посещения: 20.04.2022.

3. Таранец И.П. Экологические исследования учащихся на форуме молодых исследователей в музее землеведения МГУ // Наука в вузовском музее: Материалы Всероссийской научной конференции, Москва, 14-16 ноября 2017 г. М.: Музей землеведения МГУ, 2017. Часть 2. С. 34-36.

4. Таранец И.П., Гуреева М.В. Опыт дистанционной подготовки сборной команды Москвы к Всероссийской олимпиаде школьников по экологии // Образование-2030. Учиться. Пробовать. Действовать. Сборник статей VII Всероссийской конференции по экологическому образованию Неправительственный экологический фонд имени В.И. Вернадского, 2021. С. 545-549.

***Taranets I.P., Pikulenko M.M.***

### **TRADITIONAL AND ONLINE FORMAT OF THE YOUNG RESEARCHER'S FORUM AT MOSCOW STATE UNIVERSITY: ECOLOGY SECTION**

*Lomonosov Moscow State University (the Earth Science Museum),  
Russia*

The experience of the Young Researcher's Ecology Forum in the Earth Science Museum at the Lomonosov Moscow State University in traditional and online formats are analyzed in this article. Comparative information about the difficulties of the student' research work and their leaders had been participated in the Forum in various formats was obtained by the method of questioning a survey. It has been established that most project managers currently prefer a mixed format of the Young Researcher's Ecology Forum.

**Хрибар С.Ф.**  
**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ТРОПА**  
**ПО МУЗЕЙНЫМ ПРАВИЛАМ**

*Государственный биологический музей им. К.А. Тимирязева,*  
*Россия*  
[hribar@mail.ru](mailto:hribar@mail.ru)

Поскольку экологическая тропа – это своего рода музей под открытым небом, то оформляя её важно учитывать те же принципы, что и при создании музейной экспозиции. Этим принципам и правилам, а также удачным и неудачным примерам их применения и посвящён настоящий доклад.

Экологическая тропа (экотропа) – это постоянный экскурсионный маршрут, знакомящий с природными достопримечательностями [1, 2]. Обычно экологические тропы создаются на особо охраняемых природных территориях (ООПТ), оснащены информационными щитами и другими средствами, помогающими узнать о природе больше. По сути экотропа – это музей под открытым небом, и аналогия здесь гораздо полнее, чем кажется поначалу. Если музей – это хранилище реальных предметов, несущих информацию, то природные объекты на экотропе вполне сопоставимы с музейными предметами (разве что номера на них не стоят). Если музейная экспозиция предполагает не только экспонаты, но и этикетаж, то и на экотропе есть текстовое сопровождение. Если музей демонстрирует экспонаты, «показывая товар лицом», то и на экотропе очень важно, чтобы природные чудеса были заметны.

С 2009 по 2019 г. в Государственном биологическом музее им. К. А. Тимирязева в рамках проекта «Россия заповедная» проведено 15 выставок об ООПТ России. Были показаны 7 заповедников, 7 национальных парков и 1 заказник [3]. Большинство этих ООПТ имеют экологические тропы, что существенно помогало авторам в подготовке выставок. Командировки по подготовке этих выставок и поездки

по другим российским и зарубежным ООПТ позволяют на большом материале анализировать экотропы как метод, выявлять достижения и ошибки.

Очень важно, чтобы о природе рассказывали профессионалы. Но в последнее время профессионализм не в чести, отсюда досадные ошибки на информационных стендах. Так, в одном из московских лесопарков стоит (по крайней мере, стоял) плакат, где изображённые мокрицы (это наземные рачки) и ногохвостки (грубо говоря, насекомые) отнесены к простейшим – ошибка на уровне школьной биологии. Также в Москве долго красовался камень с надписью «ЛИПНЯК ЗЕЛЕНЧУКОВОЙ» (кто же такая Зеленчукова?). А бывает, что надписи и изображения элементарно перепутаны. Во избежание таких казусов тексты и вёрстку необходимо согласовывать со специалистами.

С другой стороны, стенды на экотропах часто перегружены громоздкими многословными текстами, написанными тяжёлым наукообразным языком. В то же время, многие термины прекрасно заменимы понятными словами, а из длинных предложений несложно сделать короткие без ущерба для смысла. Важно, чтобы текст был лаконичен и понятен. Это нужно ещё и потому, что люди читают пояснения не лёжа на диване, а на ходу и нередко в обществе комаров.

Комфорт для посетителя на экотропе тоже важен. Например, в Москве известны экотропы с перилами и пандусами доступные даже для инвалидов. Но бывает, что, обеспечивая комфорт, создатели экотроп упускают мелкие, но важные детали. Так, дощатый настил хорош лишь при том условии, если доски от дождя не становятся скользкими. Лучше запачкать обувь на грязной тропинке, чем сломать ногу на скользком настиле.

Весьма уместны изображения основных видов животных и растений, некий атлас-определитель, вынесенный на стенд. Но и здесь важно не переусердствовать. Нет смысла

показывать те виды, которые в этом месте не встречаются, а такое бывает (например, серый журавль и чёрный коршун на одной из московских экотроп).

С другой стороны, возможности увидеть можно расширить. Известна такая «борьба за обзор» в Хвалынском национальном парке. Там закладывались экскурсионные маршруты по склонам холмов с великолепными видами на Волгу. Но со временем обзор заслонил подросший на склонах лес. Пришлось строить смотровые вышки. Подобные вышки стоят на многих ООПТ и даже в Москве. Возможность залезть на вышку и осмотреть с неё окрестности создаёт дополнительный стимул посетить экотропу, особенно с детьми.

Вышки помогают обозреть ландшафт, а укрытия – увидеть пугливых зверей и птиц. Такие укрытия весьма популярны во многих местах Израиля. Например, из укрытий птичьей обсерватории в Иерусалиме можно наблюдать птиц вблизи и получать отличные фотоснимки, а в национальном парке Агамон Хула в укрытии установлен даже небольшой телескоп [4].

Но видеть животных живьём удаётся далеко не всегда. В НП «Мещёра» это отчасти компенсируют выпиленные из фанеры в натуральную величину и раскрашенные изображения кабана, зайца, рыси и др. крупных млекопитающих. Немногие верно представляют размеры животных, и показать, как на самом деле, всегда стоит. С этой же целью на экотропе в Воронежском заповеднике можно сравнить размах крыльев птиц с размахом собственных рук. Кроме того, интерактивные экспонаты могут быть самые разные (например, «узнай дерево по коре», «определи след» и т.п.).

Экотропа может стать и «машиной времени», если на информационных стендах помещать старые снимки этого же места, как скажем, в заповеднике «Тиватская Солила» (Черногория) или в парке Садовой гробницы в Иерусалиме. То, как сейчас, можно сравнить с тем, как было.

И последнее. Если музей – это не только экспозиция, но и хранилище, то и экотропа природу не только показывает, но и сохраняет. Потому не всегда стоит демонстрировать редкие виды растений (не стоит искушать любителей сорвать). И вообще, одна из главных задач экотропы – привлекая людей на себя, уменьшить нагрузку на остальную часть природного комплекса. Но чтобы привлечь, важно учитывать принципы музейной экспозиции.

*Литература:*

1. Чижова В. П., Добров А. В., Захлебный А. Н. Учебные тропы природы. – М.: Агропромиздат, 1989.
2. Хрибар С. Ф. Экологическая тропа в детском лагере // Юннатский вестник, №1 (69) 2019. С. 65-74
3. Экологическое просвещение в Государственном биологическом музее им. К. А. Тимирязева. М.: Акварель, 2008.
4. The Israel Nature and Parks Authority .. Режим доступа: <https://en.parks.org.il/reserve-park/hula-nature-reserve/> Дата посещения: 07.03.2022

***Khribar S.F.***

**ECOLOGICAL TRAIL ACCORDING  
TO MUSEUM RULES**

*State Biological Museum named after K. A. Timiryazev, Russia*

Since an ecological trail is a kind of open-air museum, it is important to take into account the same principles when designing it as when creating a museum exhibition. These principles and rules, as well as successful and unsuccessful examples of their application, are the subject of this report.



*Чибилева Т.В.*  
**ГОРНО-РАВНИННАЯ СИСТЕМА УРАЛА  
В ПРОГРАММЕ ЮНЕСКО  
«ЧЕЛОВЕК И БИОСФЕРА»**

*Оренбургский государственный педагогический университет,  
Россия*

[nelon2007@yandex.ru](mailto:nelon2007@yandex.ru)

В статье предлагается рассмотреть историю развития географической сети особо охраняемых природных территорий в пределах

Уральской горно-равнинной страны, которая в наибольшей степени отвечает принципам непрерывности, репрезентативности и равномерности, заложенных в Программе ЮНЕСКО «Человек и биосфера». Придание некоторым объектам заповедного фонда Урала статуса биосферных резерватов ЮНЕСКО на рубеже XX-

XXI веков, является констатацией усилий отечественных естествоиспытателей по созданию единой непрерывной сети ООПТ этого мегарегиона. Рассматривается вклад Программы МАБ-ЮНЕСКО в развитие системы ООПТ на Урале. Показаны актуальность Программы МАБ на современном этапе и ее потенциал для разрешения глобальных вызовов XXI века.

Глобальные изменения мира в середине XX века, общепланетарное ухудшение качества природной среды определили поиск и формирование международных инструментов, способных обеспечить рациональное использование природных ресурсов как общечеловеческого достояния. В этой связи усилилась роль международного сотрудничества, возникли международные организации и проекты. Одним из основных координаторов международных природоохранных инициатив стала Программа ЮНЕСКО «Человек и биосфера» (МАБ), объединившая усилия ученых, направленных на изучение планетарного природного фонда, которым располагает человечество. В настоящее время деятельность Программы направлена на реализацию лишь одного проекта, который получил название «Биосферные резерваты». Основная его

цель – сохранение репрезентативных природных систем и генетического разнообразия планеты в целом, сохранение основных функций биосферы, сокращение антропогенного влияния и сокращение разрыва между потреблением и сохранением [1].

В 1976-1978 гг было положено начало развитию Всемирной сети биосферных резерватов. На начало 2021 года Всемирная сеть биосферных территорий ЮНЕСКО объединяет 701 резерват в 124 странах. На территории России созданы 46 биосферных резерватов, входящих во Всемирную сеть ЮНЕСКО, в том числе один трансграничный с Казахстаном. В сети биосферных резерватов России имеется 14 горных территорий, в том числе четыре биосферных резервата на горном Урале [2].

В данной статье предлагается рассмотреть схему развития географической сети особо охраняемых природных территорий в пределах Уральской горно-равнинной страны, которая в современных условиях в наибольшей степени отвечает принципам непрерывности, репрезентативности и равномерности, заложенных в Программе ЮНЕСКО «Человек и биосфера».

С точки зрения создания единой Пан-евразийской системы территориальной охраны природы, Уральская горная страна имеет уникальное географическое положение, позволяющее рассматривать его как модель для оптимизации существующих и планирования новых природных резерватов, наиболее полно отражающих ландшафтное и биологическое разнообразие этого трансконтинентального мегарегиона [3]. При этом очень важно учитывать, что в XX веке, в условиях единого государства, именно на Урале была апробирована отечественная (советская) географическая сеть ООПТ, основы которой были заложены в 1912-1917 гг. видными деятелями Постоянной Природоохранительной Комиссии Императорского Русского географического общества [4].

История заповедного дела на Урале началась с созданием в 1920 г. Ильменского государственного заповедника им. В.И. Ленина [5], который в настоящее время является подразделением Южно-Уральского научного центра минералогии и геоэкологии УрО РАН. В 1930 году был создан первый заповедник на территории современной Башкирии — «Башкирский». В это же время вышло постановление ВЦИК и СНК РСФСР об организации Печорского заповедника [5]. В 1935 г. он получил статус Печоро-Илычского государственного заповедника.

В изучении природы и уникальных ландшафтов Среднего Урала и нынешней Свердловской области важная роль принадлежит Уральскому обществу любителей естествознания, инициатором создания которого был О.Е. Клер [5]. Первые государственные заповедники на территории Свердловской области «Денежкин Камень» и «Висимский» были созданы в 1946 г. [6].

Значительная часть заповедников Урала (Басеги, Южно-Уральский, Шульган-Таш, «Оренбургский») организованы в период с 1980 - 1995 годы, что связано с природоохранной политикой того времени. На территории Оренбургской области первый заповедник был создан только в 1989 г. В 2014 территория низкогорного хребта «Шайтантау», расположенного на границе с Башкирией, приобрела заповедный статус и стала первой горно-лесостепной ООПТ Оренбургской области.

В это же время на Урале создавались национальные парки: «Зюраткуль», «Таганай», «Башкирия», «Юга-Два» и др. Самым молодым национальным парком стал «Зигальга», который был основан в 2011 г. в целях сохранения уникальных горных ландшафтов наиболее высокогорной части Южного Урала. Сеть ООПТ на рубеже XX — XXI веков была дополнена организованными региональными структурами природными парками и памятниками природы.

Интеграция отечественного опыта создания географической сети заповедников Урала в международные природоохранительные программы состоялась в середине 80-х годов. В 1985 году на заседании Бюро МКС МАБ было принято решение о придании Печоро-Илычскому заповеднику статус биосферного резервата ЮНЕСКО. Для биосферных резерватов были определены на тот момент актуальные задачи – организация фоновое экологического мониторинга, формирование глобальной репрезентативной сети, обмен мониторинговой информацией. Сложившаяся географическая сеть заповедников в СССР по всем позициям была абсолютно пригодна для реализации концепции биосферных заповедников.

В 1994 г. по инициативе Коми филиала Академии наук СССР был создан национальный природный парк «Югыд Ва», включающий один из крупнейших сохранившихся в Европе массив первичных бореальных лесов. В 1995 г. национальный парк Югыд Ва» вместе с Печоро-Илычским заповедником был включен в Список Мирового наследия ЮНЕСКО как «Девственные леса Коми» [7].

В 2001 году Всемирную сеть биосферных резерватов Урала пополнил заповедник «Висимский». В его границах выделена ключевая орнитологическая территория международного значения «Висимский заповедник и его окрестности» как место гнездования таежных птиц.

В 2012 г. на 24-ой сессии Международного координационного совета МАБ [8] был утвержден комплексный биосферный резерват ЮНЕСКО «Башкирский Урал». В 2018 г. на заседании 30-й сессии Международного координационного совета программы ЮНЕСКО «Человек и биосфера» в г. Палембанге (Индонезия) было принято решение о создании на Южном Урале биосферного резервата «Горный Урал». В состав биосферного резервата включены особо охраняемые природные территории: национальный парк «Таганай», Аршинский заказник, памятники природы

«Озеро Тургояк», «Озеро Серебры» и «Озеро Уфимское», «Река Киалим», «Река Куштумга», «Луковая поляна» [9].

Таким образом, можно утверждать, что Программа МАБ была принята в научном сообществе СССР и России, она выполняла консолидирующую роль, объединив ученых разных направлений: Росгидромета, научных географических и биологических школ.

Однако, развитие программы МАБ-ЮНЕСКО в России имеет национальную специфику, поскольку основные ее положения противоречат «ортодоксальной» идее заповедного режима — режима абсолютной неприкосновенности. В соответствии с поставленными задачами все биосферные резерваты должны были включать в себя три функциональные зоны: ядро, буферную и переходную (которую часто называют территорией сотрудничества). Причем формирование буферной и транзитной зоны должны иметь равное значение, как и зона заповедная. По мнению многих отечественных ученых [10] внедрение концепции биосферных заповедников идет в разрез с устоявшимися традициями заповедного дела в стране. Во всех иных странах основной принцип территориальной охраны природы — их открытость для всех желающих, поэтому поддерживалась идея создания не заповедников, а национальных парков. Сегодня во всем мире наблюдается тенденция охраны культурных ландшафтов — ландшафтов, где проживают и ведут традиционное природопользование и хозяйство местные жители и лишь только потом возникают иные варианты ОПТ, адаптированные к различным участкам природных территорий, в которых делается акцент на охрану культурных ценностей [10].

В этом контексте биосферные резерваты имеют преимущества. Наличие в пространственной структуре зон сотрудничества может обеспечить адекватный доступ к рекреационным ресурсам, т.е. развитие организованного, контролируемого доступа населения на охраняемые

территории в целях экопросвещения или активного отдыха. В этом мы видим перспективы развития биосферных резерватов и их дальнейший вклад в устойчивое природопользование региона.

### *Литература*

1. *Неронов В.М., Луцкина А.А.* История и дальнейшие задачи развития программы ЮНЕСКО «Человек и биосфера» (МАБ) и сети биосферных резерватов России // Проблемы постсоветского пространства. Т.5. №4. 2018. С.336-350.

2. Российский комитет Программы «Человек и Биосфера» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://unesco.ru/activity/mab/>. Дата обращения: 14.03.22 г.

3. *Чибилев А.А., Чибилева Т.В.* Уральская горно-равнинная страна как ключевой мегарегион Евразии для развития непрерывной сети природных резерватов // Вопросы географии / Русское географическое общество. Сб 152. Человек и биосфера/ Отв.ред. В.М.Котляков, Ю.П.Баденков. М.: Медиа-пресс, 2021. С.167-201

4. Природное наследие Урала. Разработка концепции регионального атласа / под науч. ред. чл.-корр. РАН А.А. Чибилёва и акад. РАН В.Н. Большакова. Екатеринбург: РИО УрО РАН. 2012.

5. *Большаков В.Н., Кузнецова И.А.* Особо охраняемые природные территории Свердловской области // Вопросы географии/ Русское географическое общество. Сб.143 М. Издательский дом «Кодекс». 2017. С.134-143.

6. *Чибилев А.А., Тишков А.А.* История заповедной системы России. М.: РГО, Постоянная природоохранительная комиссия. 2018.

7. *Неронов В.М.* Развитие концепции биосферных заповедников и трансграничного сотрудничества в рамках Программы ЮНЕСКО «Человек и биосфера» // Астраханский вестник экологического образования. №4 (22). 2012. С.105-109.

8. Биосферный резерват «Башкирский Урал» / Национальный парк «Башкирия» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://npbashkiria.ru/biosfernyj-rezervat-bashkirskij-ural> Дата обращения 23.03.22г.

9. *Яковлев А.М., Лагунов А.В.* На границе Европы и Азии. Биосферный заповедник «Горный Урал» // Вестник Комиссии Российской Федерации по делам ЮНЕСКО. №37. 2018. С.18-27.

10. *Большаков В.Н., Кузнецова И.А.* Особо охраняемые природные территории Свердловской области // Вопросы географии/ Русское географическое общество. Сб.143 М. Издательский дом «Кодекс». 2017. С.134-143.

*Tatyana Chibileva*

**THE MOUNTAIN-PLAIN SYSTEM OF THE URALS  
IN THE UNESCO PROGRAM "MAN AND BIOSPHERE "**

*Orenburg State Pedagogical University, Russia*

The article considers the scheme of development of the geographical network of specially protected natural areas within the Ural mountain-plain country, which most closely meets the principles of continuity, representativeness and uniformity laid down in the UNESCO Program "Man and the Biosphere". The granting of the status of UNESCO

biosphere reserves to some objects of the Ural reservation fund at the turn of the XX-XXI centuries ascertains the efforts of domestic naturalists to create a single continuous network of protected areas of this megaregion. The contribution of the MAB-UNESCO Program to the development of a modern national network of protected areas in the mountainous Urals is considered. The relevance of the MAB Program at the present stage and its potential for solving the global challenges of the XXI century are shown.

*Научное издание*

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ  
ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

*В трех томах*

**ТОМ 2**

Издание подготовлено в авторской редакции

Технический редактор  
Дизайн обложки

В оформлении обложки использовано  
фото из коллекции Глеба Александровича Болботова



Подписано в печать 05.07.2022 г. Формат 60×84/16.  
Бумага офсетная. Печать офсетная. Гарнитура Таймс.  
Усл. печ. л. 32,67. Тираж 200 экз. Заказ .

---

Российский университет дружбы народов  
115419, ГСП-1, г. Москва, ул. Орджоникидзе, д. 3

---

Типография РУДН  
115419, ГСП-1, г. Москва, ул. Орджоникидзе, д. 3, тел. 952-04-41

*Для заметок*

---

*Для заметок*

---

*Для заметок*

---