

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный университет геосистем и технологий»
(СГУГиТ)

ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ

XXI Международный научный конгресс

Сборник материалов в 8 т.

Т. 3

Международная научная конференция

**«ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ СИБИРИ
И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА. ЭКОНОМИКА
ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ, ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО,
ЛЕСОУСТРОЙСТВО, УПРАВЛЕНИЕ
НЕДВИЖИМОСТЬЮ»**

Новосибирск
СГУГиТ
2025

Ответственные за выпуск:

Доктор экономических наук, профессор, член-корреспондент РАН,
зам. директора ИЭОПП СО РАН, г. Новосибирск
В. И. Сулов

Руководитель Управления Федеральной службы государственной регистрации,
кадастра и картографии по Новосибирской области, г. Новосибирск
С. Е. Рягузова

Доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой техносферной безопасности,
СГУГиТ, г. Новосибирск
В. И. Татаренко

- С26 Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XXI Международный научный конгресс, 21–22 мая 2025 г., Новосибирск : сборник материалов в 8 т. Т. 3: Международная научная конференция «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью». – Новосибирск : СГУГиТ, 2025. – 306 с. – ISSN 2618-981X. – Текст : непосредственный.
DOI 10.33764/2618-981X-2025-3

В сборнике опубликованы материалы XXI Международного научного конгресса «Интерэкспо ГЕО-Сибирь», представленные на Международной научной конференции «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью».

Печатается по решению редакционно-издательского совета СГУГиТ

Материалы публикуются в авторской редакции

Издание может содержать сведения об иностранных агентах

В. А. Калюзин^{1✉}, А. А. Ильин¹, В. Е. Мизин¹

Профессиональное самоопределение молодежи: профессиональная проба «Топограф-геоматик»

¹Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: kaluzhin@mail.ru

Аннотация. Как известно, профессиональное самоопределение молодежи является одной из приоритетных государственных задач. Анализ теории и опыта проведения профессиональной ориентации молодежи показал, что в первом десятилетии XXI века в России на базе основного и общего образования, приступили к созданию системы профессионального самоопределения школьников. Сейчас определены принципы, комплексный подход конструирования этой системы и разработан ряд методов профориентационной работы. Отмечают, что основной проблемой профессионального самоопределения является поиск компромисса между интересами обучающихся и потребностями государства в полной мере. Разрешение этой проблемы осуществляется по двум направлениям: через внедрение модели профпробы 360⁰ и путем интеграции систем основного (общего) образования, среднетехнического и высшего образования при активном взаимодействии с профессиональным сообществом. Предложена профессиональная проба «Топограф-геоматик». В результате проведенного эксперимента в Техническом лицее при СГУГиТ было доказано, что предлагаемая профессиональная проба позволяет создать среду для формирования у них способности к профессиональному самоопределению, которая необходима на протяжении всей жизни для обеспечения востребованности на рынке труда. Научная новизна заключается в применении метода нормирования рабочего времени (фотофиксация рабочего времени) при разработке технологической карты профпробы, что позволяет повысить эффективность профессиональной ориентации молодежи. Практическая значимость заключается в том, что профессиональная проба опробована и доведена до практического применения. Направление дальнейших исследований предполагает разработку новых разнообразных моделей ситуации и рельефа. Также предложено создать в вузах в рамках приемной комиссии центр по профессиональному самоопределению как школьников, так и студентов, затрудняющихся в выборе своей профессиональной траектории.

Ключевые слова: профессиональное самоопределение молодежи, система, методы, проблема, профпроба, технологическая карта, фотография рабочего времени, эксперимент, анализ, предложение

V. A. Kalyuzhin^{1✉}, A. A. Ilyin¹, V. E. Mizin¹

Professional self-determination of youth: professional test "Topographer-geomatik"

¹Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: kaluzhin@mail.ru

Abstract. As you know, professional self-determination of young people is one of the priorities of the state. An analysis of the theory and experience of youth vocational guidance has shown that in the first decade of the twenty-first century in Russia, on the basis of basic and general education, they began to create a system of professional self-determination of schoolchildren. The principles and an

integrated approach to the design of this system have now been defined and a number of methods of career guidance have been developed. It is noted that the main problem of professional self-determination is the search for a compromise between the interests of students and the needs of the state in full. The solution to this problem is carried out in two directions: through the introduction of the 360⁰ proficiency test model and through the integration of basic (general) education, secondary technical and higher education systems with active interaction with the professional community. The professional test "Topographer-geomatik" is proposed. According to the results of an industrial experiment at the Technical Lyceum at SSUGiT, it was proved that the proposed new professional test allows them to create an environment for the formation of their ability to professional self-determination, which is necessary throughout their lives to ensure demand in the labor market. The scientific novelty lies in the application of the method of rationing working hours (photographs of working hours) in the development of a technological test card, which makes it possible to increase the effectiveness of professional orientation of young people. The practical significance lies in the fact that the professional sample has been tested and brought to practical use. Further research can be directed towards the development of various models of the situation and terrain. It is also proposed to create a center for professional self-determination of both schoolchildren and students who find it difficult to choose their professional trajectory in universities within the admissions committee.

Keywords: professional self-determination of youth, system, methods, problem, vocational test, technological map, working time photography, experiment, analysis, proposal

Введение

Как известно, большинство школьников испытывают затруднения при выборе профессии, так как они не готовы самостоятельно и объективно оценить востребованность тех или иных специалистов на рынке труда и сопоставить профессиональные компетенции со своим уровнем знаний, умений и навыков [1].

Отмечают, что профессия, выбранная молодыми людьми в соответствии со своими наклонностями и направленностями, в том числе с учетом современного общественного разделения труда, не приводит их к разочарованию в своей профессиональной деятельности. Они, как правило, удовлетворены своей работой и мотивированы к дальнейшему профессиональному росту. Следствием этого является повышение эффективности и производительности труда на предприятиях и снижение затрат государства на переобучение молодых специалистов [1].

Поэтому профессиональное самоопределение молодежи (школьников) является одной из приоритетных государственных задач. Для решения этой задачи с 2010 г. на уровне регионов, в рамках основного и общего образования, приступили к созданию системы профессионального самоопределения школьников S [1].

Считают, что моделирование системы S должно опираться на следующие основополагающие требования и положения. Система должна быть открытой и динамической системой, т.е. она должна быть способна к трансформации в зависимости от уровня образования, современных технологий в педагогике и в производственной сфере. За основу ее конструирования принят ряд принципов (системности, непрерывности, многоуровненности и технологичности) и комплекс подходов: кластерный, системный, компетентностный, персонифицированный [1].

Тогда систему S представим в виде четырех подсистем

$$S = (Ш, У, Д, В). \quad (1)$$

На вход системы поступает подсистема школьников, которая состоит из трех множеств $Ш = (О, С, Н)$: $О$ – обучающихся; $С$ – склонностей и $Н$ – направленностей обучающихся.

На выходе системы S является множество выбранных профессий $В$, которое формируется в процессе деятельности школьников $Д$ под воздействием управляющих параметров $У$.

Конечное множество управляющих параметров $У$ представим в идее трех подсистем: требований и ограничений (перечень востребованных профессий в регионе вследствие изменения структуры экономики страны), в том числе влияние семьи и ближнего окружения $Т$; ресурсы на проведения профессиональной ориентации (материально-техническое обеспечение и время) $Р$ и педагогические технологии и методы $П$

$$У = (Т, Р, П).$$

В аспекте педагогических технологий и методов $П$ в нашей стране имеется большой опыт и ряд методических наработок, доведенных до практического применения. Разработаны и внедрены в практику профориентации молодежи двадцать четыре метода, которые разделяют на четыре группы: информационно-просветительские; диагностические; психологические и экспертно-консультативные. На практике наиболее широко применяют методы первой и второй групп [1].

Деятельность школьников $Д$ должна осуществляться под руководством педагога (наставника или специалиста), при этом она включает два этапа.

На первом этапе у школьников формируется ключевая способность к профессиональному самоопределению.

На втором этапе они производят выбор профессии по формуле «могу-хочу-надо» [1]. Другими словами, должен быть найден компромисс между интересами обучающихся и потребностями государства, т.е. каждый обучающийся должен выбрать будущую профессию с учетом своих склонностей и направленностей и востребованности на рынке труда

$$\forall o_i \in O, \exists c_i \wedge n_i \Leftrightarrow v_j \in B. \quad (2)$$

Следует подчеркнуть, что выполнение указанного условия (2) на практике крайне затруднено в полной мере. Школам затруднительно организовать и провести профессиональную ориентацию по всему спектру профессий. Сейчас их насчитывается более 2 тысяч [2]. Это потребует большого количества времени.

Разрешение этой проблемы осуществляется по двум направлениям: через внедрение модели профпробы 360° [2] и путем интеграции систем основного (общего) образования, среднетехнического и высшего образования при активном взаимодействии с профессиональным сообществом [3-6].

В этой связи разработка профессиональной пробы в сфере цифровой топографии является актуальной задачей.

Объектом исследования является технология создания цифрового топографического плана наземными методами.

Предметом исследования является разработка профессиональной пробы производства автоматизированной тахеометрической съемки с элементами полевого кодирования и оформления цифрового топографического плана.

Целью работы является разработка профессиональной пробы «Топограф-геоматик».

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- анализ теории и опыта проведения профессиональной ориентации школьников;
- разработка технологической схемы краткосрочной профессиональной пробы;
- изготовление макетов некоторых топографических объектов;
- анализ фотофиксации рабочего времени проведения профессиональной пробы;
- проведение эксперимента в Техническом лицее при СГУГиТ.

Методы и результаты

При решении вышерассмотренных задач были применены: поисковый, системный анализ, фотофиксация рабочего времени и аналитический методы.

С технологической точки зрения профессиональная проба должна включать следующие структурные элементы [5]: общие сведения; содержание; материально-техническое обеспечение и рефлексия.

Для раскрытия содержания, в том числе деятельность школьников и наставника, в процессе прохождения профессиональной пробы «Топограф-геоматик» (профпроба) разработали технологическую схему краткосрочной профпробы. Она включает четыре этапа: вводный; полевой; камеральный и опрос.

На первом этапе рассматриваются общие сведения о тахеометрической съемке и постановка квазипрофессиональной задачи.

На втором этапе производится автоматизированная тахеометрическая съемка с элементами полевого кодирования топографических объектов ситуации.

На третьем этапе выполняют экспорт-импорт результата тахеометрической съемки и оформление цифрового топографического плана в ТИМ Кредо_ДАТ.

На завершающем этапе проводится опрос и анализ результата анкетирования (табл. 1).

Анкета участника профессиональной пробы «Топограф-геоматик»
(автор Л.А.Максименко)

№ п/п	Наименование	Оценочная шкала -10 0 +10
1	Меня привлекает работа с геодезическими приборами	
2	Мне бы хотелось повторить работу с геодезическим прибором и подробнее изучить его	
3	Запишите название геодезического прибора, с которым вы работали	
4	Результаты камеральной обработки данных мне понятны	
5	Запишите название программы, в которой вы работали	
6	Мне запомнилась поддержка студентов наставников	
7	Все, что рассказали преподаватели мне было понятно	
8	Оцените свои возможности поступления в ВУЗ	
9	Оцените свое желание поступления в СГУГиТ	
10	Ваше настроение в данный момент:	

В качестве материально-технического обеспечения выбраны: электронный тахеометр GTS-236, комплект вспомогательного оборудования для тахеометрической съемки (штатив, веха с отражателем, рулетка 3 м и планшет) и программный модуль ТИМ Кредо_ДАТ.

Для имитации участка местности изготовили деревянные макеты некоторых топографических объектов: отдельно стоящее хвойное и лиственное дерево, ряд кустарников, опоры ЛЭП (рис. 1).

С целью оптимизации трудозатрат выполнили фотофиксацию рабочего времени профпробы [7]. Здесь в качестве испытуемых являлись студенты первого курса (БЗ-1), а наставников – студенты второго курса (БЗ-2). Общее количество студентов на полевом и камеральном этапах составило восемь человек из расчета, что одновременно проходят профпробу 12-16 школьников, т.е. 3-4 школьника на одного наставника [6].

Анализ результатов фотофиксации рабочего времени профпробы показал, что на подготовку площадки (условной местности и рабочих мест) требуется порядка 30-40 минут, а время на прохождение профпробы составило 130 минут.

Здесь следует отметить, что студенты первого курса испытывали затруднения при составлении абриса и кодовых выражений для топографических объектов. Также им было сложно сориентироваться в интерфейсе электронного тахеометра GTS-236.

Для уменьшения затруднений и сокращения времени на прохождение профпробы разработали специальную форму абриса (рис. 1) и составили последовательность действий школьника на станции (табл. 2).

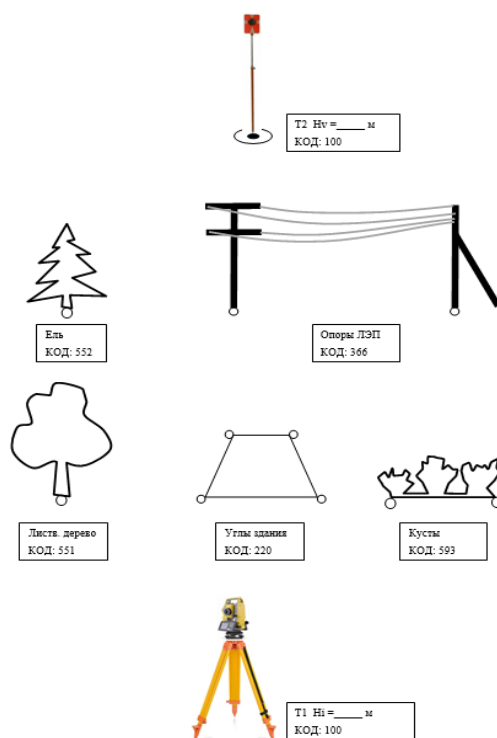


Рис. 1. Абрис

Кроме этого, провели тренинг студентов второго курса в аспекте подготовки площадки и деятельности на полевом и камеральном этапах.

Таблица 2

Последовательность действий школьника на станции

Наименование	Экран	Клавиша	Команда	Результат (пример)
Включение		POWER		
Подсветка		Э - F1 – ESC		
Выбор программы		MENU		
Создание проекта	F1: Съёмка	F1		
		F1	Ввод Бук/Циф	Имя = 10A11
		F4	ОК	
Описание станции	F1: Станция	F1		
	→Станция	F1	Ввод Бук/Циф	Станц.= T1
		F4	ОК	
	→Код	F1	Ввод Бук/Циф	Код = 100
		F4	ОК	
	→H _i	F1	Ввод Бук/Циф	H _i = высота прибора

		F4	ОК	
	Сохранение	F3	ДА	
	Сохранение	F3	ДА	
Ориентирова- ние	F2: Задняя точка	F2		
	→ЗТ#	F1	Ввод Бук/Циф	ЗТ# = Т2
		F4	ОК	
	→Код	F1	Ввод Бук/Циф	Код = 100
		F4	ОК	
	→Нv	F1	Ввод Бук/Циф	Нv = 2.000, высота отражателя
		F4	ОК	
	<i>Наведение на ориентирный пункт</i>			
	Обнуление	F2	0° ГК	
	Измерение	F3	Измр.	
	ГК, S, h	F2	S	
	Сохранение	F3	ДА	
Координирова- ние пикетов	F3: Измерения	F3		
	<i>Наведение на пикет</i>			
	→Точка	F1	Ввод Бук/Циф	Номер пикета = 1, 2, 3, ... n
		F4	ОК	
	→Код	F1	Ввод Бук/Циф	Код = см. абрис
		F4	ОК	
	→Нv	F1	Ввод Бук/Циф	Нv = 2.000, высота отражателя
		F4	ОК	
	Измерение	F4		
	Сохранение	F3	ДА	

В итоге затраченное время на подготовку рабочего места составило не более 15 минут, а время прохождения профпробы не превышает 60 минут (табл. 3).

Распределение времени по этапам

№ п/п	Наименование этапа	Место проведения в СГУГиТ	Время, мин.
1	Вводный	215 ауд.	10
2	Полевой	Спортзал	30
3	Камеральный	217 ауд.	10
4	Опрос	218 ауд.	10
Итого			60

Производственный эксперимент и обсуждение

Для проведения производственного эксперимента были привлечены лицеисты: по 12 человек из 10-го и 11-го классов Технического лицея при СГУГиТ.

Полевой этап проводился в спортзале СГУГиТ. Здесь группу лицеистов разделили на бригады по три человека. Первый член бригады, руководствуясь табл. 2, выполнял измерения, т.е. определял координаты пикетов и вводил коды. Второй сличал объект на абрисе с объектом на условной местности и подсказывал первому кода объекта. Третий перемещался от объекта к объекту и устанавливал вешку с отражателем в отвесное положение с помощью круглого уровня (рис.12^а и 12^б).

Иллюстрация отдельных процессов прохождения профпробы лицеистами 11-го класса представлена на рис. 2.

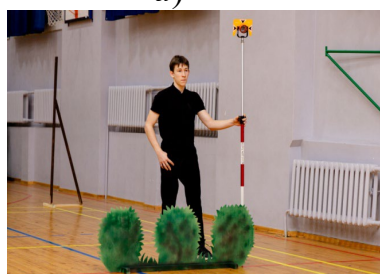
По завершении координирования пикетов наставник с участием лицеистов производили экспорт результата съемки на USB-флеш-накопитель.



а)



б)



в)



г)

Рис. 2. Отдельные процессы и этапы профессиональной пробы: а – работа на станции; б – съемка отдельно стоящего лиственного дерева; в – съемка кустарников; г – работа в 217 аудитории на камеральном этапе.

На камеральном этапе в 217 ауд. в программном модуле ТИМ Кредо_ДАТ бригада производила импорт результаты съемки. Далее вводились координаты станции и ориентирного пункта. Затем после обработки создавали линию ЛЭП и контур строящегося здания. Все остальные топографические объекты формировали автоматически на основании полевого кодирования (рис. 3).

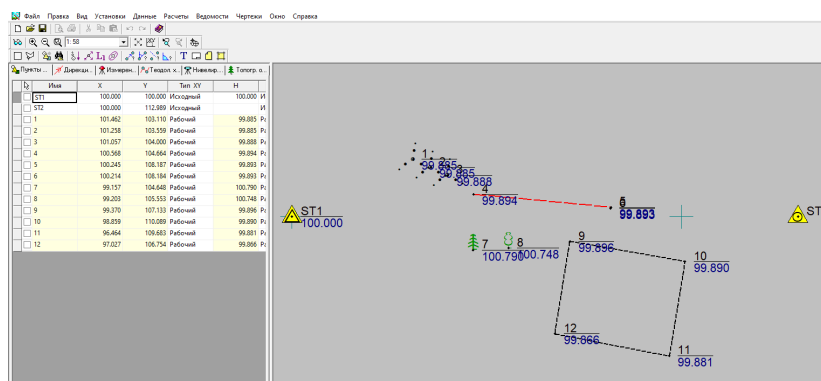


Рис. 3. Вид цифрового топографического плана в графическом окне ТИМ Кредо_ДАТ

На завершающем этапе профпробы лицеисты проходили анкетирование (табл. 1). Здесь следует отметить, что представленная шкала оценок ± 10 вызывала затруднения как у лицеистов, так и при анализе результатов анкетирования. Рефлексию производили по трем оценкам:

- 1) *организации профпробы* - сумма баллов на вопрос 6 и 10;
- 2) *представления о технологии* создания цифрового топографического плана тахеометрическим методом – сумма баллов на вопрос 3, 4, 5, 7;
- 3) *интерес к профессии* – сумма баллов на вопрос 1, 2, 8, 9.

Организацию проведения профпробы на удовлетворительно и хорошо оценили 89 % лицеистов 10-го класса и 84 % – 11-го класса.

Почти у всех лицеистов (в 10-м классе – 93 %, в 11-м классе 90 %) по результатам прохождения профпробы сформировалось общее представление о технологии создания цифрового топографического плана тахеометрическим методом.

К профессии «Топограф-геоматик» проявили интерес 71 % лицеистов 10-го класса и 65 % в 11-го класса. Некоторые из них (не более 5 %) не исключают поступление в СГУГиТ.

На основании вышерассмотренных результатов авторы пришли к следующим выводам:

- организацию проведения профпробы можно оценить на удовлетворительно;
- разработанные специальная форма абриса и методические указания по выполнению профессиональных действий на соответствующих этапах позволило сформировать общее представление о технологии создания цифрового топографического плана с помощью современных геодезических приборов и программного обеспечения;
- 30 % лицеистов решили, что эта профессия не отвечает их интересам;
- 70 % лицеистам было интересно попробовать себя в роли современного топографа и порядка 5 % не исключают поступление в СГУГиТ.

Заключение

Таким образом, предлагаемая новая профессиональная проба «Топограф-геоматик» позволяет создать среду для формирования у них способности к профессиональному самоопределению, которая необходима на протяжении всей жизни для обеспечения востребованности на рынке труда.

Научная новизна заключается в применении метода нормирования рабочего времени (фотофиксация рабочего времени) при разработке технологической карты профпробы, что позволяет повысить производительность труда и уменьшить простои при проведении профессиональной ориентации молодежи.

Практическая значимость заключается в том, что профессиональная проба апробирована и доведена до практического применения.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на разработку разнообразных моделей ситуации и рельефа.

Также назрела необходимость в создании центра профессионального самоопределения молодежи в вузах, например, в рамках приемной комиссии, где должна осуществляться деятельность по трем направлениям:

- консультация и диагностика;
- профессиональные пробы;
- экскурсии на предприятия и встречи со специалистами.

Главная функция центра должна быть разработка плана мероприятий и организация профориентационной работы с молодежью, в том числе со студентами, которые решили изменить свою профессиональную траекторию.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шимлина, И. В. Методика профессиональной ориентации школьников в процессе обучения географии : методическое пособие / И. В. Шимлина, Н. В. ИONOва ; Новосибирский государственный педагогический университет. - Новосибирск : НГПУ, 2023. - 160 с.
2. Смирнов, А. Ю. Профессиональные пробы по методу 360° / А. Ю. Смирнов // Интерактивное образование. – 2019. – № 1. – С. 25-27.
3. Тарасов С. В., Спасская Е. Б. Роль профориентационной деятельности педагогического вуза в профессиональном самоопределении абитуриентов // Образование и наука. 2023. Т. 25, № 10. С. 45–75. DOI: 10.17853/1994-5639-2023-10-45-75
4. Nematovich, B. (2024). Methodology for Shaping the Professional Orientation of High School Students in the Context of Higher and Secondary Education Integration: A Short Review. ASEAN Journal of Community Service and Education, 3(2), 111-118. Retrieved from. URL: <https://ejournal.bumipublikasinusantara.id/index.php/ajcse/article/view/576/443> (дата обращения 15.01.2025).
5. Калюжин, В. А. Профессиональная проба "Инженер геоматики" / В. А. Калюжин, Л. Н. Калюжина // Актуальные вопросы образования. – 2023. – № 1. – С. 199-206. – DOI 10.33764/2618-8031-2023-1-199-206.
6. Калюжин, В. А. Опыт проведения профессиональной пробы в массовом режиме / В. А. Калюжин, Л. Н. Калюжина, Л. А. Максименко // Социально-экономические процессы современного общества : Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Чебоксары, 29 мая 2024 года. – Чебоксары: Общество с ограниченной ответственностью «Издательский дом «Среда», 2024. – С. 240-247. – DOI 10.31483/r-112150.
7. Лукьянчикова Т. Л., Ямщикова Т. Н. Теория и практика применения нормирования трудового процесса с использованием фотографии рабочего времени // Вестник ОрелГАУ. 2017. №6 (69). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/teoriya-i-praktika-primeneniya-normirovaniya-trudovogo-protsessa-s-ispolzovaniem-fotografii-rabochego-vremeni> (дата обращения: 24.02.2025).

© В. А. Калюжин, А. А. Ильин, В. Е. Мизин, 2025

П. В. Мучин^{1✉}, М. П. Мучин²

Особенности аттестации работников, выполняющих полевые геодезические (кадастровые, землеустроительные) работы в условиях повышенной опасности

¹Сибирский государственный университет геосистем и технологий,

г. Новосибирск, Российская Федерация

²Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики,

г. Новосибирск, Российская Федерация

e-mail: p.v.muchin@ssga.ru

Аннотация. Представлены возможные виды полевых геодезических работ в условиях повышенной опасности. Проанализированы нормативные правовые акты, определяющие требования к подготовке и аттестации работников, выполняющих геодезические работы в полевых условиях. Показан опыт СГУГиТ по оказанию консультативной и практической помощи геодезическим организациям в проведении дополнительной аттестации исполнителей геодезических работ в полевых условиях. Отмечены возможности подготовки и аттестации студентов по охране труда, отдельным областям промышленной безопасности, оказанию первой помощи пострадавшим, электробезопасности и другим направлениям.

Ключевые слова: полевые геодезические работы, повышенная опасность, безопасность, нормативные правовые акты, аттестация работников по отдельным областям производственной безопасности

P. V. Muchin^{1✉}, M. P. Muchin²

Features of certification of workers performing field geodetic (cadastral, land management) Surveys in conditions of increased danger

¹Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

²Siberian State University of Telecommunications and Informatics,

Novosibirsk, Russian Federation

e-mail: p.v.muchin@ssga.ru

Annotation. Possible types of field geodetic Surveys in conditions of increased danger are presented. Regulatory legal acts defining requirements for training and certification of workers performing geodetic Surveys in field conditions are analyzed. The experience of SSUGT in providing advisory and practical assistance to geodetic organizations in conducting additional certification of performers of geodetic Surveys in field conditions is shown. Legal possibilities for training and certification of students in labor protection, individual areas of industrial safety, first aid to victims, electrical safety and other areas are noted.

Keywords: field geodetic Surveys, increased danger, safety, regulatory legal acts, certification of workers in individual areas of industrial safety

Введение

Для раскрытия темы исследования определим, что полевые условия при выполнении различных работ «геодезической направленности» могут быть одинаковыми. В этом случае нами предлагается под геодезическими работами понимать: кадастровые и землеустроительные работы, топографо-геодезические и инженерно-изыскательские работы, маркшейдерские работы и др. [1].

В полевых условиях геодезическую информацию получают разными методами с применением специальных инструментов (приборов). Полевые геодезические работы очень часто выполняются при негативном воздействии вредных и/или опасных факторов внешней среды. Геодезические измерения могут проводиться на опасных производственных объектах (ОПО). Условия безопасной эксплуатации ОПО определяются множеством нормативных правовых актов (НПА), в том числе и соответствующим федеральным законом [2].

В условиях повышенной опасности могут выполняться следующие виды полевых геодезических работ:

- геодезическая съемка электроустановок, подкрановых путей;
- геодезические наблюдения фундаментов турбогенераторов, паровых и водогрейных котлов;
- геодезические наблюдения за несущими колоннами в технологических цехах;
- геодезическая съёмка мест захоронения радиоактивных отходов и др.

Очевидно, что выполнение полевых геодезических работ в условиях повышенной опасности, кроме соответствующей профессиональной подготовки, определяет дополнительные требования к персоналу, в том числе:

- возраст не менее 18-и лет;
- отсутствие медицинских противопоказаний;
- получение инструктажей;
- применение индивидуальных средств защиты;
- прохождение дополнительного специального обучения (подготовки);
- аттестации (проверка знаний) по отдельным областям безопасности и др.

Далее подробно будут рассмотрены виды и организация дополнительной аттестации работников, выполняющих полевые геодезические работы.

Методы и материалы

С учетом имеющегося практического опыта у одного из авторов в области «геодезии» и в области «обеспечения безопасности» отметим, что достижение безопасности при выполнении полевых геодезических работ является актуальной и достаточно трудновыполнимой проблемой.

Как было отмечено выше, важным элементом обеспечения безопасности при выполнении полевых геодезических работ в условиях высокого риска негативного воздействия внешней среды, является дополнительная подготовка и аттестация исполнителей работ.

Направления дополнительной аттестации работников, исполнителей полевых геодезических работ нами предлагается сгруппировать следующим образом.

1. В соответствии с требованиями НПА определяется обязательная подготовка и проверка знаний (аттестация) для всех категорий работников:

- обучение и проверка знаний требований охраны труда по разным программам (для руководителей и специалистов, работников рабочих профессий, специалистов по охране труда и др.);
- по оказанию первой помощи пострадавшим;
- по противопожарной безопасности;
- по аттестации на I группу электробезопасности.

Для работников, использующих индивидуальные средства защиты, организуется соответствующее обучение по их правильному применению.

2. Дополнительно к направлениям обязательной аттестации (пункт 1), в зависимости от условий труда, определяются и другие виды обязательной аттестации. Обычно необходимость дополнительной аттестации отражается в условиях объявляемого тендера на выполнение работ, а также указывается заказчиком работ в техническом задании (возможно иных документах) при оформлении договора на выполнение работ. Возможные направления дополнительной аттестации работников:

- в соответствии с НПА по разным областям промышленной безопасности, в том числе при выполнении работ на ОПО;
- при выполнении работ в особых условиях пожарной опасности организуется обучение по специальным программам противопожарных инструктажей;
- при выполнении работ на высоте;
- при выполнении работ, связанных с подъемом и перемещением грузов;
- при выполнении работ в условиях, где определены специальные требования экологической безопасности;
- при выполнении работ, где требуется аттестация не ниже II группы по электробезопасности.

Очевидно, что возможны и другие виды дополнительной аттестации работников, выполняющих полевые геодезические работы.

Актуальность проблемы прохождения дополнительной аттестации для работников (геодезистов), выполняющих геодезические работы в полевых условиях с повышенной опасностью можно отметить опытом работы Центра безопасности труда СГУГиТ:

- работники Центра периодически оказывали практическую и консультативную помощь многим организациям, выполняющим геодезические работы, в решении вопросов дополнительной аттестации своих работников;
- Центром организовывалась дополнительная аттестация работников нашего университета, направляемых для выполнения полевых геодезических работ, в том числе в соответствии с техническим заданием: в области промышленной безопасности, электробезопасности, работы на высоте и др.

Подготовка и проверка знаний как по обязательным направлениям безопасности для всех работников организаций, так и по дополнительным направлениям

для работников, выполняющих работы в условиях повышенной опасности, процесс достаточно сложный и часто требующий значительных финансовых затрат. Нормативные правовые акты определяют, как правило, возможность пройти аттестацию:

- в государственных органах (Ростехнадзор и др.);
- в аккредитованных организациях, то есть имеющих специальное разрешение (лицензию) на определенный вид деятельности и имеющих право оказывать соответствующие услуги сторонним организациям;
- в собственных аттестационных (квалификационных) комиссиях предприятий (организаций, учреждений) [3-6].

Следует отметить, что пройти аттестацию, особенно в государственных органах надзора, достаточно сложно. Тестирование выполняется с использованием компьютерных программ с жестким ограничением по времени. Билеты тестирования постоянно обновляются и формируются из сотен контрольных вопросов, подготовленных на основе десятков нормативных правовых актов.

Далее покажем возможные варианты решения вопросов дополнительной аттестации для работников, выполняющих геодезические полевые работы в условиях повышенной опасности.

Результаты

Основные нормативные правовые акты, определяющие процедуру подготовки и проверки знаний (аттестации) работников по отдельным направлениям обеспечения производственной безопасности, допускают, как правило, в комиссиях, создаваемых самими организациями. При этом, зачастую, определяются требования по формированию аттестационных (квалификационных) комиссий и устанавливаются некоторые ограничения по контингенту, имеющему право пройти аттестацию в своих комиссиях.

В своих комиссиях не проходят аттестацию работники из числа которых предполагается формировать собственные аттестационные комиссии. Также, как правило, процедуру аттестации в собственных комиссиях не проходят работодатели и, в некоторых случаях, другие руководители [3-6].

Наш опыт показывает, что организации, выполняющие полевые геодезические работы, как правило, относятся к микропредприятиям, то есть к организациям малого бизнеса. В этих условиях мы рекомендуем решать вопросы охраны труда через процедуру трудового аутсорсинга [7].

Геодезические микропредприятия могут создавать собственные аттестационные (квалификационные) комиссии с включением аттестованных членов комиссий других организаций – по согласованию. Подобный опыт практиковал Центр безопасности труда СГУГиТ при оказании соответствующих услуг организациям геодезического профиля.

Разнообразие направлений дополнительной аттестации предполагает необходимость обращения к организациям, имеющим право (лицензию) оказывать такие услуги. В этом случае рекомендуется обращаться в организации, которые курируются органами государственного надзора.

В любом случае целесообразно проверять компетенции обучающих организаций, например, в области охраны труда такая организация должна быть внесена в соответствующий реестр Минтруда России.

На наш взгляд остаются актуальными наши предложения по подготовке и аттестации по разным направлениям безопасности студентов, обучающихся в вузах. Например, студенты СГУГиТ, будущие «геодезисты», имеют потенциальную возможность пройти дополнительную аттестацию по месту учебы. При этом, наличие соответствующих «документов» повысит их конкурентоспособность, а работодатели будут более заинтересованы в специалисте, имеющем не только профессиональную подготовку, но и право войти в состав соответствующей аттестационной комиссии организации [8].

Также выпускающим кафедрам, осуществляющим подготовку специалистов «геодезического профиля», должно быть интересно предложение о введении специализированной дисциплины с возможным рабочим названием «Предаттестационная подготовка в области охраны труда, промышленной безопасности, пожарной и электробезопасности». [9, 10]

Наши предложения по реализации возможностей не только подготовки студентов к аттестации по направлениям безопасности, но и организации процедуры аттестации соответствуют положениям нормативных правовых актов [11, 12].

Заключение

В настоящей работе рассмотрены отдельные нормативные правовые акты, определяющие процедуру дополнительной аттестации по основным направлениям производственной безопасности. Подготовлены рекомендации, ориентированные на предприятия малого бизнеса, выполняющих полевые геодезические работы в условиях повышенной опасности.

С учетом возможностей в получении студентами дополнительных знаний, умений и навыков в процессе обучения, определенные Минобрнауки России, сформулированы предложения выпускающим кафедрам о возможности реализации дополнительной аттестации по отдельным направлениям производственной безопасности для студентов в период учебы [11, 12].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мучин П. В. Мучин М. П. Исследование правовых основ обеспечения безопасности при выполнении геодезических, кадастровых, землеустроительных и иных работ в полевых условиях // IV Национальная научно-практическая конференция find bride scam с международным участием «Регулирование земельно-имущественных отношений в России: правовое и геопрограмственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения» : сб. материалов в 3 Ч. Новосибирск, 17–19 ноября 2020 г., – Новосибирск : СГУГиТ, 2021. - Ч. 2. - С. 272-277.
2. Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.1997 № 116-ФЗ (ред. от 8.08.2024 г.) [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15234/?ysclid=lowapozqlz10339507/.
3. О порядке обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда. Постановление Правительства Российской Федерации от 24.12.2021 г. № 2464 (с изменениями

на 12.06.2024 г.) [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_405174/.

4. Об аттестации в области промышленной безопасности, по вопросам безопасности гидротехнических сооружений, безопасности в сфере электроэнергетики. Постановление Правительства Российской Федерации от 13.01.2023 г. № 13 (с изменениями на 21.10.2024 г.)

[Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1300598905/>.

5. Об утверждении Положения об аттестационных комиссиях по аттестации в области промышленной безопасности, по вопросам безопасности гидротехнических сооружений, безопасности в сфере электроэнергетики. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 6.07.2020 г. № 256 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/542672556/>.

6. Об утверждении правил по охране труда при эксплуатации электроустановок. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15.12.2020 г. № 903н (с изменениями на 29.04.2022 г.) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/573264184/>.

7. Мучин П.В. Возможности реализации аутсорсинга при обеспечении безопасности производственной деятельности в организациях // Международный научный конгресс «СИББЕЗОПАСНОСТЬ-СПАССИВ-2014. Совершенствование системы управления, предотвращения и демпфирования последствий чрезвычайных ситуаций регионов и проблемы безопасности жизнедеятельности населения»: сб. материалов. Новосибирск, 24-26 сентября 2014 г. – Новосибирск : СГГА, 2014. – С. 70-74.

8. Мучин П. В., Мучин М. П. Возможности организации дополнительной аттестации для обучающихся, ориентированных на выполнение полевых кадастровых (геодезических) работ на объектах с повышенными требованиями безопасности // VI национальная научно-практическая конференция с международным участием «Регулирование земельно-имущественных отношений в России: правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения», посвященная празднованию 90-летия НИИГАиК-СГГА-СГУГиТ : сб. материалов в 3 Ч. Новосибирск, 23–25 ноября 2022 г. – Новосибирск : СГУГиТ, 2022. - Ч. 2. - С. 3-8.

9. Мучин П.В. Возможности и целесообразность реализации специализированной дисциплины, включающей вопросы обеспечения безопасности при выполнении полевых геодезических (кадастровых) работ в условиях повышенной опасности // Междунар. научно-методич. конф. «Актуальные вопросы образования. Современные тренды непрерывного образования в России»: сб. материалов в 3 Ч. Новосибирск, 25-28 февраля 2019 г. – Новосибирск : СГУГиТ, 2019. – Ч. 3. - С. 167-170.

10. Мучин П.В. Мучин М.П. Новые возможности применения проектного обучения при подготовке специалистов техносферной безопасности в свете ожидаемых изменений ФГОС // Междунар. научно-методич. конф. «Актуальные вопросы образования. Модель проблемно-ориентированного проектного обучения в современном университете»: сб. материалов в 3 Ч. Новосибирск, 24-26 февраля 2021 г. – Новосибирск : СГУГиТ, 2021. – Ч. 3. – С. 96-101.

11. Проект ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» в части совершенствования регулирования применения профессиональных стандартов в сфере профессионального образования» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://sozd.duma.gov.ru/bill/1076089-7/>.

12. О практической подготовке обучающихся. Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и Министерства просвещения Российской Федерации от 5.08.2020 г. № 885/390 (с изменениями на 18.11.2020) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/565697405/>.

© П. В. Мучин, М. П. Мучин, 2025

*П. В. Мучин*¹✉

**Кафедра геодезии НИИГАиК
на Чернобыльской АЭС: наука и люди**

¹Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: p.v.muchin@ssga.ru

Аннотация. Представлена информация об участии сотрудников кафедры геодезии Новосибирского института геодезии, аэрофотосъемки и картографии в ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС в период с 1986 по 1990 гг.

Ключевые слова: НИИГАиК, кафедра геодезии, Чернобыльская АЭС, турбоагрегаты, геодезические работы, ликвидаторы последствий аварии

*P. V. Muchin*¹✉

**Department of geodesy NIIGAiK
at the Chernobyl nuclear power plant: science and persons**

¹Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: p.v.muchin@ssga.ru

Annotation. Information is presented on the participation of employees of the Department of Geodesy of the Novosibirsk Institute of Geodesy, Aerial Photography and Cartography in the aftermath of the accident at the Chernobyl Nuclear Power Plant from 1986 to 1990.

Keywords: NIIGAiK, department of geodesy, Chernobyl nuclear power plant, turbine units, geodetic works, liquidators of the consequences of the accident

Введение

О крупнейшей техногенной аварии на Чернобыльской атомной электростанции написаны сотни научных работ, литературных произведений, сняты полнометражные фильмы и даже сериалы. В каждом регионе России общественные объединения участников ликвидации последствий аварии на ЧАЭС в печатном и мультимедийном виде стремятся сохранить воспоминания «ликвидаторов» и создают музеи, включающие предметы, документы и фотографии, отражающие нелегкие события тех лет.

В настоящей работе представлена краткая информация об исследованиях НИИГАиК, результаты которых способствовали возобновлению работы Чернобыльской АЭС в послеаварийный период, о научных сотрудниках и студентах института, принявших активное участие в ликвидации последствий аварии и проявивших мужество и самоотверженность.

Методы и материалы

В истории нашего учебного заведения, на наш взгляд, есть страницы, которые отражают нелегкие, но одновременно и славные годы. Среди них, это и пя-

тилетний период работы наших сотрудников на Чернобыльской атомной электростанции в послеаварийный период.

Моральное право на это дает та оценка нашей Родины, которую заслужил ряд наших товарищей, награжденных государственными наградами – орденами «Мужества».

В соответствии со статутом, орденом «Мужества» награждаются граждане за самоотверженный поступок, мужество и отвагу, проявленные при спасении людей, охране общественного порядка, в борьбе с преступностью, во время стихийных бедствий, пожаров, катастроф и других чрезвычайных обстоятельств, а также за смелые и решительные действия, совершенные при исполнении воинского, гражданского или служебного долга в условиях, сопряженных с риском для жизни.

На фотографии ниже представлены работники нашего вуза, награжденные орденами «Мужества» по Указу Президента Российской Федерации № 1191 от 7 ноября 1997 года.



Рис. 1. Слева на право: Никифоров Владимир Степанович; Малиновский Александр Леонидович; Лесных Иван Васильевич; Мучин Павел Васильевич; Амшинский Николай Николаевич.

Примечание. Амшинский Н.Н. работал на ликвидации аварии на ЧАЭС от ВПО «Инженерная геодезия».

Позднее орденом «Мужества» был награжден Ненахов Валерий Павлович.

На кафедре геодезии автор выполнял научно-исследовательскую работу (НИР) с 1978 по 1990 гг. в разных должностях от лаборанта до старшего научного сотрудника. Можно отметить, что все эти годы коллективом кафедры выполнялась научно-исследовательская работа одновременно по нескольким темам. Автору удалось принять участие в работах, выполняемых для таких организаций

как: Ленинградская АЭС, «Атоммаш», Чернобыльская АЭС, Беловская ГРЭС и ряд предприятий Новосибирска и других городов. Востребованность научных разработок кафедры геодезии всегда была на самом высоком уровне.

Научно-исследовательская работа на Чернобыльской АЭС выполнялась в соответствии с темой «Исследование деформаций сооружений и оборудования Чернобыльской АЭС». Договор на выполнение работ, заключенный НИИГАиК и администрацией Чернобыльской АЭС, предусматривал поэтапные геодезические наблюдения в период с 1985 по 1989 годы (позднее было оформлено продление работ до 1990 года). Тема НИР была закреплена за кафедрой геодезии в составе исполнителей:

- научный руководитель, к.т.н., доцент Лесных И. В.;
- ответственный исполнитель, старший преподаватель Малиновский А.Л.;
- старший научный сотрудник Мучин П.В.

Актуальность научно-исследовательской работы обусловлена задачей, определенной Государственным комитетом по науке и технике при СМ СССР в 1971 году. Было принято решение провести на соответствующих объектах экономики исследования статических и динамических деформаций и внутренних усилий в системе «Турбоагрегат-фундамент-основание» (ТФО) и разработать мероприятия, обеспечивающие высокую надежность этой системы.

К 1985 году на Чернобыльской АЭС эксплуатировались восемь турбоагрегатов мощностью по 500 МВт. На каждом турбоагрегате, в разных режимах работы, выполнялись высокоточные геодезические наблюдения (нивелирование короткими лучами) с целью определения изменений изгиба линий валопроводов (цепная линия роторов). Отдельно выполнялись геодезические измерения для определения деформаций питательных энергетических насосов.

Сложность выполнения геодезических работ была обусловлена следующими факторами.

Турбоагрегат представляет из себя сложную техническую систему, включающую в себя: генератор; цилиндр высокого давления (ЦВД) и четыре цилиндра низкого давления (ЦНД). Общая протяженность турбоагрегата порядка 65 метров.

В рабочем режиме валопровод турбоагрегата выполняет 3000 оборотов в минуту, что сопровождается вибрацией, затрудняющей выполнение геодезических наблюдений.

В штатном режиме турбоагрегат выделяет тепло, что создает дополнительные трудности для выполнения геодезических наблюдений. Температура окружающего воздуха в непосредственной близости к турбине достигает 60, а рядом с ЦВД турбоагрегата 80 и более градусов Цельсия.

Реакторы типа РБМК (реакторы большой мощности канальные), которые эксплуатировались на Чернобыльской АЭС, являются одноконтурными. Радиоактивный пар из реактора поступает непосредственно в турбоагрегат. В «мирное», то есть «доаварийное» время, пребывание исполнителей геодезических работ ограничивалось 20-30 минутами.

В послеаварийный период работа наших сотрудников выполнялась в условиях воздействия радиации с мощностью излучения в сотни и тысячи раз выше

допустимого уровня. Уместно отметить, что турбинный цех, где нами выполнялись геодезические наблюдения, являлся одним из самых «грязных» (по радиации) мест на территории Чернобыльской АЭС.

В настоящей работе автором поставлена основная цель - показать самоотверженную работу сотрудников кафедры геодезии на Чернобыльской АЭС в послеаварийный период. Тем не менее необходимо уточнить отдельные аспекты научных исследований.

В изменяющихся режимах работы турбоагрегатов, ось валопровода ведет себя по-разному. Наиболее заметен изгиб вниз, когда турбоагрегат находится в режиме «останов». В штатном режиме работы турбоагрегата, отмечается максимальный изгиб оси валопровода вверх. Соответственно, по результатам геодезических измерений, необходимо было вычислить преднамеренные расцентровки в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Затем, вычисленные расцентровки задавались в период нахождения турбоагрегатов в режиме «останов». В случае качественных геодезических наблюдений и дальнейшего определения предварительных расцентровок, вывод турбоагрегатов в штатный режим работы проходил без недопустимых значений вибраций валопровода, то есть исключались аварийные остановки оборудования.

Одним из видов геодезических работ, выполняемых в рамках темы НИР, было высокоточное геометрическое нивелирование. Наблюдения выполнялись с использованием инварных реек с точностью взятия отсчета до 0,01 мм. Программа выполнения работ позволяла обеспечить среднюю квадратическую ошибку нивелирования на станции порядка 0,07 мм. Величины расцентровок вычислялись с точностью до 0,01 мм, что обеспечивало конечную точность заданных расцентровок до 0,1 мм [1].

Далее представим работников и студентов НИИГАиК, участвующих в выполнении геодезических работ на Чернобыльской АЭС после аварии, а также уточним условия их работы.

В соответствии с заданием темы НИР, сотрудниками кафедры геодезии были выполнены отдельные наблюдения турбоагрегатов до аварии. Позднее, эти наблюдения использовались для оценки деформаций фундаментов, в том числе вследствие воздействия саркофага, возведенного над взорвавшимся реактором и имеющего большую массу. Последние «доаварийные» наблюдения на турбоагрегатах № 7 и № 8 были завершены автором и техником кафедры геодезии Дунаевым Сергеем примерно за двое суток до аварии, которая произошла 26 апреля 1986 года в 01 час 23 минуты.

В послеаварийный период экстремальные условия для представителей нашего вуза начались практически сразу же после взрыва реактора № 4, что поясним следующим.

На кафедре геодезии к выполнению научно-исследовательских работ всегда привлекались студенты, как правило, во время прохождения производственной практики. Студенты приобретали практический опыт и собирали материал для подготовки дипломных работ.

Для прохождения производственной практики на Чернобыльской АЭС, 26 апреля, примерно через 7 часов после аварии, в город Припять приехали поездом двое наших студентов: Сабуров Юрий и Суханов Андрей.

Сегодня можно сказать, что масштаб аварии (по сути – крупнейшая техногенная катастрофа) через несколько часов был известен руководству в Киеве и в Москве. Тем не менее поезд, в котором приехали наши студенты, прибыл на станцию «Припять» в штатном режиме. Как известно на третьи сутки жители города Припять были вывезены, но наши студенты оказались «бесхозными» и им пришлось самостоятельно покинуть город через несколько суток [2].

Правительственной комиссией, созданной для координации работ по ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС, было предложено нашему вузу продолжить выполнение работ по наблюдению турбоагрегатов с целью их вывода в рабочий режим.

Первые послеаварийные геодезические наблюдения на турбоагрегатах № 5 и № 6 были выполнены автором в ноябре 1986 года, то есть через шесть месяцев после взрыва реактора. В декабре этого же года были выполнены наблюдения на турбоагрегатах № 3 и № 4. В качестве помощника администрация Чернобыльской АЭС выделяла рабочего. Здесь же можно отметить, что в декабре 1986 года на торжественном собрании коллектива Чернобыльской АЭС Мучин П.В. был награжден памятной медалью ЧАЭС. Учитывая, что автор являлся единственным из «ликвидаторов» Новосибирской области, удостоенный такой награды, по просьбе руководства Сибирского регионального Союза «Чернобыль» сканы и фотография награды переданы в музей.

Условия работы в 1986 году были очень сложные. Периодически, примерно каждые 3-4 часа, на разных участках турбинного зала персоналом АЭС выполнялись измерения мощности радиоактивного излучения. Например, при наблюдении автором турбоагрегата № 6 мощность радиоактивного излучения составляла от 40 до 60 мР/ч, то есть уровень излучения превышал допустимый в 3-5 тысяч раз. [2]

После аварии на Чернобыльской АЭС, работали следующие сотрудники кафедры геодезии НИИГАиК: Мучин П.В., Малиновский А.Л., Никифоров В.С., Ненахов В.П., Мантуликов В.А., Мартышев В.Л., Савенков Б.С., Харитонов Б.П. и Дунаев С.А.

Законодательство о «Чернобыльцах» не связывает присуждение наград, льготы и компенсации с количеством проработанного в опасной зоне времени. Единственный критерий опасности, это конкретные годы работы: повышенная опасность 1986 и 1987 гг.; менее опасны 1988 и 1989 гг. Соответственно орденами «Мужества» были награждены не все сотрудники НИИГАиК, принимавшие участие в работах по ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС.

Отдельно следует отметить студентов НИИГАиК, принимавших участие в геодезических работах в послеаварийный период. В разное время, с 1988 по 1989 годы, на Чернобыльскую АЭС были командированы: Троицкий В.Ю., Умаров М.Ж., Веселков А.И., Городилов В.В., Сультимов В.С., Саенко В.Д., Маматов

А.М., Каяин А.Н., Титов П.Э. и Орт А.В. В работах принимала участие и одна девушка, студентка 4 курса Лакеева Елена [2].

Условия работы в 1988-89 гг. уже не были такими опасными, как в 1986 и 1987 годах, но тем не менее можно отметить следующие уровни радиации:

- работа в турбинном цехе (наблюдение турбоагрегатов): мощность излучения в десятки и сотни раз выше допустимого уровня;
- проживание в квартире города Чернобыль: мощность излучения примерно в 15 раз выше допустимого уровня;
- нахождение на улице города Чернобыль: мощность излучения примерно в 40-60 раз выше допустимого уровня.

При этом многие сотрудники были в таких «жестких» условиях достаточно длительное время. Например, автором за четыре послеаварийных года было выполнено 30 командировок с общим отработанным временем на Чернобыльской АЭС 347 суток.

В заключение отметим, что сотрудники и студенты кафедры геодезии НИИГАиК успешно выполнили работы, определенные договором НИР, что способствовало безаварийному включению турбоагрегатов Чернобыльской АЭС в штатный режим.

По материалам научных исследований на Чернобыльской АЭС ежегодно составлялись отчеты НИР, представлялись доклады на научных конференциях, публиковались научные статьи. Старшим преподавателем кафедры геодезии Малиновским А.Л. в 1998 году была подготовлена и успешно защищена диссертация на соискание степени кандидата технических наук с названием «Разработка технологий геодезического обеспечения эксплуатации основного энергетического оборудования (на примере Ленинградской и Чернобыльской АЭС)».

Практически все студенты, участвовавшие в работах на Чернобыльской АЭС, подготовили и защитили дипломы по производственным материалам.

Позднее, по материалам Чернобыльской АЭС автором были разработаны расчетно-практические работы по дисциплинам: «Безопасность жизнедеятельности», «Безопасность труда», «Промышленная безопасность», «Безопасность в чрезвычайных ситуациях».

Более подробная информация о работе «ликвидаторов» на Чернобыльской АЭС, в том числе сотрудников кафедры геодезии НИИГАиК, представлена автором настоящей работы в книге: Ветераны Сибирской государственной геодезической академии «О времени и о себе» [2].

Отдельные биографические данные жителей Новосибирской области, принимавших участие в работах по ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС (в том числе сотрудников нашего вуза), а также условия их работы в качестве «ликвидаторов», представлены в книге памяти «Новосибирцы гордятся Вами», составленной Сибирским региональным Союзом «Чернобыль» [3].

Заключение

В представленной работе особое внимание уделено сотрудникам, преподавателям и студентам, принявшим активное и самоотверженное участие в научно-

исследовательских работах, проводимых кафедрой геодезии НИИГАиК (в настоящее время кафедра геоматики и инфраструктуры недвижимости СГУГиТ) на Чернобыльской АЭС в послеаварийный период.

Акцент на «человеческую» составляющую нами сделан не случайно. С научными разработками можно ознакомиться в опубликованных научных отчетах, статьях, материалах научных конференций, диссертациях, а вот о большинстве исполнителей работ, особенно студентах, достоверной информации представлено очень мало. При этом необходимо учитывать, что в настоящее время стремительно развивающиеся информационные технологии, связанные с «искусственным интеллектом», порождают проблему искажения информации и даже генерации недостоверных фактов - так называемое «галлюцинирование ИИ». Соответственно и актуальность представления исторической информации самими участниками событий становится, особенно в последние годы, чрезвычайно важной [4].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Исследование деформаций сооружений и оборудования Чернобыльской АЭС. Отчет о НИР/ НИИГАиК; научн. руководитель Лесных И.В., отв. исполнитель Малиновский А.Л., исполнители: Мучин П.В. и др. № Г.Р. 0185.0002621; инв.№ 0288.0035704. – Новосибирск: НИИГАиК, 1987. - 49 с.

2. Мучин П.В. Чернобыль (фрагменты воспоминаний). Книга: Ветераны Сибирской государственной геодезической академии «О времени и о себе» / Составители: А.И. Магдиев, Е.И. Паншин. – Новосибирск: СГГА, 2005. С. 28-37.

3. Книга памяти «Новосибирцы гордятся Вами», посвященная подвигу земляков в Чернобыле. Подготовленная Сибирским региональным Союзом «Чернобыль». [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://souzchernobylnsk.ru/memory/>.

4. Мучин П.В., Мучин М.П. Экспертное тестирование возможностей нейронной сети ChatGPT-4 в русскоязычном сегменте информационного поля при решении отдельных проблем техносферной безопасности // Электронное геопространство на службе общества : сб. материалов XIX Международной выставки и научного конгресса «Интерэкспо ГЕО-Сибирь 2023», СГУГиТ, 17-19.05.2023 г., Новосибирск. Ч. 3. - Новосибирск : СГУГиТ, 2023. - С. 268-275.

© П. В. Мучин, 2025

Н. А. Барило¹, Е. А. Удальцов¹✉

Санитарно-гигиеническая оценка содержания радона в воздухе подвальных и цокольных помещений г. Новосибирска

¹ Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: ugodnic@gmail.com

Аннотация. Для Новосибирска актуальной является проблема высокой радоноопасности. Это подтверждается статистикой государственных докладов, карт потенциальной радоноопасности и дозовых нагрузок. Причиной высокой радоноопасности являются роговообманково-биотитовые граниты с многочисленными проявлениями и рудопроявлениями естественных радионуклидов (ЕРН): урана ^{238}U и ^{232}Th , на которых расположено около 70% территории города. Как следствие, в отдельных районах города наблюдаются высокие значения объемной активности продукта распада U(Ra) радона ^{222}Rn . Опасность радона для человека становится все актуальнее в результате массового переоборудования подвалов, цокольных и других помещений, расположенных ниже уровня земли под мастерские, магазины, пункты выдачи заказов и другие организации. Целью работы является оценка годовой эффективной индивидуальной дозовой нагрузки от радона и его дочерних продуктов распада и значения пожизненного риска смерти от рака легкого, вызванного облучением радоном и его ДПР в течение одного календарного года на рабочем месте. В результате проведенного исследования установлено, что среднее значение эквивалентной равновесной объемной активности радона и дозовой нагрузки находится в пределах требований норм. Однако выявлены помещения, где дозовая нагрузка превышает допустимый уровень облучения и приводит к увеличению риска заболеваемости и смерти от рака легкого. Данная работа может быть актуальна для организаций и работников, чьи постоянные рабочие места располагаются в подвальных и цокольных помещениях.

Ключевые слова: радон, доза, радиационный риск, плотность потока радона

N. A. Barilo¹, E. A. Udaltsov¹✉

Sanitary and hygienic assessment of radon content in the air of basements and ground floors in Novosibirsk

¹ Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: ugodnic@gmail.com

Abstract. For Novosibirsk, the issue of high radon hazard is highly relevant. This is confirmed by statistics from state reports, maps of potential radon hazard, and dose loads. The high radon hazard is caused by hornblende-biotite granites with numerous occurrences and ore manifestations of natural radionuclides (NRN): uranium-238 (^{238}U) and thorium-232 (^{232}Th), which underlie about 70% of the city's territory. As a result, certain areas of the city exhibit high levels of volumetric activity of the uranium decay product (Ra) radon-222 (^{222}Rn). The danger of radon to humans is becoming increasingly relevant due to the widespread conversion of basements, ground floors, and other below-ground spaces into workshops, stores, pickup points, and other businesses. The aim of this study is to assess the annual effective individual dose load from radon and its decay products, as well as the lifetime risk of lung cancer mortality caused by exposure to radon and its decay products over one calendar year in the workplace. The results of the study show that the average value of the equivalent equilibrium volumetric activity of radon and the dose load complies with regulatory requirements. However, certain premises were identified where the dose load exceeds permissible exposure levels, leading to an increased risk of lung cancer incidence and mortality. This study may be relevant for

organizations and workers whose permanent workplaces are located in basement and ground-floor premises.

Keywords: radioecology, natural radionuclides, radioactive waste, radioactive contamination

Введение

Воздействие радона и его дочерних продуктов распада (ДПР) на население представляет собой значимую радиологическую проблему, поскольку средний вклад радона в годовую эффективную дозу облучения в Российской Федерации достигает ~50%, а в отдельных регионах с повышенной естественной радиоактивностью геологических пород может превышать 80% [1].

В 1987 году Международное агентство по изучению рака (МАИР) классифицировало радон и его дочерние продукты распада (ДПР) как канцерогены группы 1 «Достоверные канцерогены для человека», идентифицировав их в качестве прямой причины развития рака легкого [2–3]. Помимо бронхопульмонального рака, повышенная объемная активность радона в воздухе может индуцировать злокачественные новообразования носоглотки и гортани. После ингаляционного поступления в легкие радон подвергается радиоактивному распаду с образованием ДПР, которые, осаждаясь на респираторном эпителии, вызывают локальное радиационное поражение тканей. Это приводит к повреждению ДНК, накоплению мутаций и последующему неконтролируемому делению клеток, т.е. злокачественным новообразованиям. Ключевой радиационный риск связан не с самим радоном, а с его короткоживущими ДПР, которые обеспечивают основной вклад (до 90%) в дозовую нагрузку на органы дыхания. Хроническое профессиональное облучение в условиях повышенных концентраций радона приводит к статистически значимому росту онкологической заболеваемости [4].

За последние три десятилетия в Российской Федерации наблюдается масштабное переоборудование ранее неэксплуатируемых подвальных и цокольных помещений под рабочие зоны с временным и постоянным пребыванием персонала.

Данная практика актуализирует проблему радиационной безопасности работников, поскольку указанные помещения демонстрируют статистически значимо более высокие показатели объемной активности радона по сравнению с надземными сооружениями.

Особую научную и практическую значимость приобретает оценка индивидуальной эффективной дозовой нагрузки и радиационного риска на территориях с потенциально повышенной радоноопасностью. Согласно исследованиям А.Д. Онищенко и М.В. Жуковского, вклад радонового облучения в профессиональные дозовые нагрузки достигает 50% и более, существенно превышая соответствующие показатели для жилых помещений [5]. Кроме того, по материалам А.А. Цапалова и др., в России наблюдается «кризис регулирования радона», включающий в себя вопросы оценки вклада радона в дозовую нагрузку, защиты населения от облучения радоном, а также, ограниченность мероприятий по защите от радона зданий и сооружений [6].

Город Новосибирск расположен в пределах Обского гранитного массива, сложенного преимущественно роговообманково-биотитовыми гранитами с ло-

кальными рудопроявлениями естественных радионуклидов (ЕРН) - урана ^{23}U и тория ^{232}Th , встречающихся как в виде самостоятельных минералов, так и в виде изоморфных примесей. Особенно высокая концентрация ЕРН отмечается в зонах тектонических нарушений [7].

Проведенные исследования свидетельствуют, что около 70% городской территории подстилается гранитами с аномальными содержаниями урана и тория, что обуславливает повышенную объёмную активность радона ^{222}Rn в отдельных районах мегаполиса [8].

Комплексные исследования, выполненные Новосибирским территориальным геологическим управлением совместно с Геоэкоцентром ССП «Березовгеология» и ФГУП «Новосибирская геолого-поисковая экспедиция» в период 1993-1996 гг., позволили составить карту «Радиационной обстановки и радоноопасности г. Новосибирска».

Согласно полученным данным, значительные территории города классифицируются как потенциально радоноопасные.

С момента проведения данных исследований застройка города интенсифицировалась и претерпела значительные изменения (точечная застройка). А подвальные и цокольные помещения как во вновь построенных, так и существующих зданиях обрели новое назначение, в которых располагаются предприятия и организации с постоянными и временными рабочими местами.

В связи с этим представляет интерес оценка эффективной дозовой нагрузки и радиационного риска от облучения радоном работников с постоянным и временным пребыванием на рабочих местах в подвальных и цокольных помещениях.

Методы и материалы

Выбор участков для проведения радиологических исследований обусловлен картой «Радиационной обстановки и радоноопасности г. Новосибирска».

Определение потенциально радоноопасных зданий проведено согласно «Методике экспрессного измерения плотности потока ^{222}Rn с поверхности земли с помощью радиометра радона типа РРА» [9]. Данная методика позволяет оценить радоноопасность территории, на которой находится здание, и на основании измеренных данных ППР (более 80 мБк/(м²·с)) принять решение о переходе к измерениям в помещении. Измерения ППР осуществлялись радиометром радона РРА-01М-01 «Альфарад» с пробоотборным устройством ПОУ-04.

Измерение ППР основано на определении количества радона, накопленного в пробоотборнике или в камере РРА в течение фиксированного времени за счет поступления с поверхности почвы известной площади. Работа РРА основана на электростатическом осаждении ионизированных дочерних продуктов распада радона в измерительной камере на поверхность полупроводникового детектора и последующей регистрацией альфа-излучения RaA (^{218}Po).

Экспрессные измерения ППР (от 20 до 80 мБк/(м²·с)) для начального обследования участка проведены с отбором проб радона в пробоотборники в полевых условиях и последующим измерением ОАР в пробах с помощью РРА в стационарных условиях.

Для повторного измерения ППР в точках, где наблюдалось превышение регламентированной величины $80 \text{ мБк}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$, проводился отбор проб радона непосредственно в камеру РРА в полевых условиях и измерение на месте отбора проб.

Экспрессные измерения ЭРОА проведены с применением радиометра радона и торона RAMON–01М. Принцип работы радиометра заключается в отборе аэрозолей ДПР на аэрозольные фильтры АФА–РСП–20 и измерение активности альфа-излучателей полупроводниковым кремниевым детектором альфа-частиц, работающим на автоматическом альфа-спектрометрическом методе измерения.

Измерения ЭРОА проведены в помещениях группы «В» – административные, образовательные и общественные здания по методике «Определение среднегодовых значений ЭРОА изотопов радона в воздухе помещений по результатам измерений разной длительности» [10].

Данные об эквивалентной равновесной объёмной активности (ЭРОА) радона в исследуемом помещении явились отправной точкой для оценки эффективной дозовой нагрузки и радиационного риска от облучения радоном.

Расчет дозовых нагрузок проведен по методическим рекомендациям МР 2.6.1.0088–14, п. 7.4 «Форма федерального статистического наблюдения № 4–ДОЗ. Сведения о дозах облучения населения за счет естественного и техногенно измененного радиационного фона» [11].

Расчет показателей радиационного риска для радона и его ДПР выполнен по Методическим рекомендациям МР 2.6.1.0145–19 «Расчет показателей радиационного риска по данным, содержащимся в радиационно-гигиенических паспортах территорий, для обеспечения комплексной сравнительной оценки состояния радиационной безопасности населения субъектов Российской Федерации» [12].

Результаты

В ходе проведения измерений ППР получены следующие результаты: минимальное значение $70,5 \text{ мБк}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$; среднее $385,5 \text{ мБк}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$; максимальное $1541 \text{ мБк}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$. Распределение значений по ППР представлено на рис. 1.

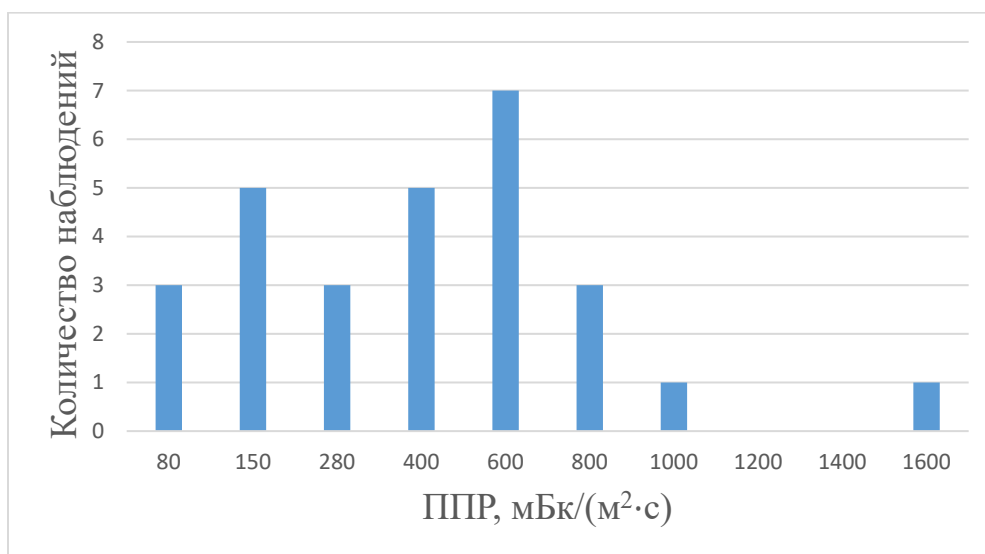


Рис. 1. Распределение ППР радона по количеству наблюдений.

Измерения проводились в трех районах г. Новосибирска. В Ленинском районе 18 измерений, среднее 506,58 мБк/(м²·с), в Первомайском 147,6 мБк/(м²·с), в Октябрьском 220,6 мБк/(м²·с). Значительно большее количество измерений в Ленинском районе объясняется выбором этого района как наиболее потенциального для исследования исходя из карты радиационной обстановки и радоноопасности г. Новосибирска.

Измерения ЭРОА радона проведены в 27 помещениях в Ленинском, Первомайском, Октябрьском районах г. Новосибирска и п. Краснообск. Ранжирование территорий приведено исходя из данных карты «Радиационной обстановки и радоноопасности г. Новосибирска». Помещения разделены на 3 группы в соответствии с действующими максимально допустимыми нормами ЭРОА радона [13].

Рассчитаны значения пожизненного риска смерти от рака легкого, вызванного облучением радоном и его ДПР в течение одного календарного года для рабочих помещений с максимальной измеренной ЭРОА и средней по всем помещениям. Для помещения с измеренной ЭРОА 400 Бк/м³ значение риска составляет $1 \cdot 10^{-3}$. Среднее значение риска составляет $2,2 \times 10^{-4}$, что в 1,84 раза больше среднего значения риска по России в 2023 году ($1,2 \times 10^{-4}$) [1] (табл. 1).

Таблица 1

Среднегодовые значения ЭРОА радона и эффективной дозовой нагрузки* в административных, образовательных и общественных зданиях г. Новосибирска

Потенциально радоноопасные зоны				Остальные территории	
Здания постройки до 2000 года		Здания постройки после 2000 года		Здания постройки до 2000 года	
ЭРОА _{ср.год} , Бк/м ³	Доза, мЗв/год	ЭРОА _{ср.год} , Бк/м ³	Доза, мЗв/год	ЭРОА _{ср.год} , Бк/м ³	Доза, мЗв/год
115	1,80	33	0,51	25	0,25
55	0,86	64	1	65	1
60	0,94	225	3,51	35	0,53
21	0,33	16	0,25	25	0,25
73	1,14	20	0,31	142	2,18
400	6,24	18	0,28	121	1,86
370	5,78	114	1,78	27	0,41
63	0,98	61	0,94	26	0,4
57	0,89	53	0,81	58	0,89

*Годовая индивидуальная эффективная дозовая нагрузка рассчитана на 8-ми часовой рабочий день.

Обсуждение

Измерения плотности потока радона показали стабильно высокие значения, свидетельствующие о радоноопасности территорий. Однако, с точки зрения ин-

женерно-строительных изысканий или мониторинга, применение ППР для оценки радоноопасности территорий остается не самым практичным решением, так как на эманацию радона из грунтов влияет большое количество факторов, в результате чего экспрессные измерения ППР могут не обладать необходимой точностью. Для решения данной проблемы, по мнению авторов, необходимо актуализировать и развивать карты радиационной обстановки и радоноопасности, подобные карте «Березовгеологии», созданные более 30-ти лет назад. С помощью данных карт возможно производить ранжирование территорий по радоноопасности, и сразу определять необходимые мероприятия по защите зданий от радона.

Необходимо отметить и факт отсутствия обнаружения изотопа радона ^{220}Rn , иногда именуемого «тороном». Данный факт еще раз подтверждает обсуждаемую в научных кругах проблему контроля и измерений радона в России. Нормирование радона в ЭРОА не отвечает рекомендациям Международного комитета по радиационной защите (МКРЗ) [14] и Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ). [15] Нормирование ЭРОА призвано учитывать оба изотопа радона, но на практике вклад «торона» крайне мал или вовсе отсутствует. Кроме того, максимально допустимая ЭРОА в 200 Бк/м^3 при пересчете в объёмную активность (ОА) радона составляет 400 Бк/м^3 и превышает международные рекомендации (300 Бк/м^3). Переход к нормированию ОА радона и снижение максимально допустимых значений поможет гармонизации с международной практикой и расширению списка применяемых средств измерений, таких как интегральные трековые детекторы.

Заключение

В результате измерений установлено, что 14,8% помещений не соответствуют установленным в НРБ–99/2009 требованиям максимально допустимой ЭРОА радона. В потенциально радоноопасных зонах превышения нормативных значений отмечены как в зданиях, построенных до 2000 года, так и зданиях, введенных в эксплуатацию позднее. Максимальное значение ЭРОА радона и индивидуальная эффективная годовая дозовая нагрузка составили 400 Бк/м^3 и $6,24 \text{ мЗв/год}$ (только в результате облучения радоном, без учета медицинского, техногенного и природного (за исключением радона) облучения). Среднее значение ЭРОА радона составляет $86,7 \text{ Бк/м}^3$. Средняя эффективная годовая дозовая нагрузка от облучения радоном для потенциально радоноопасных территорий составляет $1,57 \text{ мЗв/год}$, что на 12% больше значения по региону [8].

Благодарности

Авторами выражается благодарность генеральному директору ООО ЛСРМ А.А. Трохану за предоставление программного обеспечения NuclideMaster и GammaLab.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2023 году: Государственный доклад. Москва: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – 2024. – 364 с.

2. "IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Man-made Mineral Fibres and Radon," Lyon, France, Volume 43. – 1987.
3. "International Agency for Research on Cancer. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans." Vol 78. Ionizing radiation. Part 2: Some internally deposited radionuclides. Lyons: IARC. – 2001.
4. Булдаков Л.А., Калистратова В.С. Радиоактивное излучение и здоровье. – М.: Информ Атом. – 2003. – 165 с.
5. Онищенко А.Д., Жуковский М.В. Определение индивидуальной экспозиции по объемной активности радона при смешанном производственно-бытовом облучении. // АНРИ. – 2016. – № 3. – С 35-41.
6. Цапалов А.А., Микляев П.С., Петрова Т.Б., Кувшинников С.И. Кризис регулирования радона в России: масштаб проблемы и предложения по исправлению. // АНРИ. – 2024. – № 1 (116). – С 3-29.
7. Злобина А.Н., Рихванов Л.П., Барановская Н.В., Фархутдинов И.М., Ванг Нанпинг. Радиоэкологическая опасность для населения в районах распространения высокорadioактивных гранитов. // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2019. – № 3 (330). – С 111-125.
8. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Новосибирской области в 2023 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – 2023. – 277 с.
9. Методика экспрессного измерения плотности потока ^{222}Rn с поверхности земли с помощью радиометра радона типа РРА. ЦМИИ ГП ВНИИФТРИ. – 1998. – 21 с.
10. Методические указания. Определение среднегодовых значений ЭРОА изотопов радона в воздухе помещений по результатам измерений разной длительности, МУ 2.6.1.037–2015. Государственная система санитарно-эпидемиологического нормирования Российской Федерации, М., – 2015.
11. Форма федерального статистического наблюдения № 4–ДОЗ. Сведения о дозах облучения населения за счет естественного и техногенно измененного радиационного фона: Методические рекомендации МР 2.6.1.0088–14. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора. – 2014. – 38 с.
12. Расчет показателей радиационного риска по данным, содержащимся в радиационно-гигиенических паспортах территорий, для обеспечения комплексной сравнительной оценки состояния радиационной безопасности населения субъектов Российской Федерации: Методические рекомендации МР 2.6.1.0145–19. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – 2019. – 14 с.
13. СанПиН 2.6.1.2523–09. "Нормы радиационной безопасности НРБ–99/2009". М.; Центр санитарно-эпидемиологического нормирования, гигиены, сертификации и экспертизы Минздрава России. – 2009. – 114 с.
14. ICRP Publication 126. Radiological Protection against Radon Exposure. Ann. ICRP, vol. 43, no. 3, 2014. Труды МКРЗ. Радиологическая защита от облучения радоном. Перевод публикации 126. 2014. МКРЗ. – М.: изд-во «ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России». – 2015. – 88 с.
15. IAEA Safety Standards Series no. GSR, part 3. Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards. Vienna: International Atomic Energy Agency, 2014. Sources: International Basic Safety Standards. Серия норм безопасности МАГАТЭ, № GSR, part 3. Радиационная защита и безопасность источников излучения: Международные основные нормы безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2015.

© Н. А. Барило, Е. А. Удальцов, 2025

Н. А. Барило¹, А. Д. Карпов², Е. А. Удальцов¹✉

Естественные радионуклиды в верхнем слое почв промышленной и лесной зоны г. Новосибирска

¹ Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск, Российская Федерация

² Красноярский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
лесоводства и механизации лесного хозяйства, г. Красноярск, Российская Федерация
e-mail: ugodnic@gmail.com

Аннотация. Масштабное поступление естественных радионуклидов возникает в местах работы предприятий ядерного топливного цикла, а также на объектах и площадках выведенных из эксплуатации предприятий по добыче и переработке урановых руд, которые относятся к «урановому наследию». Особенно данная проблематика актуальна для предприятий, расположенных непосредственно в городах. В таком случае негативному воздействию радиации может быть подвержена не только окружающая среда, но и население и работники близлежащих предприятий и организаций. Перед авторами поставлена цель провести радиоэкологические исследования территорий промышленной зоны и пригородных лесных массивов г. Новосибирска. В ходе исследования применялся комплекс современного приборного обеспечения – дозиметры радиометры, радиометр радона и гамма–спектрометр с детектором из особо чистого германия. На выявленных участках радиоактивных загрязнений проведена пешая поисковая гамма–съемка местности, измерения плотности потока радона, отбор проб почв и гамма–спектрометрический анализ с целью установления радионуклидного состава и удельных активностей радионуклидов в пробах. Обнаружены локальные радиоактивные загрязнения техногенного происхождения естественными радионуклидами ряда урана почв промышленной зоны и лесного массива г. Новосибирска. Выявленные загрязнения лесного массива представляют опасность для населения, поскольку наблюдается размывание участка и вынос радионуклидов водой. Активное пылеобразование на радиоактивно загрязненном участке промышленной зоны может приводить к ингаляционному поступлению радионуклидов и облучению как населения, так и работников окружающих участков предприятий и организаций.

Ключевые слова: радиоэкология, естественные радионуклиды, радиоактивные отходы, радиоактивные загрязнения

N. A. Barilo¹, A. D. Karpov², E. A. Udaltsov¹✉

Natural radionuclides in the upper soil layer of the industrial and forest zone of Novosibirsk

¹ Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russian Federation

² Krasnoyarsk branch of the All-Russian Research Institute of Forestry and Forestry Mechanization,
Krasnoyarsk, Russian Federation
e-mail: ugodnic@gmail.com

Abstract. The large-scale influx of natural radionuclides occurs at the sites of nuclear fuel cycle enterprises, as well as at facilities and sites decommissioned from uranium ore mining and processing, which are referred to as "uranium legacy." This issue is particularly relevant for enterprises located directly within urban areas. In such cases, the negative impact of radiation can affect not only the

environment but also the population and workers of nearby enterprises and organizations. The authors aim to conduct radioecological studies of the industrial zone and suburban forest areas of Novosibirsk. A comprehensive set of modern instrumentation was used during the research, including dosimeters, radiometers, a radon meter, and a gamma spectrometer with a high-purity germanium detector. On identified sites of radioactive contamination, ground-based gamma surveys were conducted, radon flux density measurements were taken, soil samples were collected, and gamma spectrometric analysis was performed to determine the radionuclide composition and specific activities of radionuclides in the samples. Local radioactive contaminations of technogenic origin from natural radionuclides were found in the soils of the industrial zone and forest area of Novosibirsk. The identified contaminations in the forest area pose a risk to the population due to observed erosion of the site and the transport of radionuclides by water. Active dust formation in the radioactively contaminated area of the industrial zone may lead to inhalation exposure to radionuclides, affecting both the population and workers of surrounding enterprises and organizations.

Keywords: radioecology, natural radionuclides, radioactive waste, radioactive contamination

Введение

В настоящее время естественные радионуклиды (далее – ЕРН), извлеченные из недр человеком, являются значимыми загрязнителями окружающей среды. Масштабное поступление ЕРН возникает в местах работы предприятий ядерного топливного цикла (ЯТЦ), а также на объектах и площадках выведенных из эксплуатации предприятий по добыче и переработке урановых руд, которые относятся к «урановому наследию» [1, 2]. В таких условиях радиационному облучению подвержена не только окружающая среда, а также население, проживающее на данной территории.

На территории Российской Федерации основными загрязнителями окружающей среды естественными радионуклидами выступают предприятия по добыче урановых руд в основном открытым способом, предприятия переработки и производства ядерного топлива. Практически все имеющиеся на территории страны загрязнения образованы во второй половине 20 века, и относятся в том числе к выведенным из эксплуатации объектам.

Перед авторами поставлена цель оценить радиоактивные загрязнения естественными радионуклидами почв пригородных лесных массивов и промышленной зоны г. Новосибирска.

Для достижения поставленной цели сформулированы следующие задачи: измерить мощность амбиентного эквивалента дозы (далее – МАЭД) гамма-излучения на территориях промзоны и пригородного лесного массива и построить трек-карты; оценить плотность потока радона (далее – ППР) на радиационно загрязненных территориях; установить радионуклидный состав отобранных проб почв и удельные активности радионуклидов.

Методы и материалы

В ходе исследования применялся комплекс приборного и программного обеспечения. Для измерения мощности амбиентного эквивалента дозы и пешей поисковой гамма съемки использовался дозиметр–радиометр МКС–01СА1М и дозиметр–радиометр RadiaCode–101 с программным обеспечением RadiaCode

ScanElectronics. Поисковая гамма-съемка местности выполнялась в соответствии с методическими рекомендациями МР 2.6.1.0361–24 [1].

На участках с обнаруженными в ходе поисковой гамма-съемки превышениями радиационного фона проведены измерения плотности потока радона с целью установить наличие или отсутствие загрязнений радионуклидами ряда урана. Измерения ППР проводились радиометром радона РРА–01М–01 АльфаРад с пробоотборным устройством ПОУ–04 по методике экспрессного измерения плотности потока радона ^{222}Rn с поверхности земли с помощью радиометра радона типа РРА, утвержденной ЦМИИ ГП "ВНИИФТРИ"[2]. Измерение ППР основано на определении количества радона, накопленного в пробоотборнике или в камере РРА в течение фиксированного времени за счет поступления с поверхности почвы известной площади. Работа РРА основана на электростатическом осаждении ионизированных дочерних продуктов распада радона в измерительной камере на поверхность полупроводникового детектора и последующей регистрацией альфа-излучения RaA (^{218}Po).

Экспрессные измерения ППР (от 20 до 80 мБк/(м²·с)) для начального обследования участка проведены с отбором проб радона в пробоотборники в полевых условиях и последующим измерением ОАР в пробах с помощью РРА в стационарных условиях.

Для повторного измерения ППР в точках где наблюдалось превышение регламентированной величины 80 мБк/(м²·с) проводился отбор проб радона непосредственно в камеру РРА в полевых условиях и измерение на месте отбора проб.

На загрязненных участках отобраны пробы почв для определения радионуклидного состава и величин удельной активности радионуклидов. Отбор проб почв осуществлен по методическим рекомендациям МР 2.6.1/2.3.7.0216–20 [5]. Определение радионуклидного состава в пробах почв выполнено гамма-спектрометром GCD–40196 с HPGe детектором в программе SpectraLineBG, ЛСРМ.

Данные о состоянии мониторинга радиоактивных загрязнений в Новосибирской области получены из государственного доклада 2023 года [6].

Максимально допустимая удельная активность естественных радионуклидов в почвах нормируется в СанПиН 2.6.1.2523–09 НРБ–99/2009 и составляет 370 Бк/кг [7].

Результаты

В ходе проведения пешей поисковой гамма-съемки местности выявлены два участка с превышениями радиационного фона. Участки расположены в промышленной зоне Калининского района г. Новосибирска и пригородном лесном массиве. На обоих участках зафиксированы значительные превышения МАЭД над фоновыми значениями.

На участке в промышленной зоне МАЭД на расстоянии 1,0 м от поверхности варьировалась от 0,18 до 0,81 мкЗв/ч, на расстоянии 5 см от 0,35 до 15 мкЗв/ч. Значения ППР составили от 254 до 3678 мБк/(м²·с), что говорит о присутствии в почве радионуклидов ряда урана, продуктом распада которых является радон.

Пробы почв представляют собой смесь плодородного грунта, строительного мусора, фрагментов бытовых отходов и мелких минеральных образований, предположительно являющихся фрагментами урановых руд. Всего на данном участке отобрано 22 пробы почвы (рис. 1).



Рис. 1. Фрагменты урановых руд из проб почв промышленной зоны

Гамма спектрометрический анализ проб почв показал наличие радиоактивного загрязнения радием ^{226}Ra и его продуктами распада свинцом ^{214}Pb и висмутом ^{214}Bi . Учитывалась удельная активность ^{226}Ra (составила от 140 до 1415 Бк/кг), средние значения удельной активности радия и его продуктов распада.

Мощность дозы на участке лесного массива на расстоянии 1,0 м составляет от 0,38 до 2,4 мкЗв/ч, на расстоянии 5,0 см до 30 мкЗв/ч. Диапазон значений ППР от 292 до 24089 мБк/(м²*с), что также означает наличие в почвах радионуклидов ряда урана. Составлена карта МАЭД загрязненного участка.

Почвы лесного массива чистые, с фрагментами растительных остатков. Участок загрязнения частично заболочен, поэтому часть проб отбиралась дночерпателем штанговым ГР-91. Всего отобрано 25 проб (рис. 2, 3).

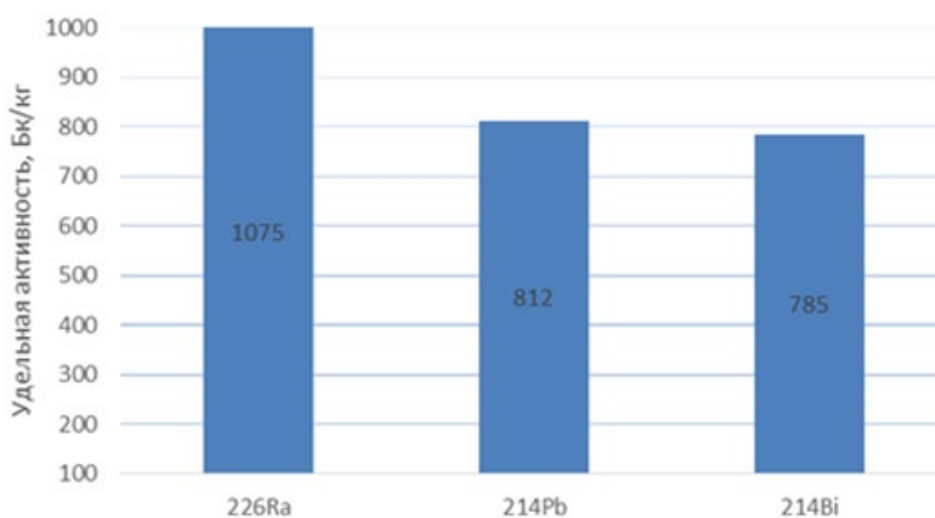


Рис. 2. Средние значения УА радия и его продуктов распада в пробах почв промышленной зоны

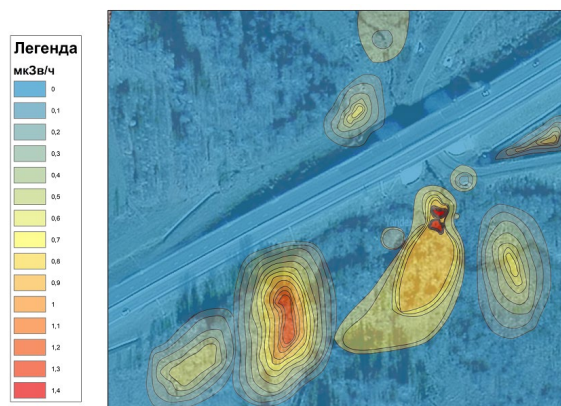


Рис. 3. Карта радиоактивного загрязнения лесного массива

В пробах почвы лесного массива удельная активность ^{226}Ra от 510 до 15061 Бк/кг, при этом удельная активность продуктов распада от 80 до 3135 Бк/кг. Средние значения УА радия и его продуктов распада представлены на рис. 4.

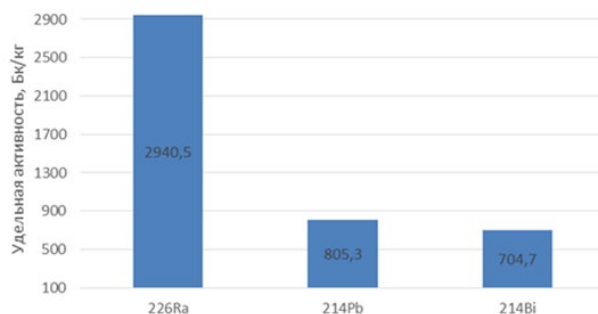


Рис. 4. Средние значения УА радия и его продуктов распада в пробах почв лесного массива

Удельная активность ^{232}Th в пробах, отобранных в промышленной зоне города и лесном массиве сопоставима и составляет от 21 до 76 Бк/кг. Во всех пробах радионуклидов техногенного происхождения не выявлено.

Обсуждение

Отсутствие радиоактивного равновесия между радием и его продуктами распада в пробах почвы пригородного лесного массива, где отмечен значительный сдвиг УА в сторону радия, свидетельствует о локальном загрязнении продуктами переработки урановой руды, которые содержат естественные радионуклиды ряда радия. То есть на данном участке загрязнение обусловлено твердыми радиоактивными отходами (ТРО), содержащими естественные радионуклиды.

Необходимо отметить отсутствие мониторинга загрязнений естественными радионуклидами почв и продуктов со стороны органов Роспотребнадзора. С 2019 по 2023 год мониторинг радиоактивных загрязнений проводился только по техногенному радионуклиду цезию ^{137}Cs , число проб мониторинга загрязнений ЕРН за эти же годы равно нулю.

Заключение

В ходе исследования обнаружены локальные радиоактивные загрязнения техногенного происхождения ЕРН почв промышленной зоны и лесного массива г. Новосибирска. Отношение радиоактивного неравновесия, близкое к единице, ^{226}Ra с его продуктами в пробах почв промышленной зоны и фрагменты урановых руд свидетельствуют о локальном загрязнении урановыми рудами неустановленного образца. Значительный сдвиг УА в сторону ^{226}Ra , отсутствие фрагментов руд и высокие значения УА радия до 15 кБк/кг означают загрязнение почв твердыми радиоактивными отходами (ТРО).

Выявленные загрязнения лесного массива представляют опасность для населения, поскольку наблюдается размывание участка и вынос радионуклидов водой, возможно загрязнение произрастающих на участке грибов и растений, сбор и употребление которых может представлять опасность. Активное пылеобразование на радиоактивно загрязнённом участке промышленной зоны может приводить к ингаляционному поступлению радионуклидов и облучению как населения, так и работников окружающих участков предприятий и организаций.

Благодарности

Авторами выражается благодарность генеральному директору ООО ЛСРМ А.А. Трохану за предоставление программного обеспечения NuclideMaster и GammaLab.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Титов А.В., Шандала Н.К., Бельских Ю.С., Серегин В.А., Дороньева Т.А., Филонова А.А., Семенова М.П., Гущина Ю.В., Павленко-Михайлов Ю.Н. Радиационная обстановка на территории площадки уранового наследия в пади Бамбакай (Забайкальский край) // Радиационная гигиена. – 2022. – Т. 15, № 3. – С. 72-81.
2. Манахов Д. В., Егорова З. Н. Формы нахождения радия 226 в подзолах северо-востока острова Сахалин в зоне влияния нефтедобывающего предприятия // Почвоведение. – 2014. – № 6. – С. 744–749.
3. МР 2.6.1.0361–24. Радиационный контроль земельных участков, предназначенных под строительство жилых домов, зданий и сооружений общественного и производственного назначения, а также прилегающей к зданиям и сооружениям территории и территории общего пользования. утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 24 декабря 2024 г.
4. Методика экспрессного измерения плотности потока ^{222}Rn с поверхности земли с помощью радиометра радона типа РРА. ЦМИИ ГП ВНИИФТРИ. – 1998. – 21 с.
5. МР 2.6.1/2.3.7.0216-20. 2.6.1. Ионизирующее излучение, радиационная безопасность. 2.3.7. Состояние здоровья населения в связи с состоянием питания. Радиохимическое определение удельной активности природных радионуклидов в пробах пищевой продукции, почвы, других объектов окружающей среды и биопробах (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 22.09.2020).
6. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Новосибирской области в 2023 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – 2023. – 277 с.
7. СанПиН 2.6.1.2523–09. «Нормы радиационной безопасности НРБ–99/2009». –М.: Центр санитарно-эпидемиологического нормирования, гигиены, сертификации и экспертизы Минздрава России. – 2009. – 114 с.

© Н. А. Барило, А. Д. Карнов, Е. А. Удальцов, 2025

И. А. Бикмаев^{1✉}

Средства и формы обучения радиационной, химической и биологической защите

¹ Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: ildar-bikmaev@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена системе подготовки специалиста по техносферной безопасности. Предлагаются средства и формы обучения по разделу «Радиационная, химическая и биологическая защита». Проанализированы требования образовательного модуля «Основы военной подготовки» в системе высшего образования, отвечающий за формирование соответствующих компетенций.

Ключевые слова: техносферная безопасность, радиационная, химическая и биологическая защита, средства обучения, формы обучения

I. A. Bikmaev^{1✉}

Means and forms education for radiation, chemical and biological protection

¹ Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: ildar-bikmaev@mail.ru

Annotation. The article is devoted to the system of training a specialist in technosphere security. The training facilities and forms are offered in the section "Radiation, chemical and biological protection". The requirements of the educational module "Fundamentals of military training" in the higher education system responsible for the formation of relevant competencies are analyzed.

Keywords: technosphere safety, radiation, chemical and biological protection, teaching education, forms of education

Введение

Радиационная, химическая и биологическая (РХБ) защита – важная область знаний специалиста по техносферной безопасности: специалистов по охране труда, аналитиков безопасности и рисков, экспертов по экологической безопасности, менеджеров по промышленной безопасности, инспекторов государственного надзора и контроля и ряд других специалистов, деятельность которых сопряжена с подобным функционалом.

Высокие требования к профессионализму специалиста диктуют постоянно усложняющиеся технологии и условия трудовой деятельности.

Специалисты по техносферной безопасности, с одной стороны, обеспечивают безопасность сотрудников на производстве (в том числе от РХБ угроз), а с другой стороны защищают окружающую среду от антропогенных влияний.

«Радиационная, химическая и биологическая защита» – определение, более присущее военной науке. Но используется в профессиональной деятельности и специалиста по техносферной безопасности.

Профессиональная деятельность специалиста по техносферной безопасности может быть связана или соприкасаться с радиационными, химическими, биологическими опасностями, в том числе в боевых видах их применения.

Более 80 крупнейших объектов экономики, инфраструктуры мирного и военного назначения возводят российские специалисты в других странах и на новых российских территориях. Более половины из них – в зонах проявления боевой активности. Факты свидетельствуют, что в современных вооруженных конфликтах применяется опасные для экологии и даже запрещенные виды оружия (химическое, зажигательное оружие, боеприпасы из обедненного урана и другие).

Нередко объекты экономики, где преимущественно осуществляется профессиональная деятельность специалистов по техносферной безопасности, являются военными целями. Исходя из этого важно, чтобы у специалистов были сформированы соответствующие компетенции, позволяющие эффективно и полноценно выполнять профессиональные задачи.

Образовательная система подготовки специалиста по техносферной безопасности включает базовое высшее образование (либо профессиональную переподготовку на базе высшего образования) и плановые повышения квалификации.

С 1 сентября 2023 года в системе высшего образования осуществляется реализация образовательного модуля «Основы военной подготовки» (ОВП) для обучающихся образовательных организаций высшего образования [6].

Модуль состоит из 9 разделов и 18 тем. На реализацию темы № 13 – «Радиационная, химическая и биологическая защита» отводится 6 часов (4 часа на практическую и 2 на самостоятельную работу).

В результате освоения раздела обучающиеся должны выполнять поставленные задачи в условиях РХБ заражения.

Сопоставляя задачи модуля и рекомендованный модулем перечень средств обучения, были выявлены проблемы в полноценной реализации модуля, что существенно влияет на конечный результат обучения. Так, представленный перечень не позволит в полной мере обучить и обеспечить полноценное выполнение полученных навыков по РХБ защите специалиста на практике. Это подтверждается в исследованиях Е.В. Макаровой, определившей факторы, затрудняющие реализацию модуля «Основы военной подготовки», среди которых явно недостаточное количество материальной базы в образовательном модуле ОВП, (отсутствие средств индивидуальной защиты, газоанализаторов и иного важного оборудования и учебных средств [4].

Важность и необходимость приобретения полноценных практических навыков при освоении модуля ОВП в своих работах подчеркивают А.Н. Волынец [3], У.И. Мамуров [5], О.В. Пелих [6], О.Ю. Шепелев [8].

Результаты

Анализ содержания и требований к освоению учебного материала модуля по теме радиационная, химическая и биологическая защита позволил определить средства обучения для полноценного освоения темы (табл. 1).

Таблица 1

**Средства обучения и их количество для освоения темы № 13 «РХБ защита»
образовательного модуля «Основы военной подготовки»**

№	Средства обучения	Количество (на 25 чел.)
1	Аптечка индивидуальная (АИ-4)	5
2	Комплект индивидуальный медицинский (Приказ Министерства здравоохранения РФ от 28.10.2020 № 1164н)	1
3	Шприц-тюбик / шприц (5 мл)	5 / 5
4	Индивидуальный противохимический пакет (ИПП-8 /11)	1 / 1
5	Индивидуальный дегазационный пакет (ИДП-1)	1
6	Дегазационный пакет порошковый (ДПП)	1
7	Огнетушитель (ОП / ОУ)	1 / 1
8	Сантиметровая лента	5
9	Очки защитные (ОПФ)	1
10	Респиратор (Р-2, либо аналог)	5
11	Противогаз (ГП-7Б / ПМК-3, либо аналоги)	5 / 5
12	Самоспасатель (Шанс-Е, либо аналог)	5
13	Комплект защитной фильтрующей одежды (КЗФО)	3
14	Общевойсковой защитный комплект (ОЗК / ОЗК-Ф)	3 / 3
15	Костюм защитный (Л-1)	3
16	Герметичная защитная одежда (Спасел-3000, либо аналог)	3
17	Костюм, изолирующий химический (КИХ-4; 5)	1
18	Приборы химической разведки (ВПХР/ГСА-1/АП-1, либо аналоги)	5 / 1 / 1
19	Приборы радиационной разведки и дозиметрического контроля (ИМД-2С / ДРБП-03 /Родник-3, либо аналоги)	1 / 1 / 1
20	Приборы биологической разведки (АСП)	1
21	Салфетки бумажные / спиртовые	500 / 1000

Представленный перечень средств обучения является рекомендуемым и может меняться в зависимости от специфики направления подготовки или учебного заведения. В зависимости от темы занятия при изучении приборов, устройств и средств защиты целесообразно использовать групповую форму обучения. При этом практиковать объединение в малые группы (по 5 студентов) и средние (8-9 студентов). Отсюда исходит логика и количество материально-технических средств обучения: в малую группу – 1 средство на 5 студентов; в среднюю – 1 средство на 8-9 студентов и при общегрупповом изучении – 1 средство на группу (25 студентов). При большем либо меньшем количестве студентов в учебной группе рекомендуется сохранять пропорции малых и средних групп к средствам обучения [2].

Заключение

Представленные материально-технические средства и формы обучения позволяют образовательным организациям, реализующим базовое высшее образова-

ние (либо профессиональную переподготовку на базе высшего образования) и плановые повышения квалификации, полноценно производить подготовку специалистов по техносферной безопасности в области радиационной, химической и биологической защиты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Постановление Министерства труда России от 21.08.1998, № 37 «Квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и других служащих» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_58804/40e51cab3d3012c37e574468108ad7e8b7bef6fe/ (дата обращения: 03.02.2025).
2. Бикмаев, И.А. Обучение будущих инженеров РХБ защите. Актуальные вопросы образования. Современное высшее инженерное образование. Содержание, качество, технологии, кадры / И.А. Бикмаев // Материалы Национальной научно-методической конференции с международным участием. – Новосибирск: СГУГиТ, 2025. Ч.1. – С. 19-23.
3. Волынец, А.Н. Учебно-методические рекомендации по проведению учебных занятий модуля для вузов «Основы военной подготовки» / А.Н. Волынец // Сборник научных трудов II Ежегодной международной научно-практической конференции и Международных научно-практических конференций. – 2024. – С. 392-400.
4. Макарова, Е.В. Подготовка педагогических работников к преподаванию курса «Безопасность жизнедеятельности» с модулем «Основы военной подготовки» студентам вузов / Е.В. Макарова, И.В. Переверзев, В.А. Еськов // Мир науки, культуры, образования. – 2024. – № 2 (105). – С. 337-340.
5. Мамуров, У.И. Формы и методы военно-патриотического воспитания / У.И. Мамуров // Вестник науки и образования. – 2020. – Часть 2. № 22 (100). – С. 43-46.
6. Пелих, О.В. Антропологические аспекты применения интерактивных технологий при изучении дисциплины «Основы военной подготовки» / О.В. Пелих, В.В. Пелих // Материалы XVIII Международной научно-практической конференции. – Пятигорск. – 2024. – С. 156-162.
7. Письмо Министерства науки и высшего образования РФ от 21 декабря 2022 г. № МН-5/35982 О направлении программы образовательного модуля «Основы военной подготовки» для обучающихся образовательных организаций высшего образования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/405911395/> (дата обращения: 20.11.2024).
8. Шепелев О.Ю. К вопросу о введении в высших учебных заведениях образовательного модуля «Основы военной подготовки» / О.Ю. Шепелев // Безопасность в профессиональной деятельности педагога: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Екатеринбург. – 2023. – С. 217-223.

© И. А. Бикмаев, 2025

Д. В. Васендин^{1,2✉}, Е. С. Абрамова², И. И. Козлов², А. Д. Петров³

**Значение мониторинга гамма-фона окружающей среды
для поддержания состояния физиологического здоровья
и некоторых показателей функционирования центральной
нервной системы у лиц с различным психосоматическим статусом**

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Российская Федерация

² Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики,
г. Новосибирск, Российская Федерация

³ Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: vasendindv@gmail.com

Аннотация. Все обследованные были разделены на равные по числу лиц группы холерического, сангвинического, флегматического и меланхолического темперамента с высокой и низкой тревожностью. Учитывали среднегодовые данные γ -фона внешней среды, личностную и реактивную тревожность, депрессивность, самочувствие, активность, настроение («САН»), скорость простой сенсомоторной реакции, степень дисциркуляторной энцефалопатии, силу и коэффициент выносливости кисти. Данные анализа свидетельствовали о снижении функциональной активности центральной нервной системы (по изученным показателям) в период повышения γ -фона внешней среды, особенно у высокотревожных лиц, по сравнению с низкотревожными, а также у высоко- и низкотревожных больных на фоне эмпирического варианта антигипертензивной терапии по сравнению с целенаправленным вариантом лечения у высоко- и низкотревожных больных соответствующего темперамента. В равных условиях исследования эффективность целенаправленного варианта терапии (по меньшей выраженности сдвигов) выше, чем эмпирического.

Ключевые слова: гамма-фон, артериальная гипертензия, психосоматический статус, центральная нервная система

D. V. Vasendin^{1,2✉}, E. S. Abramova², I. I. Kozlov², A. D. Petrov³

**The importance of monitoring the gamma-background
of the environment for maintaining the state of physiological health
and some indicators of the functioning of the central nervous system
in people with different psychosomatic status**

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

² Siberian State University of Telecommunications and Informatics, Novosibirsk, Russian Federation

³ Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering,
Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: vasendindv@gmail.com

Abstract. All the examined people were divided into equal groups of choleric, sanguine, phlegmatic and melancholic temperaments with high and low anxiety. The average annual data of the gamma background of the external environment, personal and reactive anxiety, depression, well-being,

activity, mood ("WAM"), the speed of a simple sensorimotor reaction, the degree of dyscirculatory encephalopathy, strength and endurance coefficient of the hand were taken into account. The analysis data indicated a decrease in the functional activity of the central nervous system (according to the studied indicators) during the period of an increase in the gamma background of the external environment, especially in highly anxious individuals compared with low-anxiety individuals, as well as in high- and low-anxiety patients on the background of an empirical variant of antihypertensive therapy compared with a targeted treatment option in high- and low-anxiety patients the appropriate temperament. Under equal research conditions, the effectiveness of the targeted therapy option (with less pronounced shifts) is higher than the empirical one.

Keywords: gamma-background, arterial hypertension, psychosomatic status, central nervous system

Введение

В научной литературе имеются данные о том, что ионизирующие излучения оказывают влияние на течение многих физиологических процессов [1, 2]. Вместе с тем жизнедеятельность здорового и больного артериальной гипертензией (АГ) человека протекает в условиях постоянного воздействия гелиометеофакторов, на фоне которых изменения гамма (γ)-фона внешней среды, вероятно, сказываются на течении АГ. В этой связи лечение АГ должно осуществляться на фоне выбора наиболее эффективного варианта антигипертензивной терапии (АГТ). Однако таких данных в научной литературе не найдено, поэтому целью исследования было посредством корреляционного анализа установить выраженность ответной реакции центральной нервной системы у больных АГ-II с различным психосоматическим статусом в условиях изменения γ -фона внешней среды в течение астрономического года.

Методы и материалы

В период с 2004 по 2024 гг. в амбулаторных условиях обследовано 848 мужчин в возрасте 44 – 62 лет (в среднем $54 \pm 1,8$ лет), у которых в кардиологическом отделении установлена гипертоническая болезнь в стадии II (ГБ-II, степень 2, риск 3). Длительность заболевания в среднем $11,6 \pm 1,4$ года. Наличие эссенциальной АГ устанавливалось по критериям, изложенным в [3]. Контролем служили 422 здоровых мужчин, совместимых по основным антропо-социальным показателям. Преобладающий темперамент – холерический (Х), сангвинический (С), флегматический (Ф) и меланхолический (М) – определяли с помощью психологического теста [4] путем 3-кратного тестирования до лечения (0) и через 3, 6, 9 12 месяцев проведения АГТ. Величину реактивной и личностной тревожности определяли по [5]. К лицам с низкой тревожностью (НТ) отнесены обследованные, набравшие $32,0 \pm 0,6$ балла, с высокой тревожностью (ВТ) – от $42,8 \pm 0,4$ балла и выше. Легкая степень депрессии по методике [6] отмечена только у высокотревожных флегматиков (ВТ/Ф) и высокотревожных меланхоликов (ВТ/М). По заключению психоневрологов в стационарном лечении они не нуждались. Высокотревожные холерики (ВТ/Х) и ВТ сангвиники (ВТ/С) получали анксиолитик (в 96% случаев сибазон по 2,5 мг утром и на ночь), а ВТ/Ф и ВТ/М – антидепрессант – в 96% коаксил по 12,5 мг утром и на ночь, (в 4% золофт, по 25 мг /сут), кроме НТ лиц. АГТ включала препараты, утвержденные приказом №254 Минздрава России от 22.11.2004 для лечения АГ: β -адреноблокаторы (β -

АБ), ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента (иАПФ), диуретики (гипотиазид), кардиомагнил [7]. Из высокоселективных β -АБ пациенты в 96% получали метопролол по 200 мг/сут (4% случаев его аналоги), а НТ/Х и НТ/С по 100 мг/сут) и гидрохлоротиазид: ВТ/Х и ВТ/С по 25 мг/сут, а НТ по 12,5 мг/сут. Из иАПФ пациенты в 96% принимали эналаприл по 20 мг/сут (4% его аналоги) + верошпирон по 100-200мг/сут (в 75%), реже (25%) гидрохлоротиазид по 25 мг/сут. НТ/Ф и НТ/М принимали эналаприл по 10 мг/сут + гидрохлоротиазид (гипотиазид) по 12,5 мг/сут. Все получали панангин по 2 табл./сут и кардиомагнил по 1 табл./сут. Поскольку Х и С пациенты отличались от Ф и М пациентов преимущественной активностью симпатического отдела ВНС и гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системой (ГГНС по кортизолу) [8], то им назначали в 96% случаев β -АБ + гипотиазид. Пациенты флегматики и меланхолики отличались от Х и С преимущественной активностью парасимпатического отдела ВНС и ренин-ангиотензин-альдостероновой системой (РААС по альдостерону) [7]. В этой связи последним назначали в 96% случаев иАПФ+верошпирон. Иные варианты АГТ названы эмпирической (ЭАГТ) антигипертензивной терапией.

Качество жизни определялось по методике «САН»: от 7 баллов (высокое качество) до 1 балла (низкое качество) [9]. Силу кисти и её выносливость (в трех последовательных жимах с интервалом в 1 с) определяли посредством пружинного динамометра с фиксируемой стрелкой. Тремометрию осуществляли на стенде с вертикальной спиралью с вмонтированной электросхемой и счетчиком учета касаний иглы к спирали. Степень дисциркуляторной энцефалопатии (ДЦЭП) определяли посредством теста на соединение кругов с цифрами от 1 до 25 на время. Скорость простой сенсомоторной реакции (ПСМР, в миллисекундах) определяли посредством таймера, встроенного в диагностический комплекс производства фирмы «MEDICOR» (Будапешт, Венгрия).

Гамма-фон среды измеряли на рабочих местах обследованных (дозиметр «Мастер») с 6.00 до 8.00 ежедневно и сравнивали с данными, получаемыми из Западно-Сибирского управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, г. Новосибирск, затем определяли среднемесячные значения. Вариации γ -фона в период с 1995 по 2015 гг. не вышли за пределы нормальных региональных значений.

Полученные результаты обрабатывали методами вариационной статистики ($M \pm m$) с использованием стандартного пакета программ «Statistica 7.0» и параметрического t -критерия Стьюдента, а также вычислением коэффициента корреляции (r) по Пирсону. Статистически значимыми считали значения при $p < 0,05$. Исследование выполнено с соблюдением положений Хельсинкской декларации всемирной медицинской организации и одобрено комитетом по этике Новосибирского государственного медицинского университета от 27.10.2009 г., протокол №18.

Результаты и обсуждение

Исследование показало, что на фоне ЭАГТ у ВТ больных различного темперамента между динамикой γ -фона среды и значениями личностной и реактивной тревожности, а также депрессивности (Д) и качеством жизни (САН) получена прямая корреляционная связь высокой, а в группах НТ больных – средней степени значимости. В группах ВТ больных соответствующего темперамента,

принимавших ЦАГТ, корреляционная связь была средней, а в НТ группах больных слабой степени значимости, как и у ВТ(НТ) здоровых лиц соответствующего темперамента. Полученные данные свидетельствовали, что с повышением γ -фона среды отмечалось повышение личностной и реактивной тревожности, а также тенденция к депрессивности и снижению качества жизни (самочувствие, активность, настроение) у всех обследованных. Максимально выраженными эти сдвиги были у ВТ (НТ) на фоне проведения ЭАГТ. Кроме того, у ВТ негативные сдвиги в ЦНС были более выраженными, чем у НТ-больных равного темперамента. В отличие от ЭАГТ, на фоне ЦАГТ сдвиги были слабее, судя по средней (у ВТ) и слабой (у НТ) степени корреляционной связи, и аналогичными со здоровыми ВТ(НТ) лицами равного с больными темперамента. Последнее свидетельствует в пользу большей эффективности применения варианта ЦАГТ.

Корреляционный анализ показал наличие прямой и высокой степени значимости корреляционной связи между динамикой γ -фона среды и скоростью в ПСМР, степенью ДЦЭП и тремором кисти у ВТ больных и средней степени значимости у НТ больных на фоне ЭАГТ. На фоне ЦАГТ у ВТ связь была достоверной, но средней, а у НТ слабой степени значимости, как и у ВТ(НТ) здоровых лиц равного с больными темперамента. Полученные данные свидетельствовали, что с повышением γ -фона среды снижалась скорость ПСМР, нарастали ДЦЭП и тремор кисти. Причем на фоне ЦАГТ эти сдвиги были менее выраженными, судя по более низким значениям коэффициентов корреляции, и такими же, как у здоровых ВТ(НТ) лиц соответствующего темперамента. В данном случае эффективность ЦАГТ выше, чем у варианта ЭАГТ.

Между динамикой γ -фона среды и силой кисти, а также её выносливостью у ВТ больных на фоне ЭАГТ получена обратная высокой, а в группах НТ больных средней степени значимости достоверная корреляционная связь. На фоне ЦАГТ связь была также обратной, но в группах ВТ средней, а в группах НТ

– слабой степени значимости и равная таковой у ВТ(НТ) здоровых лиц соответствующего темперамента. Из этого следует, что с повышением γ -фона среды у ВТ(НТ) обследованных, независимо от темперамента, снижались сила и выносливость нервно-мышечного комплекса кисти. Однако на фоне ЦАГТ, по сравнению с ЭАГТ, сдвиги были слабее и такие же, как у ВТ(НТ) здоровых лиц соответствующего темперамента, что также говорит в пользу эффективности ЦАГТ по сравнению с ЭАГТ вариантом.

Заключение

Таким образом, по месяцам астрономического года между динамикой γ -фона внешней среды (в границах региональной нормы) и изученными показателями функциональной активности ЦНС на фоне проведения эмпирической АГТ у ВТ больных получена тесная, а у НТ больных - средней степени значимости достоверная корреляционная связь (независимо от темперамента). Это свидетельствует о том, что изменения γ -фона среды в границах установленной региональной нормы не безразличны для функциональной активности ЦНС у здоровых и больных АГ лиц на фоне АГТ. Данные корреляционного анализа свидетельствуют, что с повышением γ -фона среды со стороны ЦНС у больных отме-

чается повышение личностной и реактивной тревожности, тенденция к депрессивности и дисциркуляторной энцефалопатии, снижение скорости в простой сенсомоторной реакции, что сочетается с повышением тремора и снижением силы и выносливости нервно-мышечного комплекса кисти. Эти сдвиги свидетельствуют о снижении функциональной активности ЦНС. У ВТ больных эти сдвиги на фоне ЭАГТ (ЦАГТ) более существенны, чем у НТ больных на фоне ЭАГТ (ЦАГТ). На фонеэмпирической АГТ сдвиги у ВТ(НТ) пациентов более выражены, нежели у ВТ(НТ) больных равного темперамента на фоне ЦАГТ. У последних выраженность сдвигов близка к таковой у ВТ (НТ) здоровых лиц соответствующего темперамента, что свидетельствует о более высокой эффективности ЦАГТ по сравнению с вариантом ЭАГТ, что согласуется [10] с некоторыми ранее полученными собственными результатами [11], подтверждающими важность мониторинга гамма-фона среды для поддержания ряда показателей физиологического здоровья как пациентов с артериальной гипертензией, так и лиц без сердечно-сосудистой патологии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Взаимосвязь между гамма-фоном внешней среды и усвоением кислорода тканями организма больных артериальной гипертензией и варианты антигипертензивной терапии / Н.П. Величко [и др.] // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2025. – Т. 24, №S6. – С. 6.
2. Васендин Д.В., Мещеряков А.А., Шакирова Н.А. Содержание общей лактатдегидрогеназы в сыворотке крови у пациентов с артериальной гипертензией в зависимости от Солнечной активности и варианта лечения // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2025. – Т. 24, №S6. – С. 31.
3. Профилактика, диагностика и лечение артериальной гипертензии: Российские рекомендации (второй пересмотр). – М.: Всероссийское научное общество кардиологов, 2004. – 18 с.
4. Столяренко Л.Д. Опросник Айзенка по определению темперамента. Основы психологии. Ростов-на-Дону: Феникс, 1997. – 736 с.
5. Усков А.В., Васендин Д.В., Колодин Д.Л. Корреляционная взаимосвязь между гелиогеофизическими факторами и осмотическим давлением плазмы крови у больных гипертонической болезнью с различным психосоматическим статусом // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2025. – №24 (6S). – С. 18.
6. Ахметжанов Э.Р. Шкала депрессии. Психологические тесты. М.: Лист, 1996. – 320 с.
7. Приказ №254 Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 22.11.2004 «Об утверждении стандарта медицинской помощи больным артериальной гипертензией». М., 2004. – 14 с.
8. Сила и выносливость кисти и уровень осложнений у больных артериальной гипертензией и варианты антигипертензивной терапии / Г. А. Усенко [и др.] // Клиническая медицина. – 2024. – Т. 102, №4.. – С. 338-343.
9. Загрядский В.П. Методы исследования в физиологии труда. Л.: Наука, 1976. – 93 с.
10. Величко Н.П., Васендин Д.В., Мещеряков А.А. Особенности содержания калия и натрия в эритроцитах у пациентов с артериальной гипертензией в дни магнитных бурь в зависимости от психосоматического статуса пациентов и варианта антигипертензивной терапии // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2025. – №24 (6S). – С. 23.
11. Взаимосвязь между гамма-фоном среды и усвоением кислорода тканями организма больных гипертонической болезнью с различным психосоматическим статусом / Н. П. Величко [и др.] // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2025. – Т. 24, № S6. – С. 6-7.

© Д. В. Васендин, Е. С. Абрамова, И. И. Козлов, А. Д. Петров, 2025

С. С. Вишнеvская¹, Д. С. Раков¹, Е. Н. Тумашевич¹✉

Совершенствование средств индивидуальной защиты от вибрации

¹ Сибирский государственный университет путей сообщения,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: liza.tumashevich@inbox.ru

Аннотация. В статье рассматриваются современные подходы к совершенствованию средств индивидуальной защиты от вибрации, направленные на снижение негативного воздействия на здоровье работников. Представлены последствия воздействия вибрации на организм, в том числе возникающие профессиональные заболевания. Анализируются существующие виды защитных средств, их эффективность и недостатки. Особое внимание уделяется вопросам повышения комфорта и эргономики средств защиты, что способствует их более широкому использованию на производстве.

Ключевые слова: средства индивидуальной защиты, вибрация, профессиональные заболевания

S. S. Vishnevskaya¹, D. S. Rakov¹, E. N. Tumashevich¹✉

Improvement of personal protective equipment against vibration

¹ Siberian State Transport University, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: liza.tumashevich@inbox.ru

Abstract. The article discusses modern approaches to improving personal protective equipment against vibration, aimed at reducing the negative impact on the health of workers. The effects of vibration on the body, including emerging occupational diseases, are presented. The existing types of protective equipment, their effectiveness and disadvantages are analyzed. Special attention is paid to improving the comfort and ergonomics of protective equipment, which contributes to their wider use in production.

Keywords: personal protective equipment, vibration, occupational diseases

Введение

В настоящее время вибрация является одним из вредных факторов, негативно влияющим на здоровье работников, в частности при длительном воздействии. По способу передачи человеку выделяют два вида вибрации: общую (воздействие на все тело или обширную область) и локальную (сосредоточенную на отдельном участке тела) [1]. В данной статье рассматривается воздействие локальной вибрации в различных производственных процессах, характеризующейся передачей на руки. Недостаточная эффективность и неудобство существующих средств индивидуальной защиты от вибрации имеет два аспекта: первый проявляется для работников, которые непосредственно сталкиваются с послед-

ствиями в виде онемения ладони и затекания фаланг пальцев при выполнении трудовых операций с вибрирующим инструментом, второй аспект – для работодателей, в обязанности которых входит обеспечение работников эффективными сертифицированными средствами индивидуальной защиты.

Методы исследования

Локальная вибрация – это механические колебания, распространяющиеся в трех ортогональных осях и передающиеся через контакт с вибрирующими поверхностями [2]. Она возникает преимущественно при работе с виброинструментом, таким как отбойные молотки, перфораторы, шлифовальные машины и другие. Её последствия – это не только дискомфорт, но и серьезные профессиональные заболевания [3-5]. Профессиональное заболевание – это заболевание, возникающее в процессе трудовой деятельности работника при воздействии вредных производственных факторов. Из-за этого может возникнуть временная, частичная или полная потеря трудоспособности [6-9]. Самыми распространенными профессиональными заболеваниями при воздействии локальной вибрации являются: ангиодистонический синдром, синдром запястного канала, синдром полинейропатии и поражение костно-мышечной системы [10]. Кратко рассмотрим, чем они обусловлены:

1. Ангиодистонический синдром – это синдром, характеризующийся нарушением тонуса сосудов, что приводит к их нестабильному сужению и расширению.
2. Синдром запястного канала – это заболевание, которое возникает в следствии повреждения срединного нерва на уровне запястья.
3. Синдром полинейропатии – это заболевание, обусловленное поражением периферических нервов кисти. Проявляется ноющими болями и повышением или, наоборот, понижением чувствительности к раздражителям.
4. Поражение костно-мышечной системы – это обобщенное понятие заболеваний, которое характеризуется повреждением мышечной или костной структуры тела человека, приводящее к таким заболеваниям как остеоартроз суставов кисти и миофиброз мышц предплечья.

Распределение по видам профессиональных заболеваний и основные симптомы приведены в табл. 1.

Для защиты от этих рисков используются средства индивидуальной защиты от вибрации, в частности виброзащитные перчатки. В данный момент на рынке представлено множество видов виброзащитных перчаток, среди которых были выбраны несколько популярных бюджетных моделей, которыми обеспечиваются сотрудники предприятий, для проведения сравнительного анализа по защитным свойствам и характеристикам вибропоглощения.

Таблица 1

Общая характеристика заболеваний

Заболевание	Симптомы	Процент заболеваемости
Ангиодистонический синдром	Резкая боль кожи пальцев рук и иногда ног; ноющие, ломящие, тянущие боли в руках и ногах, немеют и мёрзнут кисти.	примерно 20 – 30%
Синдром запястного канала	Онемение, ощущение ползания мурашек, жгучие боли в ладонях и пальцах.	10%
Синдром полинейропатии	Повышение или понижение чувствительности к раздражителям (гиперестезия и гипестезия).	до 2,4%
Поражение костно-мышечной системы	Ухудшение подвижности лучезапястных и локтевых суставов	от 20% до 33%

Эксперимент

Первые две модели – перчатки HOEGERT и FREE HAND (АТТИС) -представляют собой модели с внешним вибропоглощающим элементом из полиуретана и нитрила [11, 12]. Модель Jeta Safety – с внутренним подкладом из эластана [13]. Производители всех трех моделей заявляют, что перчатки обеспечивают высокий уровень поглощения вибрации, на средних и низких частотах порядка 90%, на высоких 59%. Также в основе проведения эксперимента были рассмотрены 2 патента на виброзащитные перчатки, которые включают внутреннюю подкладку из пенополиуретана. По заявленным характеристикам обеспечивают эффективное поглощение вибрации в диапазоне частот от 30 до 1000 Гц [14, 15]. Сравнительный анализ трех моделей приведен в табл. 2.

Таблица 2

Сравнительный анализ виброзащитных перчаток

Модель перчаток	HOEGERT TECHNIK Brol	FREE HAND (АТТИС)	Jeta Safety
Материал	Полиэфирный трикотаж с полиуретановым покрытием	Основание изделия состоит из смеси хлопка и полиэфира. Покрытие - нитрил	Нейлон, эластан, верхняя часть ладони покрыта PU кожей
Стойкость к истиранию (ур.)	4	4	2
Стойкость к порезам (ур.)	1	2	1
Размерная сетка	9/M, 10/L	6/XS, 7/X, 8/M, 9/L, 10/XL, 11/XXL	8/M, 9/L, 10/XL, 11/XXL
Стоимость, руб.	1328	1124	1560

Для определения действительных характеристик вибропоглощения был проведен эксперимент. Для проверки были выбраны перчатки FREE HAND (АТТИС) и обычные хлопчатобумажные перчатки. Для замера показателей локальной вибрации в трех ортогональных осях использовался вибромер «Экофизика 110AB4» [16]. Дат-

чик прибора располагался на ладони испытуемого под перчаткой [17, 18]. Процесс замера показателей проводили при работе с перфоратором и угловой шлифовальной машины (УШМ) [19, 20]. Результаты приведены в табл. 3.

По результатам эксперимента можно сделать вывод, что даже с использованием специальной виброзащитной перчатки уровень локальной вибрации превышает допустимые значения [1], а показатель эффективности не достигает заявленного производителем.

Таблица 3

Сводная таблица показаний замеров

Перфоратор, хб перчатка									
Частота, Гц	8	16	31,5	63	125	250	500	1000	
Лэкв, дБ	109	114	124	142	139	142	149	146	1 замер
Лэкв, дБ	109	113	129	141	135	140	143	144	2 замер
Лэкв, дБ	110	110	125	14	137	141	144	144	3 замер
Лсред, дБ	109	113	126	142	137	141	145	145	
Перфоратор, виброперчатка									
Частота, Гц	8	16	31,5	63	125	250	500	1000	
Лэкв, дБ	116	114	126	139	139	140	132	120	1 замер
Лэкв, дБ	103	112	123	141	142	144	132	121	2 замер
Лэкв, дБ	111	114	129	137	138	138	129	119	3 замер
Лсред, дБ	110	113	126	139	140	141	131	120	
Эффективность поглощения, %	-0,44	-0,37	-0,17	2,13	-1,77	0,23	9,88	16,85	
ПДУ, дБ	73	73	79	85	91	97	103	109	

Заключение

Таким образом, на основании всех проделанных работ можно сделать вывод, что нынешние СИЗ от вибрации, являются либо удобными в носке, но со слабыми защитными показателями, либо имеют чуть более высокие показатели защиты, но также неудобны в носке при длительной трудовой деятельности. Современные технологии и материалы позволяют создавать более эффективные и комфортные средства защиты, что способствует снижению риска развития профессиональных заболеваний и повышению производительности труда. Внедрение инновационных решений, а также регулярное обучение и контроль использования средств индивидуальной защиты, являются ключевыми факторами успешного снижения негативных последствий вибрации. Основной задачей является подбор нового вибродемпфирующего материала, а также улучшить расположение и его форму на перчатке для более комфортного использования.

Благодарность

Выражаем благодарность за финансовую поддержку исследования организацию «СГУПС» за счет присвоения гранта на проведение исследования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 12.4.002-97 Система стандартов безопасности труда. Средства защиты рук от вибрации. Технические требования и методы испытаний.
2. ГОСТ 24346—80 Вибрация. Термины и определения.
3. ГОСТ 12.1.012—90 Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования
4. ГОСТ 12.4.020—82 Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты рук. Номенклатура показателей качества
5. ГОСТ 12.4.183—91 Система стандартов безопасности труда. Материалы для средств защиты рук. Технические требования
6. Вакурова Н. В., Азовскова Т. А., Лаврентьева Н. Е. О современных аспектах диагностики и классификации вибрационной болезни // РМЖ. — 2014. — № 16. — С. 1206.
7. Артамонова В. Г., Мухин Н. А. Профессиональные болезни. — 4-е издание, переработанное и дополненное. — М.: Медицина, 2004. — 480 с.
8. Косарев В. В., Бабанов С. А. Профессиональные болезни. — М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2011. — 252 с.
9. Шайхлисламова Э. Р., Бакиров А. Б., Гимранова Г. Г. и др. Вибрационная болезнь и меры по её предупреждению: учебное пособие. — Уфа, 2016. — 99 с.
10. Гостева Т.А. Вибрационная болезнь: причины, симптомы и лечение – URL: <https://probolezny.ru/vibracionnaya-bolezn/> (дата обращения 20.03.2025)
11. Рабочие антивибрационные перчатки с полиуретановым покрытием HOEGERT TECHNIK Brol размер 10 HT5K765-10 – URL: <https://www.vseinstrumenti.ru/product/rabochie-antivibratsionnye-perchatki-s-poliuretanovym-pokrytiem-hoegert-technik-brol-razmer-10-ht5k765-10-10310120/> (дата обращения: 21.03.2025)
12. Перчатки АТТИС – Защита от вибрации, Защита рук – Восток-Сервис-Новосибирск – URL: <https://vostok.ru/catalog/zaschita-ruk/perchatki-vibrozaschitnye/perchatki-attisantivibratsionnye/?ysclid=mb60uy129996325886> (дата обращения: 21.03.2025)
13. Перчатки антивибрационные Jeta Safety швы Кевлар – URL: <https://www.vseinstrumenti.ru/product/perchatki-antivibratsionnye-jeta-safety-shvy-kevlar-razmer-m-8-jav01-vp-8-m-1660387/> (дата обращения: 21.03.2025)
14. Патент 208514 Российская Федерация МПК {7} A41D 19/00, A41D 13/00. Виброзащитная перчатка [Электронный ресурс] / Вишницкий Алексей Олегович, Хромов Олег Вячеславович; Общество с ограниченной ответственностью «Бриз». № 2021124297; заявл. 16.08.2021; опубл. 22.12.2021. – Электронная версия печ. публ.
15. Патент 2137408 Российская Федерация МПК {6} A41D 13/08. Виброзащитная рукавица [Электронный ресурс] / Ахмадеев В.Ф., Моисеев В.Н., Корелин Н.С., Асанов В.И.; Общество с ограниченной ответственностью «Полимерполотно». № 97121480/12; заявл. 24.12.1997; опубл. 20.09.1999. – Электронная версия печ. публ.
16. ЭКОФИЗИКА-110AB4 — Четырехканальный шумомер, виброметр, анализатор спектра URL: <https://ekosf.ru/product/ecophysika-110av4/?ysclid=m993b5514a547404168> (дата обращения: 25.03.2025)
17. ГОСТ 31191.1 Вибрация и удар. Измерение общей вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 1. Общие требования
18. ГОСТ 31191.2 Вибрация и удар. Измерение общей вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 2. Вибрация внутри зданий
19. ГОСТ Р 52442- 2005 Перфораторы пневматические телескопические. Общие технические требования
20. ГОСТ Р МЭК 60745-2-3-2011 Машины ручные электрические. Безопасность и методы испытаний

© С. С. Вишневецкая, Д. С. Раков, Е. Н. Тумашевич, 2025

Д. Л. Косарева¹✉, И. В. Пирумова¹

Геймификация в обучении по охране труда

¹ Сибирский государственный университет путей сообщения,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: darik_n@mail.ru

Аннотация. В статье показаны преимущества внедрения элементов геймификации в процесс обучения охране труда с целью повышения его эффективности. Показан пример применения различных игровых форм в процессе обучения студентов.

Ключевые слова: охрана труда, обучение, геймификация, повышение эффективности обучения

D. L. Kosareva¹✉, I. V. Pirumova¹

Gamification in occupational safety training

¹ Siberian State University of Communications, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: darik_n@mail.ru

Abstract. The article shows the advantages of introducing gamification elements into the process of teaching occupational safety in order to increase its effectiveness. An example of using various game forms in the process of teaching students is shown.

Keywords: labor protection, training, gamification, increasing the effectiveness of training

Введение

В условиях интенсивного развития производственных процессов и появления новых видов деятельности, охрана труда становится все более значимым элементом социальной политики государства. Потери фактически неотработанного времени из-за травматизма, дополнительных отпусков и сокращенной продолжительности рабочего времени составляют 92,5 млн человеко-дней, что равноценно невыходу на работу в течение года 755,3 тыс. человек [1, 2, 3, 4].

Неблагоприятные условия труда являются причиной высокого уровня производственного травматизма и профессиональных заболеваний. Ежегодно около 80 тыс. человек получают травмы на производстве, регистрируется более 10 тыс. случаев профессиональных заболеваний, более 14 тыс. человек становятся инвалидами вследствие трудового увечья и профзаболевания. Порядка 200 тыс. человек досрочно уходят на пенсию за работу в тяжелых и вредных условиях труда [1, 2, 3, 4].

Соблюдение требований охраны труда сегодня актуально как никогда. Возникновение нештатных ситуаций может надолго остановить работу производства, создать напряженную атмосферу и привести к крупным финансовым издержкам для предприятия, а также привлечь внимание контрольно-надзорных органов. По-

этому важно своевременно распознавать и решать проблемы охраны труда, которые ведут к травматизму и профессиональным заболеваниям [1, 3, 5–8].

Методы и материалы

Одной из главных проблем является несвоевременное и некачественное обучение работников, отсутствие профессиональной компетентности в области техники безопасности и оказания первой помощи. Для предотвращения этих сложностей необходимо проводить инструктажи и обучать безопасным приемам выполнения работ. В некоторых случаях требуется изменение формы изложения, добавление видео- и аудио- сопровождения, создание наглядных схем и ситуационных задач [1, 3, 4].

Для всех работников, включая руководителей организаций и индивидуальных предпринимателей, обязательно прохождение обучения и проверки знаний требований охраны труда. Использование современных технологий обучения и проверки знаний помогает повысить уровень безопасности на производстве [1, 6, 9].

В настоящее время в большинстве предприятий, занимающихся преподавательской деятельностью в области охраны труда, используется классическая форма обучения, включающая традиционные лекции и практические занятия. Это наиболее распространенный и понятный метод обучения, который применяется уже много лет. Если лектор обладает харизмой и достаточными знаниями, чтобы вовлечь всех слушателей, эффективность классических занятий будет высокой. Однако иногда этого недостаточно, и обучение не приносит желаемого результата — высокого уровня знаний в соответствующей области [10, 11].

Современный мир не стоит на месте, и инновационные технологии так же проникают и в сферу обучения, делая его более интерактивным и увлекательным. Одной из таких технологий является геймификация. Игровое обучение имеет глубокие исторические корни и использовалось еще с античных времен. Игра многогранна: она обучает, развивает, воспитывает, социализирует, развлекает и дает отдых. Изначально одной из ее задач было обучение в ненавязчивой форме [9–11].

Бурное развитие игротехнического движения, основанного на использовании деловых игр, сыграло важную роль в становлении игрового обучения. Первая деловая игра была разработана и проведена М.М. Бирштейн в СССР в 1932 году и сразу получила признание и бурное развитие. Однако в 1938 году они в СССР были запрещены, как и ряд других научных направлений. Их второе рождение произошло в 1960-х годах после появления первых деловых игр в США. Некоторые из них популярны и до сих пор («Денежный поток», «Монополия» и другие). На сегодняшний момент в России, в США, в других развитых странах нет такого учебного заведения, в котором не использовались бы деловые игры или их отдельные элементы [10, 11].

Активное использование игровой формы началось с конца XX века, а сам термин геймификация появился относительно недавно. Геймификация — это внедрение игровых форматов в процесс обучения персонала. Она является ин-

струментом мотивации к росту эффективности работы и ее безопасности, что идеально подходит для сферы охраны труда [12, 13].

В России геймификация начала распространяться только в последние несколько лет, но все больше компаний активно внедряют эту модель обучения у себя на производстве, считая ее более эффективной по сравнению с классическим обучением [12]. По мнению Е. Козинец, игровые решения особенно полезны в периоды изменений, будь то законодательные изменения на уровне государства или внутренние бизнес-процессы компании. Например, после несчастного случая или низкой культуры безопасности на предприятии становится очевидно, что необходимо менять подход к обучению, и геймификация может в этом помочь. На Западе, где геймификация зародилась, законодательство не менялось последние 10 лет, поэтому игры там уже не так востребованы. В России же происходят серьезные законодательные перемены, особенно в сфере трудового законодательства, что делает геймификацию актуальной [11, 13].

Среди особенностей обучения охране труда в игровом формате можно выделить три ключевых аспекта:

- повышение вовлечённости персонала: сотрудники активно участвуют в процессе обеспечения и поддержания безопасности труда;
- новый взгляд на рутинные задачи: работники видят привычные задачи под другим углом, что способствует свежим идеям по улучшению безопасности;
- новые подходы к личной безопасности: сотрудники находят инновационные методы для обеспечения собственной безопасности на рабочем месте [10–12, 14, 15].

На Всероссийской неделе охраны труда в 2019 году эксперты пришли к выводу, что технологии геймификации способствуют формированию более осознанного отношения работников к личной безопасности и снижению производственного травматизма. Основные причины профессиональных травм включают:

- недостаток времени на обучение: работники не успевают полностью освоить использование средств индивидуальной защиты (СИЗ);
- едостаточные знания об эксплуатации СИЗ: персонал не обладает необходимыми навыками для правильного использования средств защиты;
- снижение ответственности: работники не уделяют должного внимания безопасности труда [10–12].

Эти факторы, вероятно, стали причиной появления нового вида обучения по охране труда, который был прописан в Порядке обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций, вступившем в силу с 01.09.2022 в соответствии с нормами статьи 219 обновленного раздела X Трудового Кодекса РФ (обучение по использованию (применению) средств индивидуальной защиты) [16].

О. Загайнова, директор Департамента дополнительного профессионального образования Клинского института охраны и условий труда, отмечает три основных преимущества геймификации перед классическим обучением: «Геймификация в обучении имеет три основных преимущества перед классическим обучением. Первое — это мотивация слушателей пройти обучение до конца, например,

при изучении длительных программ в области охраны труда и промышленной безопасности. Второе – эффективное влияние на изменение поведения. Например, есть массовая проблема игнорирования ремней безопасности — можно заложить в игровую механику сценарий, при котором желаемое поведение – пристегивание ремней безопасности – приводило бы участников к игровым бонусам. Наконец, третье преимущество связано с возможностью дополнительной оценки персонала. В игровой среде участник чувствует себя безопасно и неосознанно проявляет тот тип поведения, который ему присущ и в реальной жизни. Это может помочь руководству в принятии кадровых решений» [12].

Для чего стоит внедрять игровой подход в обучение по охране труда? Рассмотрим подробнее некоторые преимущества внедрения геймификации (рис. 1).



Рис.1. Преимущества внедрения геймификации

Причин может быть несколько. И первая, самая главная – повысить культуру безопасности на предприятии.

Культура безопасности начинается с руководства компании. Если работодатель хочет сэкономить на обучении, купив один раз лекции и обучающие текстовые материалы и не обновлять их годами, у персонала будет такое же отношение: мол, я здесь работаю 30 лет, знаю свое рабочее место наизусть и за все время ни одной травмы – поэтому условную каску я надевать не буду.

Если же руководство компании, управленцы задумываются об адаптивности обучения, применяя геймификацию, у сотрудников проявляется совсем другой интерес и другое отношение к теме безопасности [17–19].

Второй причиной использования игровых элементов в дополнение к классическому обучению является закрепление материала. Общеизвестно, в жизни мы лучше запоминаем информацию, подкрепленную эмоциями – положительными или отрицательными. Что-то обыденное, рутинное, не подкрепленное эмоциональной реакцией, легче стирается из памяти. Игра – это всегда про эмоции: жажда победы, страх или восхищение от увиденного, радость или расстройство

в случае поражения. Благодаря эмоциям человек лучше запоминает материал, который их спровоцировал [17].

Результаты

Игровое решение – это безопасная среда для отработки реальных ситуаций, в том числе для совершения ошибок. Именно в игре можно моделировать различные несчастные случаи, инциденты и аварии, а также отрабатывать алгоритмы действий и проводить анализ действий персонала. Оно позволяет без реальных потерь – финансовых, трудовых, технологических – отрабатывать соблюдение норм охраны труда, оказания первой помощи доводя действия работников до автоматизма [17].

Также в ходе игр простой рабочий может играть за топ-менеджера и наоборот – так они могут прожить диаметрально противоположные истории и пробуют на себе роль с другой зоной ответственности в области безопасности. Ролевые игры – это проживание ситуаций, заложенных в игру, от лица персонажа, т.е. обучающийся играет не за себя лично, а за персонажа. Что это дает? Это помогает разрушить барьеры страхов, незнания материалов, снижает риски выглядеть некомпетентным, позволяет проявить личные качества и изменить отношение к охране труда с разных позиций в компании [18, 20].

Кроме того, внедрение игрового подхода в обучение по охране труда имеет несколько важных причин: индивидуальный подход к обучению, возможность изучения коммуникаций в коллективе, разнообразие форматов обучения и трансформация роли специалиста по охране труда. Кроме того, смена вида обучения препятствует развитию монотонности и повышает активность обучающихся [11, 12].

В рамках учебного процесса по специальности 20.03.01 Техносферная безопасность по некоторым дисциплинам мы проводим занятия в формате игры. Студенты сами разрабатывают вопросы для квестов, викторин, мастер-классов и других мероприятий и проводят их. Помимо участия в процессе, они передают знания друг другу, что значительно повышает мотивацию к обучению.

Обсуждение

Показателями эффективности и повышения уровня усвоения знаний благодаря интерактивным видам обучения, помимо хороших оценок по предметам, является регулярное получение призовых мест в олимпиадах, фестивалях и спартакиадах по охране труда и первой помощи. Многие студенты после проведения занятий в подобной форме отмечали большую уверенность в себе, если потом возникала необходимость оказания первой помощи пострадавшим в тех или иных ситуациях в жизни.

Мы применяли этот вид обучения на курсах повышения квалификации в рамках обучения по охране труда. В результате аудитория включалась в процесс обучения более активно, даже при проведении занятий в режиме on-line, что, как нам кажется, является хорошим результатом их использования на практике.

Но несмотря на множество преимуществ геймификации, эксперты не рекомендуют полностью переводить обучение по охране труда на игровой формат, отказываясь от классической формы.

Цель любого обучения – избавиться от неправильных и опасных поведенческих паттернов и заложить правильные и безопасные линии поведения. Именно игра позволяет сделать это ненавязчиво и незаметно. В ней может быть смоделирована почти любая ситуация как бы понарошку, но типичная для данного производства. В процессе можно попробовать разные сценарии, что отличает учебный процесс в интерактивном формате от обычного назидательного обучения и повышает его эффективность.

Заключение

Таким образом, считаем, внедрение интерактивных занятий в игровой форме будет крайне полезно и эффективно не только для учебных заведений высшей школы но и при проведении курсов повышения квалификации по охране труда у работников.

Благодарности

Выражаем благодарность всем участникам интерактивных занятий за энтузиазм и активность в их организации и проведении.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Зильберман, А. С. Роль охраны труда и ее состояние на современном производстве / А. С. Зильберман. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2019. – № 6 (244). – С. 277-279. – URL: <https://moluch.ru/archive/244/56297/> (дата обращения: 12.08.2024).
2. Анисимов, И. М. Ключевые проблемы охраны труда / И. М. Анисимов, А. И. Фомин // Охрана труда и социальное страхование. – 2016. – № 5. – С. 14–31.
3. Охрана труда в цифрах. URL: https://vcot.info/uploads/landings_files/66d99c1a16c0e568797996.pdf (дата обращения 10.05.2025).
4. Анализ травматизма с летальным исходом на поднадзорных Ростехнадзору энергетических объектах за 2023 год и формирование рекомендаций по его снижению URL:http://szap.gosnadzor.ru/activity/energonadzor/nesc_sluch/Анализ%20травматизма%20с%20летальным%20исходом%20на%20поднадзорных%20РПН%20энергообъектах%20за%202023%20год%20и%20формирование%20рекоменд.pdf (дата обращения 10.05.2025).
5. Трудовой Кодекс Российской Федерации от 30 декабря 2001года №197-ФЗ [Электронный ресурс] // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов: офиц. сайт. — Режим доступа: — <https://docs.cntd.ru/document/901807664>. (дата обращения 14.08.2024).
6. Ткаченко П. Профилактика производственного травматизма на российских предприятиях / П.Ткаченко [Электронный ресурс] URL: <https://www.centrattek.ru/info/mery-profilaktiki-proizvodstvennogo-travmatizma-chto-delat/> (дата обращения 20.05.2025).
7. Афонин В. Кто несет ответственность за нарушение охраны труда / В.Афонин // Русбейс [Электронный ресурс] – URL: <https://rb.ru/story/narushenie-ohrany-truda/> (дата обращения 20.05.2025).
8. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30.12.2001 N 195-ФЗ [Электронный ресурс] Консультант плюс: Информационно-правовое обеспечение: офиц. Сайт. – режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34661/ (дата обращения 19.05.2025).

9. Обучение по охране труда: почему буксует система и как преодолеть экономический парадокс [Электронный ресурс] – URL: <https://chernyaev-consulting.ru/tpost/dd8npa3vk1-obuchenie-po-okhrane-truda-pochemu-buksue> (дата обращения 20.05.2025).
10. Игровое обучение [Электронный ресурс] – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Игровое_обучение (дата обращения 14.08.2024).
11. Игровое обучение [Электронный ресурс] – URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/24387> (дата обращения 14.08.2024).
12. Трескунова А. Геймификация в охране труда. Спецпроект EcoStandard.journal. Часть 1 / А. Трескунова, Е. Козинец, О. Загайнова // EcoStandard.journal [Электронный ресурс] – URL: <https://journal.ecostandardgroup.ru/ot/opinion/geymifikatsiya-v-okhrane-truda-spetsproekt-ecostandard-journal/> (дата обращения 13.08.2024).
13. Как геймификация помогает в обучении [Электронный ресурс] – URL: <https://practicum.yandex.ru/blog/chto-takoe-geymifikatsiya/> (дата обращения 20.05.2025).
14. Геймификация в охране труда: обзор популярных решений [Электронный ресурс] – URL: <https://cokol.ru/articles/protection/gejmifikaciya-v-okhrane-truda-obzor-populyarnyh-reshenij/> (дата обращения 20.05.2025).
15. Геймификация в охране труда: как и зачем «играть с опасностью» [Электронный ресурс] – URL: <https://media.provodnik.ru/tehnologii-i-trendy/gejmifikacziya-v-okhrane-truda-kak-i-zachem-igrat-s-opasnostyu/> (дата обращения 20.05.2025).
16. Постановление Правительства РФ от 24 декабря 2021 г. N 2464 «О порядке обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда» [Электронный ресурс] Гарант. Информационно-правовое обеспечение: офиц. Сайт. – режим доступа: <https://base.garant.ru/403324424/> (дата обращения 13.08.2024).
17. Справочник от Автор24 [Электронный ресурс] – URL: https://spravochnick.ru/pedagogika/teoriya_obucheniya/igrovye_metody_obucheniya/ (дата обращения 13.08.2024).
18. Студопедия [Электронный ресурс] – URL: https://studopedia.ru/4_166077_igrovie-metodi-obucheniya-v-professionalnoy-podgotovke.html (дата обращения 13.08.2024).
19. Геймификация в обучении по охране труда: задачи, принципы и практическое применение [Электронный ресурс] – URL: <https://ot-media.ru/pro/geymifikaciya-v-obuchanii-po-okhrane-truda-zadachi-principyu-i-prakticheskoe-primenenie> (дата обращения 20.05.2025).
20. Блог-инженера [Электронный ресурс] – URL: <https://блог-инженера.рф/игры> (дата обращения 13.08.2024).

© Д. Л. Косарева, И. В. Пирумова, 2025

И. М. Ламков^{1,2✉}, Д. В. Панов¹

Управление рисками поражения электрическим током в подразделениях федеральной противопожарной службы

¹ Сибирский государственный университет водного транспорта,
г. Новосибирск, Российская Федерация

² Учебный центр федеральной противопожарной службы по Новосибирской области,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: igor.lamkov@ya.ru

Аннотация. Условия работы при тушении пожаров и спасении людей характеризуются как вредные и опасные, поэтому в подразделениях федеральной противопожарной службы вопросам охраны труда уделяется особое внимание. Исследование несчастных случаев различной степени тяжести, произошедших с участниками тушения пожара в жилом секторе, свидетельствует о важной роли управления риском поражения электрическим током при работах на пожаре. Ключевой причиной электротравматизма среди личного состава пожарной охраны является необходимость ограничения распространения огня, в то время как электрические сети остаются под напряжением. Анализ информации о происшествиях, связанных с воздействием электрического тока в процессе трудовой деятельности среди пожарных, командиров отделений и помощников начальников караулов, направленных на переподготовку в учебный центр, показал неучтенные случаи электротравм. Выполнен литературный обзор публикаций о современных способах тушения пожара в условиях опасности поражения электрическим током.

Ключевые слова: тушение пожара, электрический ток, охрана труда

I. M. Lamkov^{1,2✉}, D. V. Panov¹

Risk Management of electric shock in the departments of the federal fire service

¹ Siberian State University of Water Transport, Novosibirsk, Russian Federation

² Training center of the Federal Fire Service in the Novosibirsk region,
Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: igor.lamkov@ya.ru

Abstract. The working conditions for extinguishing fires and rescuing people are characterized as harmful and dangerous, therefore, special attention is paid to occupational safety issues in the departments of the federal fire service. A study of accidents of varying severity that occurred with participants in extinguishing a fire in the residential sector indicates the important role of managing the risk of electric shock when working on a fire. The key reason for electrical injuries among fire protection personnel is the need to limit the spread of fire, while electrical networks remain energized. An analysis of information about incidents related to exposure to electric current during work among firefighters, department commanders and assistant guards sent for retraining at the training center showed unaccounted-for cases of electrical injuries. A literary review of publications on modern fire extinguishing methods in conditions of danger of electric shock has been performed.

Keywords: extinguish the fire, electric current, labor protection

Введение

Производственная деятельность нередко может сопровождаться различными рисками для здоровья и жизни любого работника [1]. В Российской Федерации статистикой по травматизму выделяются наиболее опасные направления деятельности, среди которых присутствует профессия 16781 «Пожарный» [2, 3]. Проведенные исследования по специальной оценке условий труда пожарного показали, что тушение огня и проведение аварийно-спасательных работ в зоне чрезвычайной ситуации относится к классу вредных и опасных [4, 5]. Высокий класс вредности условий труда обусловлен воздействием на пожарного повышенной температуры от пламени, токсичных продуктов горения, дыма и других опасных факторов пожара. К дополнительным рискам относится проведение некоторых специальных работ на пожаре: подъем на высоту либо спуск, в том числе со спасаемыми людьми, отключение электроустановок, находящихся под напряжением [6, 7].

Среди несчастных случаев различной степени тяжести, произошедших при тушении пожаров в жилом секторе, отдельного внимания заслуживают травмы у личного состава пожарной охраны, связанные с поражением электрическим током. Высокая вероятность попадания под напряжение на месте пожара обусловлена повсеместным применением электрической энергии, а также использованием для ликвидации горения наиболее распространенных огнетушащих веществ – воды и пены, обладающих высокой электропроводностью [8]. Согласно требованиям охраны труда [9], перед началом тушения пожара электрические сети и оборудование должны быть обесточены энергетической службой. Однако из-за необходимости максимально быстрого начала тушения пожара (подачи ствола первой помощи) возникает противоречие между пожарной тактикой и охраной труда – или ждать отключения электроустановок, или приступить к ликвидации горения при повышенном риске электротравмы [10]. Также длительное ожидание пожарными отключения электросетей приводит к возмущению граждан в плане сомнений о профессионализме огнеборцев.

Типовыми электрозащитными средствами в пожарной охране являются диэлектрические перчатки, обувь, коврик, ножницы и заземляющий проводник. Данный комплект предназначен для самостоятельного отключения пожарными проводов 220 В, однако в жилом секторе для электроснабжения в последние годы получили распространение кабельные линии в гофрированных трубах [11], резка которых приведет к короткому замыканию, электрическому и термическому поражению пожарного.

Для тушения пожаров в электроустановках на пожарном автомобиле предусмотрено от двух до четырех порошковых и углекислотных огнетушителей. Принимая во внимание, что огнетушители относятся к первичным средствам пожаротушения на ранней стадии развития пожара [12], а запас огнетушащих веществ в каждом составляет не более 20 кг, можно сделать вывод о невысоких тактических возможностях по тушению пожаров класса Е.

Несмотря на известную опасность электрического тока для здоровья в отдаленном проявлении [13–15], личный состав подразделений федеральной противопожарной службы (ФПС) не всегда обращается за медицинской помощью после получения электротравм, что приводит к недостоверности данных об учете и расследовании несчастных случаев. Также отсутствуют кардиологические наблюдения за состоянием здоровья участников тушения пожара после электротравмы.

Так как в профессии пожарного присутствуют работы, сопровождающиеся тяжелыми физическими нагрузками, высокой температурой окружающей среды, недостатком кислорода и риском проявления ранее полученной электротравмы, то исследование управления рисками поражения электрическим током является актуальной задачей.

Обзор публикаций по тематике управления риском поражения электрическим током при тушении пожаров показывает, что данная проблема находит отражение во многих работах отечественных авторов. В публикации [16] приводятся результаты экспериментов определения значений тока утечки при подаче струи компрессионной пены с расстояний 2–6 м на электрооборудование под напряжением 10–30 кВ, которые подтверждают возможность использования данной технологии для тушения пожаров на энергетических объектах. В работе [17] отображен анализ натурных исследований и обработка массива данных по определению значений токов утечки по струе огнетушащего вещества при использовании установок пожаротушения с возможностями гидроабразивной резки. Обоснование технических характеристик мобильной робототехники для тушения пожара на предприятиях электроэнергетики сформулированы в трудах [18, 19]. Известно о сертификации ранцевой установки пожаротушения ИГЛА-1-0,4 для тушения электрооборудования под напряжением до 36 кВ [20]. Инновацией среди инструмента, предназначенного для отключения кабелей под напряжением можно выделить ножницы гидравлические помповые изолированные НГПИ-85, разработанные Калужским электротехническим заводом «КВТ», а также прибор дистанционного обнаружения напряжения «LEADER VOLT» от французской компании LEADER.

Методы и материалы

С 2020 по 2024 г. на базе ФАУ ДПО «Учебный центр ФПС по Новосибирской области» проводился сбор и анализ информации о происшествиях, связанных с воздействием электрического тока на участников тушения пожара. Проходившие обучение в учебном центре слушатели заполняли анонимную анкету, в которой были вопросы о случаях ударов током при работе на пожаре.

Общее количество слушателей по категориям обучения, участвующих в анкетировании представлено в таблице 1.

Таблица 1

Общее количество слушателей учебного центра
по категориям обучения, принявших участие в анкетировании.

Наименование программы обучения	Количество слушателей, чел.					
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Итого
Профессиональная подготовка по профессии 16781 «Пожарный»	45	63	47	81	74	310
Профессиональная переподготовка командиров отделений	37	45	20	46	33	181
Профессиональная переподготовка помощников начальников караулов	29	21	25	19	23	117

Результаты

Результаты анкетирования слушателей представлены в таблице 2.

Таблица 2

Данные о поражениях электрическим током при тушении пожаров

Наименование программы обучения	Количество человек, попавших под напряжение один раз	Количество человек, попавших под напряжение два раза и более	Количество человек, обратившихся за медицинской помощью
Пожарный	–	–	–
Командир отделения	27	12	2
Помощник начальника караула	15	23	1

Среди слушателей, направленных на обучение по профессии «Пожарный», случаев поражения электрическим током на пожарах не выявлено. Это обусловлено требованиями охраны труда, в соответствии с которыми, работники, не прошедшие профессионального обучения, не допускаются к несению службы в подразделениях пожарной охраны. До приобретения профессии «Пожарный», стажер не участвует в прямом контакте с огнем. Претенденты на должность командира отделения – это пожарные, обладающие средним профессиональным образованием и стажем работы не менее 2 лет. Ударам электрическим током в большей степени подвергались пожарные, претендующие на должность командира отделений (27 человек).

Командиры отделений, претендующие на должность помощника начальника караула, обладают наибольшим опытом тушения пожаров и стажем работы.

Учитывая число пострадавших в учебной группе «Помощник начальника караула» (15 человек), прослеживается закономерность между количеством электротравм и стажем работы.

Заключение

Эффективное управление рисками поражения электрическим током в подразделениях ФПС представляет собой комплексную задачу, для решения которой требуется понимание опасности поражения электрическим током участниками тушения пожара, отражение требований электробезопасности в государственных нормативных требованиях по охране труда и внедрение современных образцов аварийно-спасательной техники в пожарно-спасательные подразделения. Это позволит снизить риски электротравматизма среди личного состава и успешно выполнять задачи по тушению пожаров, спасению людей и защите материальных ценностей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Курбанова У. С. Безопасность жизнедеятельности: цели, задачи / У. С. Курбанова // *Universum: технические науки*. – 2021. – № 5-1 (86). – С. 18–19. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/bezopasnost-zhiznedejatelnosti-tseli-zadachi> (дата обращения: 07.04.2025).
2. Гармышев В. В. Особенности правового регулирования в области охраны труда в подразделениях федеральной противопожарной службы МЧС России / В. В. Гармышев, О. В. Вецелис, Д. В. Дубровин, В. А. Тарасенко, Я. В. Гармышев // *Образование и право*. – 2022. – № 3. – С. 348–354. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-pravovogo-regulirovaniya-v-oblasti-ohrany-truda-v-podrazdeleniyah-federalnoy-protivopozharnoy-sluzhby-mchs-rossii> (дата обращения: 09.04.2025).
3. Меретукова О. Г. Риски повреждения здоровья в подразделениях ФПС МЧС России / О. Г. Меретукова, Т. А. Шавырина, Е. Ю. Удавцова, Е. В. Бобринев, А. А. Кондашов // *Безопасность техногенных и природных систем*. – 2021. – № 2. – С. 19–24. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/riski-povrezhdeniya-zdorovya-v-podrazdeleniyah-fps-mchs-rossii> (дата обращения: 15.04.2025).
4. Харин В. В. Зависимость гибели и травмирования людей при пожарах от продолжительности пожаров / В. В. Харин, В. И. Сибирко, А. А. Кондашов, Е. В. Бобринев, Е. Ю. Удавцова // *Безопасность техногенных и природных систем*. – 2021. – № 4. – С. 19–24. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zavisimost-gibeli-i-travmirovaniya-lyudey-pri-pozharah-ot-prodolzhitelnosti-pozharov> (дата обращения: 28.04.2025).
5. О специальной оценке условий труда : федеральный закон от 28.12.2013 г. № 426-ФЗ. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_156555/.
6. Об утверждении Правил по охране труда при работе на высоте : приказ Минтруда России от 16.11.2020 № 782н (зарегистрировано в Минюсте России 15.12.2020 № 61477). – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_371453/?ysclid=mapds7wyxv12163939.
7. Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок : приказ Минтруда России от 15.12.2020 г. № 903н (зарегистрировано в Минюсте России 30.12.2020 № 61957). – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_372952/?ysclid=mapdvr84ns869285367.
8. Тербнев В. В., Подгрушный А. В. Пожарная тактика: основы тушения пожаров : учеб. пособие / В. В. Тербнев, А. В. Подгрушный. – М. : Академия ГПС МЧС России, 2012. – 322 с.
9. Об утверждении Правил по охране труда в подразделениях пожарной охраны : приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 11.12.2020 г.

№ 881н. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_373408/?ysclid=mapdwqypaj29190990.

10. Харламенков А. С. Требования боевого устава подразделений пожарной охраны к участникам тушения пожара при наличии электроустановок под напряжением / А. С. Харламенков // Пожаровзрывобезопасность. – 2018. – Том 27. – № 4. – С. 70–72.

11. Правила устройства электроустановок. 7-е изд. – М. : ЗАО «Энергосервис», 2002. – 280 с.

12. ГОСТ Р 59641-2021. Средства противопожарной защиты зданий и сооружений. Средства первичные пожаротушения. Руководство по размещению, техническому обслуживанию и ремонту. Методы испытаний на работоспособность : национальный стандарт РФ. – Введ. 15.09.2021. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200180688?ysclid=mape4fxi7z15566094>.

13. Фаязов А. Д., Туляганов Д. Б. Современное состояние проблемы электротравм / А. Д. Фаязов, Д. Б. Туляганов // Вестник экстренной медицины. – 2016. – № 4. – С. 108–113. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennoe-sostoyanie-problemy-elektrotravm> (дата обращения: 29.04.2025).

14. Кочин О. В. Электротравма: патогенез, клиника, лечение / О. В. Кочин // МНС. – 2015. – № 8 (71). – С. 7–12. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/elektrotravma-patogenez-klinika-lechenie> (дата обращения: 04.05.2025).

15. Фаязов А. Д. Функциональный статус органов и систем при электротермических поражениях / А. Д. Фаязов, У. Р. Камилов, Д. Б. Туляганов, Т. А. Вerveкина, Р. С. Ажиниязов // Вестник экстренной медицины. – 2017. – № 3. – С. 42–46. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/funktsionalnyy-status-organov-i-sistem-pri-elektrotermicheskikh-porazheniyah> (дата обращения: 06.05.2025).

16. Алешков М. В. Условия применения современных технологий пожаротушения для ликвидации пожаров электрооборудования под напряжением / М. В. Алешков, Р. А. Емельянов, А. А. Колбасин, В. Д. Федяев // Пожаровзрывобезопасность. – 2016. – Т. 25. – № 6. – С. 12–18. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/usloviya-primeneniya-sovremennyh-tehnologiy-pozharotusheniya-dlya-likvidatsii-pozharov-elektrooborudovaniya-pod-napryazheniem> (дата обращения: 07.05.2025).

17. Алешков М. В. Определение рабочих параметров установок пожаротушения с возможностями гидроабразивной резки, применяемых на объектах энергетики / М. В. Алешков, И. А. Гусев // Пожаровзрывобезопасность. – 2017. – Т. 26. – № 10. – С. 69–76. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-rabochih-parametrov-ustanovok-pozharotusheniya-s-vozmozhnostyami-gidroabrazivnoy-rezki-primenyaemyh-na-obektah> (дата обращения: 05.05.2025).

18. Алешков М. В. Обеспечение пожарной безопасности объектов энергетики путем разработки и применения мобильной робототехники пожаротушения / М. В. Алешков, С. Г. Цариченко, А. Л. Холостов, И. А. Гусев // Пожаровзрывобезопасность. – 2018. – Т. 27. – № 9. – С. 35–49. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obespechenie-pozharnoy-bezopasnosti-obektov-energetiki-putem-razrabotki-i-primeneniya-mobilnoy-robototekhniki-pozharotusheniya> (дата обращения: 05.05.2025).

19. Гусев И. А. Обоснование требований к мобильной робототехнике пожаротушения, применяемой на объектах энергетики / И. А. Гусев // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2017. – № 3. – С. 21–27.

20. Шаронов Д. В. Оценка экономической эффективности ранцевых установок в системы противопожарной защиты / Д. В. Шаронов // Вестник науки. – 2023. – Т. 3. – № 12 (69). – С. 1133–1138. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-ekonomicheskoy-effektivnosti-rantsevyh-ustanovok-v-sistemy-protivopozharnoy-zaschity> (дата обращения: 07.05.2025).

© И. М. Ламков, Д. В. Панов, 2025

П. В. Мучин^{1✉}, М. П. Мучин²

Информационно-коммуникационные технологии в организации производственной деятельности в аспекте обеспечения безопасности

¹Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Российская Федерация

²Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: p.v.muchin@ssga.ru

Аннотация. В работе исследуется роль информационно-коммуникационных систем (технологий) в автоматизации и цифровизации производственных процессов. Особое внимание уделено отдельным информационным технологиям искусственного интеллекта, системам 5G и IoT. Применение информационно-коммуникационных технологий в реальном секторе экономики представлено в аспекте обеспечения производственной безопасности, в том числе: охраны труда, промышленной и пожарной безопасности, информационной безопасности и др.

Ключевые слова: информационно-коммуникационные технологии, производственная безопасность, охрана труда

P. V. Muchin^{1✉}, M. P. Muchin¹

Analysis of changes in regulatory requirements to determine the required number of labor protection specialists in an educational organization of higher education

¹Siberian state university of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

²Siberian state university of Telecommunications and Informatics, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: p.v.muchin@ssga.ru

Annotation. The paper examines the role of information and communication systems (technologies) in the automation and digitalization of production processes. Particular attention is paid to individual information technologies of artificial intelligence, 5G and IoT systems. The use of information and communication technologies in the real sector of the economy is presented in the aspect of ensuring industrial safety, including: labor protection, industrial and fire safety, information security, etc.

Keywords: information and communication technologies, industrial safety, labor protection

Введение

Раскрытие заявленной темы требует ввести ряд определений. Ключевыми понятиями являются: производственная деятельность, безопасность и информационно-коммуникационные технологии (ИКТ).

В соответствии с основным законом, регулирующим трудовые отношения, производственная деятельность предполагается рассматривать как «Совокупность действий работников с применением средств труда, необходимых для пре-

вращения ресурсов в готовую продукцию, включающих в себя производство и переработку различных видов сырья, строительство, оказание различных видов услуг». Здесь же предлагается следующее определение безопасным условиям труда – «Условия труда, при которых воздействие на работающих вредных и (или) опасных производственных факторов исключено либо уровни воздействия таких факторов не превышают установленных нормативов» [1].

Определение безопасности производственной деятельности (или производственной безопасности) нами предлагается в следующей редакции: «Это совокупность (система) организационных мероприятий, включающих применение технических средств, с целью создания допустимых условий труда для работников, обеспечения безаварийности использования основных средств производства и соблюдения уровня негативного воздействия на окружающую природную среду в пределах установленных нормативов».

На наш взгляд, основными составляющими производственной безопасности являются: охрана труда, как система, обеспечивающая защиту работников, а также разные направления безопасности: пожарная, промышленная, транспортная, экологическая, радиационная, химическая, биологическая, технологическая и др.

Исходя из предложенного нами определения производственной безопасности, применение технических средств предполагает, в том числе, разработку и использование информационно-коммуникационных технологий.

В настоящее время уже невозможно представить себе современный мир без телекоммуникационных технологий, которые стирают границы между людьми, городами и государствами поскольку обеспечивается уровень общения, практически, «без расстояния». Доступность мобильной и видеосвязи позволяет решать множество задач в сфере управления, образования, медицины, торговли и др. Сегодня большинство людей постоянно сталкивается с ними, осуществляя телефонные звонки, проверяя электронную почту, делая покупки товаров через систему интернет и даже удаленно работая и дистанционно обучаясь.

Общее определение информационно-коммуникационным технологиям возможно, как «Совокупность различных технических средств, способов, методов и устройств, позволяющих решать задачи по сбору, обработки, хранению и передаче информации, чаще, в электронном (цифровом) виде».

Очевидно, что информационно-коммуникационные технологии предполагают использование не только аппаратных, но и программных средств, обеспечивающих возможность устанавливать беспроводную связь и передавать, в том числе, аудио- и видеoinформацию. Например, к телекоммуникационным технологиям можно отнести: телефонную связь, радиосвязь, спутниковую связь и интернет.

Дополнительно можно отметить, что телекоммуникационные системы в настоящее время являются важнейшим элементом, способствующим экономическому развитию, обеспечивая обмен информацией, автоматизацию производственных процессов и цифровизацию экономики. Для экономики России, в условиях санкционных ограничений, развитие информационно-коммуникационных

технологий становится действенным инструментом повышения эффективности производственной деятельности.

Методы и материалы

В настоящей работе не ставится цель показать технологии создания и развития ИКТ. Этим проблемам посвящены тысячи научных работ, в том числе находящихся в свободном доступе в системе интернет. Наша задача показать несколько примеров успешного внедрения информационно-коммуникационных технологий в реальном секторе экономики акцентируя, при этом, внимание на проблемы обеспечения производственной безопасности.

Положительные примеры использования телекоммуникационных систем в мировой экономике можно отметить на примере применения информационной системы 5G и Интернет вещей - Internet of Things (IoT). Поясним следующее:

- Информационная система 5G является технологией пятого поколения беспроводной сотовой связи, обеспечивающая высокую скорость передачи данных, низкую задержку и возможность подключения множества устройств одновременно;

- Интернет вещей реализует концепцию объединения технических устройств с доступом к системе интернет, которые реализуют функции сбора, обмена и анализа данных. Предполагается минимальное участие человека в реализации поставленных задач.

Международная сеть компаний, оказывающие услуги в области консалтинга и аудита (корпорация Deloitte), отмечает, что мировой рынок телекоммуникаций в 2024 году оценивается примерно в 1,53 трлн. долларов. При этом сегменты 5G и Интернета вещей показывают продолжающийся стремительный рост. Эксперты корпорации прогнозируют, что к 2028 году рынок IoT в промышленности достигнет 59,7 млрд. долларов с ежегодным приростом на 35,1 % [2].

Применительно к производственным организациям, (предприятиям) телекоммуникационные системы выполняют роль связующего звена, объединяя оборудование — от простейших датчиков температуры до сложных систем управления производственными линиями.

Надежность ТКС определяется способностью обеспечить бесперебойную передачу данных, что позволяет предприятиям в режиме реального времени контролировать технологические процессы, выявлять отклонения и, соответственно, оперативно принимать управляющие решения. Это особенно важно в эпоху, так называемой, четвертой промышленной революции (Индустрия 4.0), когда реализуется новый подход к управлению производственным процессом, основанный на массовом внедрении информационных технологий, масштабной автоматизации бизнес-процессов и распространении искусственного интеллекта.

В аспекте нашей работы, особо следует отметить заявленное преимущество Индустрии 4.0 в повышении уровня безопасности работников за счет сокращения рабочих мест с опасными условиями труда.

Далее покажем отдельные примеры успешного применения телекоммуникационных систем, в том числе с возможностью повысить безопасность работников, в мировой экономике.

Немецкий автопроизводитель Audi в партнерстве с компанией Ericsson активно использует технологию 5G URLLC (Ultra-Reliable Low-Latency Communication) для управления роботами на своих сборочных линиях. Эта разработка обеспечивает сверхнизкую задержку сигнала и высокую стабильность связи, что является важным для задач, требующих моментальной реакции. В начале 2020 года Audi совместно с Ericsson организовали демонстрацию возможностей 5G URLLC на заводе в Кисте, Швеция. В ходе испытаний роботы управлялись через беспроводную сеть, а система мгновенно останавливала их, если человек приближался к рабочей зоне. Позже технология была внедрена в реальных условиях в P-Labs Audi в Гаймерсхайме, Германия. Здесь 5G URLLC поддерживает протоколы PROFINET и PROFIsafe, которые требуют минимальной задержки для координации роботизированных систем. По данным источника Three 5G Manufacturing Case Studies (RCR Wireless), задержка составляет менее 5 мс, что значительно повышает безопасность [3].

Уменьшение времени ответной реакции на поступающий поток информации так же связан с внедрением технологии Edge computing (периферийные вычисления). При этом методе обработка данных выполняется близко к месту, где эти данные генерируются. Исключаются временные задержки, возникающие при обработке данных в удалённых облачных центрах.

Китайский производитель бытовой техники компания Haier использует связку 5G и периферийных вычислений в сочетании с искусственным интеллектом (ИИ) и машинным зрением для контроля качества продукции. Высокоскоростная сеть 5G обеспечивает надежную передачу данных, а локальная обработка на краевых устройствах минимизирует задержки, позволяя анализировать изделия прямо на линии. На семи своих «умных» заводах в Китае компания Haier внедрила систему, где камеры машинного зрения сканируют продукцию в реальном времени, а ИИ выявляет дефекты. Согласно информации от Huawei (Huawei Haier China Mobile 5G Solutions, RCR Wireless), точность контроля качества достигла более 99 %, что на 10 % выше по сравнению с традиционными методами [4].

Примеры компаний Audi и Haier показывают, как телекоммуникационные системы, включая 5G и периферийные вычисления, трансформируют промышленность. Компания Audi делает ставку на безопасность и адаптивность, используя 5G URLLC для управления роботами, тогда как компания Haier сосредоточена на повышении качества через интеграцию ИИ и высокоскоростной связи. Оба подхода подчеркивают потенциал технологий для решения ключевых задач — от повышения безопасности до снижения издержек.

Повышение уровня производственной безопасности тесно связано с техническим обслуживанием оборудования, особенно используемого на опасных производственных объектах. Внедрение ИКТ позволяет обеспечить предиктивное техническое обслуживание (predictive maintenance) — при котором реализуется комплексный подход, позволяющий оценить техническое состояние используе-

мого оборудования и определить время следующего обслуживания. При использовании ИКТ датчики системы IoT собирают данные о вибрациях, температуре и износе оборудования, которые передаются через сети для анализа с помощью машинного обучения. Положительный пример успешного внедрения технологии на предприятии Siemens в Германии, где отмечалось сокращение внеплановых остановок на 20 % [5].

Положительные примеры внедрения сетей 5G и ИИ, способствующих повышению не только экономической эффективности, но и производственной безопасности, имеются и в экономике России [6].

Успешное применение современных информационно-коммуникационных технологий в промышленности отмечаем на Новолипецком металлургическом комбинате (НЛМК). В металлургии, где процессы сложны, а финансовые затраты высоки, новые разработки вроде ИИ и высокоскоростных сетей связи помогают решать задачи управления и организации производства. В настоящее время НЛМК является одним из лидеров отрасли. Работы по внедрению ИИ и технологии 5G начались с 2017 года и сравнительно за небольшой промежуток времени была разработана стратегия работы с данными, был создан специальный кластер, куда поступает информация с датчиков со всех участков производства, что позволило централизовать данные и обеспечить качественный анализ.

Внедрение системы ИИ позволило руководству НЛМК оперативно решать сразу несколько задач:

- оптимизировать закупки угля, руды и ферросплавов, что обеспечило ощутимую экономию материалов;
- повысить производительность труда, так как нейронные сети обеспечили увеличение объема продукции на 5 % без привлечения дополнительных ресурсов и сохраняя прежние условия труда работников;
- улучшить качество выпускаемого металла, так как внедренная система заранее прогнозирует дефекты (трещины, включения), что позволяет снизить брак;
- повысить надёжность оборудования через своевременный анализ данных предсказывающих о возможных поломках;
- оптимизировать энергопотребление через сокращение расхода газа с сохранением производственных характеристик [7].

В начале 2023 года НЛМК внедрил собственную сеть 5G, став «пионером» среди российских промышленных предприятий. Сеть 5G работает в диапазоне частот 4,8–4,9 ГГц и поддерживает до миллиона подключений на квадратный километр. Передача данных осуществляется со скоростью до 1 Гбайт/с, что по сравнению с технологией 4G примерно в сто раз быстрее. Технология 5G в связке с собственной цифровой платформой НЛМК, обеспечивает практически мгновенный сбор информации с датчиков, что позволяет в реальном времени отслеживать сбои и корректировать работу оборудования. Применяемые технологии поддерживают автоматизацию и обеспечивают использование беспилотного транспорта, что повышает уровень производственной безопасности и сохранение здоровья и жизни работников.

Показывая примеры успешной реализации ИКТ на промышленных предприятиях, необходимо отметить и существующие очевидные трудности внедрения телекоммуникационных систем. Среди основных проблем отметим:

- Возможные киберугрозы, например, в 2023 году 37 % кибератак на промышленные объекты использовали сетевые уязвимости. Разработчики считают, что уровень таких угроз можно снизить с использованием технологий блокчейн, обеспечивающих локальную обработку данных (edge computing) [8];

- Эксплуатация устаревшего оборудования. В экономике России промышленные предприятия достаточно часто имеют оборудование, выпущенное в 90-х и ранее годах, которое морально устарело и несовместимо с технологией 5G. Разработчики в качестве временного решения предлагают использовать программно-определяемые сети (SDN), которые помогают выполнить адаптацию новых технологий к морально устаревшему оборудованию;

- Нехватка квалифицированных кадров. По некоторым оценкам к 2030 году дефицит специалистов в области информационных технологий достигнет 85 миллионов. В качестве решения проблемы необходимы изменения в системе образования;

- Наличие помех при передаче информации по беспроводным сетям, что создает эффект интерференции, снижающий качество связи. Разработчиками предлагается использовать технологию beamforming - формирования информационного луча на конкретное принимающее устройство, а также управление мощностью сигнала.

Результаты

Выполненные исследования показывают, что разработка и внедрение информационно-коммуникационных технологий в реальный сектор экономики обеспечивает не только улучшение экономических показателей, но и повышение уровня как защиты работников, так и производственной безопасности в целом. Автоматизация выполнения технологических процессов значительно улучшает условий труда.

Применение информационно-коммуникационных технологий широко используется в охране труда и других направлений производственной безопасности. В настоящее время невозможно представить плодотворную работу специалистов в области охраны труда, пожарной и промышленной безопасности, электробезопасности и др. без использования справочно-информационных систем. Информационно-коммуникационные технологии лежат в основе автоматизированных рабочих мест (АРМ), в том числе специалиста по охране труда. При организации АРМ используется компьютерная и офисная техника, применяется специальное целевое программное обеспечение.

Разрабатываются платформы электронного обучения и системы управления курсами. Создаются технологии виртуальных классов и инструменты для проведения вебинаров.

На отраслевом уровне можно отметить создание и внедрение:

– Единого портала тестирования в области промышленной безопасности, безопасности гидротехнических сооружений, безопасности в сфере электроэнергетики [9];

– Единой общероссийской справочно-информационной системы по охране труда (ЕИСОТ).

Информационно-коммуникационные технологии обеспечивают дистанционное обучения, которое может быть реализовано в сфере охраны труда и промышленной безопасности. Законодательство позволяет проводить инструктирование работников дистанционно, что очень удобно при выполнении работ «удаленно» [10].

Информационно-коммуникационные технологии широко используются для повышения уровня производственной безопасности через системы наблюдения, работающие в режиме реального времени.

Производственная безопасность повышается при использовании средств и методов кибербезопасности – применение антивирусов, технологий шифрования, использование межсетевых экранов (брандмауэров), контролирующих входящий и исходящий трафик в сети, применение виртуальных сетей (VPN), обеспечение постоянного мониторинга и своевременного реагирования на угрозы. Продолжаются работы по развитию новых методов и технологий, например, таких как искусственный интеллект и технологии блокчейн, обеспечивающих передачу информации блоками, неразрывно связанных между собой и разрушающихся при любом вредоносном влиянии.

Производственная безопасность тесно связана с информационной безопасностью, создающей состояние защищенности информационной среды объекта – организации, отрасли производства, экономики государства.

Информационная безопасность организации – состояние защищенности информационной среды организации, обеспечивающее её формирование, использование и развитие, которая обеспечивается соответствующими подразделениями организации: экономической безопасности, безопасности персонала (режимный отдел), управления персоналом (отдел кадров) и собственно службой информационной безопасности.

Заключение

В процессе выполненного исследования, для нас становится очевидным, что информационно-коммуникационные технологии являются фундаментом для перехода экономики к цифровой эпохе. Для нашего государства, находящегося в условиях санкционного давления, развитие собственных телекоммуникационных технологий становится вопросом национальной безопасности и экономической устойчивости.

В масштабах государства развитие и внедрение информационно-коммуникационных технологий требует больших финансовых ресурсов и разработку необходимых нормативных правовых актов. Такие проблемы безусловно должны решаться на уровне государственных органов власти с привлечением ведущих производственных организаций.

Тем не менее мы считаем, что каждый объект экономики России уже сейчас имеет возможность эффективно использовать имеющиеся информационные технологии, особенно обеспечивающие производственную безопасность. Эти меры позволят сохранить наиболее важный и дорогой ресурс в экономике – человеческий, то есть работника [9-11].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Трудовой кодекс Российской Федерации : федер. закон от 30.12.2001 № 197-ФЗ от 30.12.2001 (ред. от 7.04.2025). [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/78f36e7afa535cf23e1e865a0f38cd3d230eecf0/.
2. 5G Enabling Future IoT Innovation: Industry Trends and Insights. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://www.minew.com/5g-iot-trends-insights/>.
3. Three 5G manufacturing case studies: Audi, Haier, Bosch. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://www.rcrwireless.com/20210726/5g/three-5g-manufacturing-case-studies/>.
4. Huawei, Haier, China Mobile unveil 5G solutions for smart manufacturing. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://www.rcrwireless.com/20211116/smart-factory/huawei-haier-china-mobile-unveil-5g-solutions-for-smart-manufacturing/>.
5. Readiness for predictive maintenance at scale report 2023. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:8ee59c19-1c37-4516-a290-2844096f1cff/Readiness-Report-2023_original.pdf/.
6. НЛМК: искусственный интеллект на службе у сталеваров [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://www.osp.ru/cio/2018/01/13053828/>.
7. 5G для комбината. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://rspectr.com/articles/5g-dlya-kombinata/>.
8. Cybersecurity threatscape: Q3 2023. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://global.ptsecurity.com/analytics/cybersecurity-threatscape-2023-q3/>.
9. О членстве в аттестационных комиссиях организаций. Письмо Ростехнадзора от 7.02.2024 № 11-00-15/636. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1305126589/>.
10. О порядке обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда. Постановление Правительства РФ от 24.12.2021 № 2464 (ред. от 12.06.2024). [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_405174/.
11. Об определении порядка, видов, сроков обучения лиц, осуществляющих трудовую или служебную деятельность, по программам противопожарного инструктажа, требований к содержанию указанных программ, порядка их утверждения и согласования и категорий лиц, проходящих обучение по дополнительным профессиональным программам в области пожарной безопасности. Приказ МЧС России от 16.12.2024 № 1120. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1311527645/>.

© П. В. Мучин, М. П. Мучин, 2025

С. А. Вдовин¹✉, А. Г. Барлиани¹

Некоторые аспекты обоснования внедрения CRM-системы в деятельность компании

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: vdovin-sngsru@yandex.ru

Аннотация. В статье изучается опыт комплексной автоматизации и внедрения автоматизированных, информационных систем управления компаниями. Указан основной функционал CRM-систем, которые предназначены для автоматизации задач управления по направлениям деятельности компаний. Изучены вопросы организации интерфейсов подобных систем, вопросы, связанные с учетной деятельностью, настройкой и обслуживанием CRM-систем. Пример внедрения CRM-системы рассмотрен для конкретной компании сферы услуг.

Ключевые слова: автоматизация, информационная система. управление, внедрение, учет, планирование, данные, интерфейс

S. A. Vdovin¹✉, A. G. Barliani¹

Some aspects of justification for the implementation of a CRM system in the company's activities

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: vdovin-sngsru@yandex.ru

Abstract. The article examines the experience of complex automation and the introduction of automated, information management systems for companies. The main functionality of CRM systems is indicated, which are designed to automate management tasks in the areas of companies' activities. The issues of organization of interfaces of such systems, issues related to accounting activities, configuration and maintenance of CRM systems are studied. An example of implementing a CRM system is considered for a specific service company.

Keywords: automation, information system. management, implementation, accounting, planning, data, interface

Введение

Выявление проблем деятельности и управление предприятием подталкивает руководство к мысли о комплексной автоматизации процессов деятельности компании и управления им. После определенного этапа развития предприятия, принимается управленческое решение о внедрении в его работу CRM-системы. После расчетов, оценки стоимости комплексной автоматизации перед компаниями встает вопрос о выборе и внедрении наиболее подходящего программного продукта, CRM-системы.

В качестве объекта исследования выступает компания сферы услуг, предоставляющая образовательные и развлекательные услуги.

Задача осложнялась тем, что нет универсальной CRM, и потому необходимо делать компромиссный выбор. Существует огромный выбор различных системных продуктов для управления отношениями с клиентами. Среди самых известных рассматривались такие CRM-системы как

- 1С:CRM;
- БИТ:CRM;
- Мегаплан;
- AmoCRM;
- Битрикс24 и др.

Для внедрения была выбрана CRM система AmoCRM. Она соответствовала всем требованиям, предъявляемым к CRM. Основными причинами выбора этого программного продукта стали:

- цена, так как среди остальных CRM эта имела удовлетворительную стоимость – за каждого нового сотрудника оплата составляет 1 000 руб. в месяц, с учетом расширенного пакета, с учетом дешевого постобслуживания;
- AmoCRM это saas-решение, а так как у компании нет своего сервера, было очень важно чтобы система была с облачным хранилищем данных;
- интеграция с сайтами и сервисами (email, IP-telephony, website), что является очень важной составляющей, чтобы вести учет и сбор информации для ее последующей оценки, а также обеспечить достойный и быстрый сервис;
- скорость внедрения, потому что возможен моментальный перенос прошлой базы клиентов из Excel в систему, а основная настройка происходит за неделю, что быстрее чем в других системах;
- удобная база клиентов, позволяющая сортировать клиентов по тэгам, осуществлять рассылку сообщений;
- простота использования, при переходе на новую систему работы сотрудникам бывает очень сложно быстро научиться ею пользоваться, работа компании замедляется, что может привести к убыткам.

Методы и материалы

Помимо развитого функционала CRM-система должна обладать удобным интерфейсом. Для внедрения предлагается рассмотреть CRM-систему AmoCRM. AmoCRM проста в использовании, потому что в ней нет ничего лишнего, и обучение работе на ней составляет всего день.

При открытии CRM-системы, первое что встречает пользователя – это главный интерфейс системы, рисунок 1.

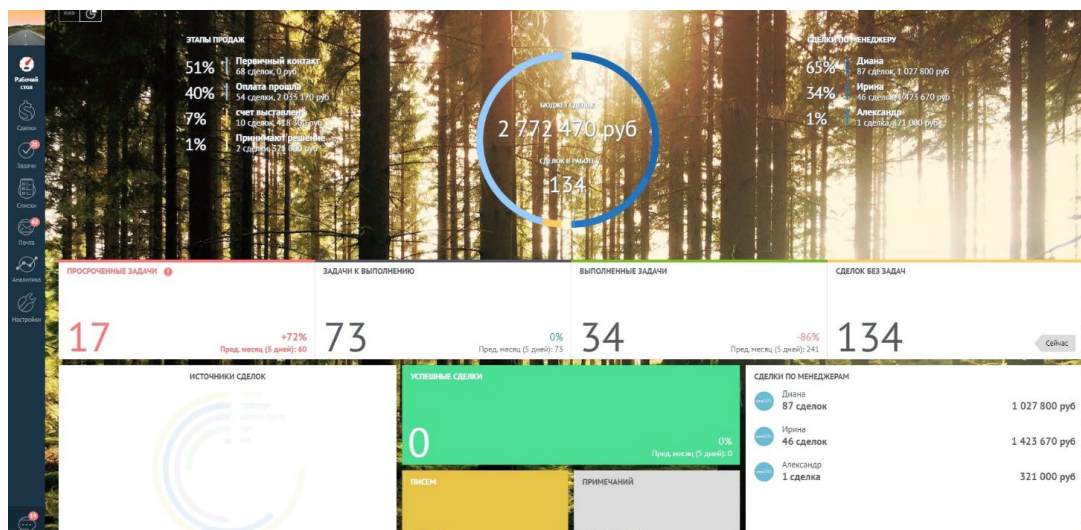


Рисунок 1 – Главный интерфейс AmoCRM

Главный интерфейс – это первая страница, которую видит пользователь, когда заходит в программу. На странице выведены самые важные и необходимые показатели, чтобы быстро понять, как обстоят дела. Именно из этого окна происходит переход к другим интерфейсам. По сути, это «рабочий стол» CRM-системы.

Интерфейс воронки продаж представлен на рисунке 2.

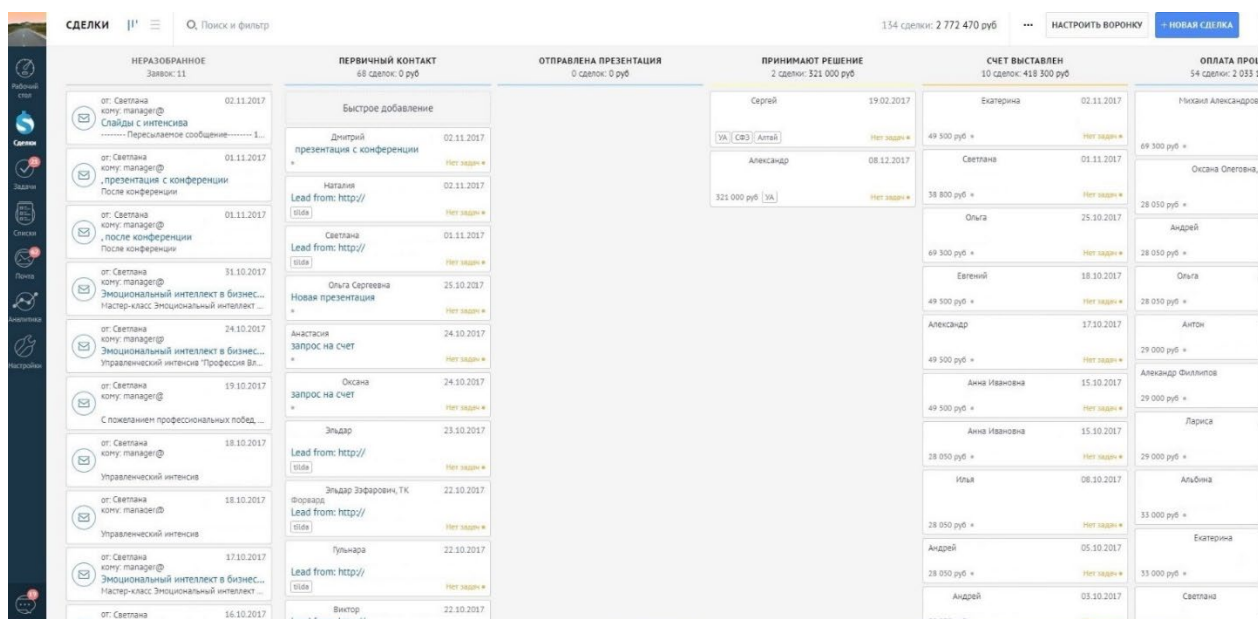


Рисунок 2 – Интерфейс воронки продаж AmoCRM

На рисунке представлен интерфейс воронки, как ее видит менеджер по продажам. Внедряемая CRM-система обладает следующим функционалом.

Крайний левый столбец посвящен неразобранным сообщениям, которые еще не рассортированы и требуют рассмотрения. Сюда помещаются различные заявки с интеграций, с электронной почты и с сервисов, то есть все что приходит на почту менеджеров, в том числе на специальную почту менеджеров попадает в раздел «Неразобранное».

Сообщения сразу попадают в следующий столбец «Первичный контакт», например, контакт с сайта.

Столбец «Отправлена презентация» нужен для отправки каких-либо материалов на электронную почту корпоративных клиентов, так как для физических лиц презентации не высылаются.

Столбец «Принимают решение» нужен чтобы просматривать, как продвигается работа с клиентами.

Столбец «Счет выставлен» показывает какое количество заявок обработано и ожидает оплаты, перед оказанием услуг.

Столбец «оплата прошла» выявляет клиентов, оплативших и теперь ожидающих услуги.

Окно «Менеджер задач» показано на рисунке 3.

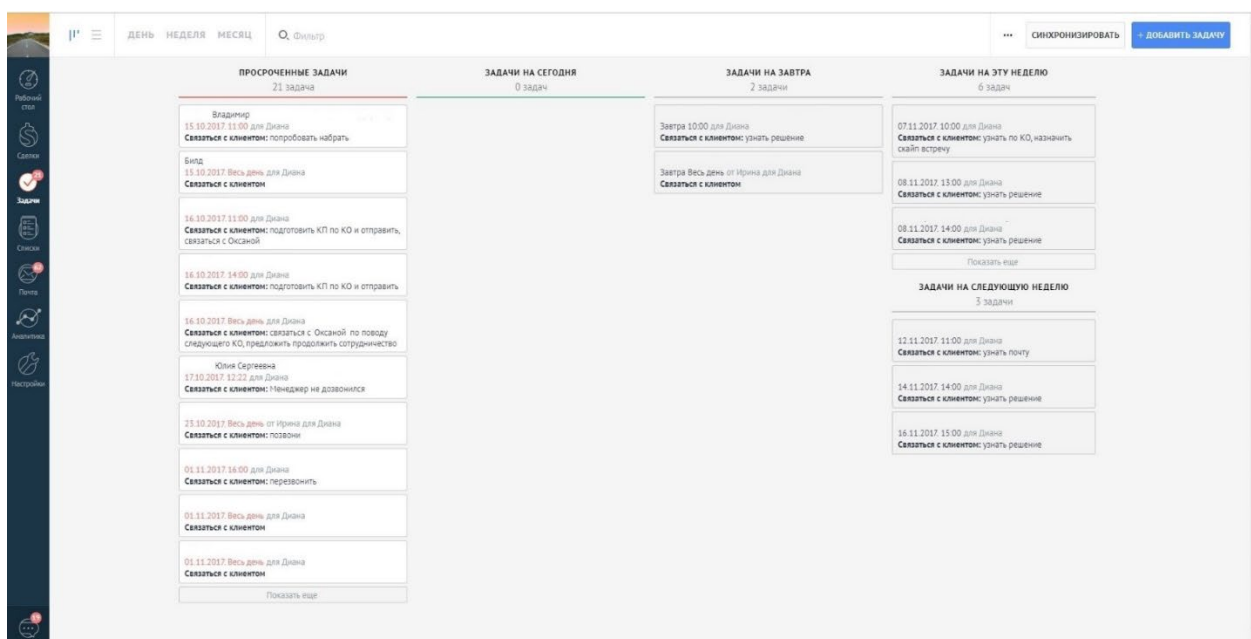


Рисунок 3 – Пример менеджера задач AmoCRM

Менеджер задач или task-менеджер у каждого работника свой. Менеджеры по продажам сами выставляют себе задачи, администратор компании может выставлять дополнительные задачи менеджерам. Менеджеры могут назначать друг друга ответственными за эти задачи. Также ответственный может быть выбран автоматически, например, если первичный контакт прошел удачно, и менеджер, который работал с этим контактом переносит его по воронке продаж дальше, менеджер становится ответственным за этот контакт автоматически. Он устанавли-

вает себе задачу перезвонить через какое-то время, для продолжения работы. По количеству задач можно оценить эффективность менеджера, то есть это один из способов контроля работы. Также возможно отслеживать деятельность конкретного менеджера в любое время, понять на сколько большая загрузка у сотрудников.

Интерфейс базы контактов CRM-системы компании представлен на рисунке 4.

ИМЕНА И ФАМИЛИИ	КОМПАНИЯ	ТЕЛЕФОН	EMAIL
☐ Данила	*	8 983	...@k-vark.ru
☐ Ирина	*	+7 (983)	
☐ ,000		+7	...@...ru
☐ Константин Юрьевич	*	8 913	...@mail.ru
☐ Олег	*	+7 (913)	@mail.ru
☐ Наталья Ивановна	*	8 906	@gmail.com
☐ Спирова	*	+7 953	@mail.ru
☐ Юрий Михайлович	*	85	@vandex.ru
☐ Ольга Николаевна	*	8 +7 +7	@vandex.ru
☐ Кирилл Алексеевич	*	8 952 8/383	@gmail.com
☐ Николай Геннадьевич	*	8-913	
☐ Константин	*	(383) ... полевой	@...ru
☐ Алексей	*	8/383	...ru info@...ru
☐ Павел Викторович	*	8 913	@...ru
☐ Андрей Владимирович	*	8 903	@...ru
☐ Наталья Владимировна	*	8/913	@...ru
☐ Алексей Фадеевич	*		
☐ Ольга Анатольевна	*	8 913 8/383	@...ru
☐ Ирина Витальевна	*		@mail.ru
☐ Оксана Владимировна	*	8 908 8	@...ru
☐ Галина	*	+7 (913)	

Рисунок 4 – Интерфейс базы контактов компании AmoCRM

В Интерфейсе базы контактов имеется возможность создавать списки контактов, назначать к ним тэги, чтобы в дальнейшем по этим тэгам фильтровать информацию, например, тэг «НСК» показывает клиентов из Новосибирска.

Контакты создаются автоматически на этапе первичного контакта, то есть если в компанию позвонил новый клиент на телефон или оставил свои контактные данные на сайте компании, автоматически под него создается карточка, если ее ранее не было. Если карточка была, то информация и новые сообщения этого клиента заносятся в эту карточку. Менеджер всегда видит всю историю общения с данным клиентом, что позволяет значительно повысить клиентоориентированность.

Данная CRM-система так же поддерживает создание контактов вручную. Ответственного менеджера можно назначить как вручную, так и автоматически для каждого контакта. Назначение происходит автоматически, в момент, когда кто-то из менеджеров отвечает на звонок. В дальнейшем если этот же контакт снова звонит в компанию, его автоматически соединят с менеджером, который с ним работал, видно какой менеджер работал с клиентом ранее.

Доступна информация о звонках и записях этих звонков. Эта информация может быть для контроля качества работы сотрудников. Окно звонков представлено на рисунке 5.

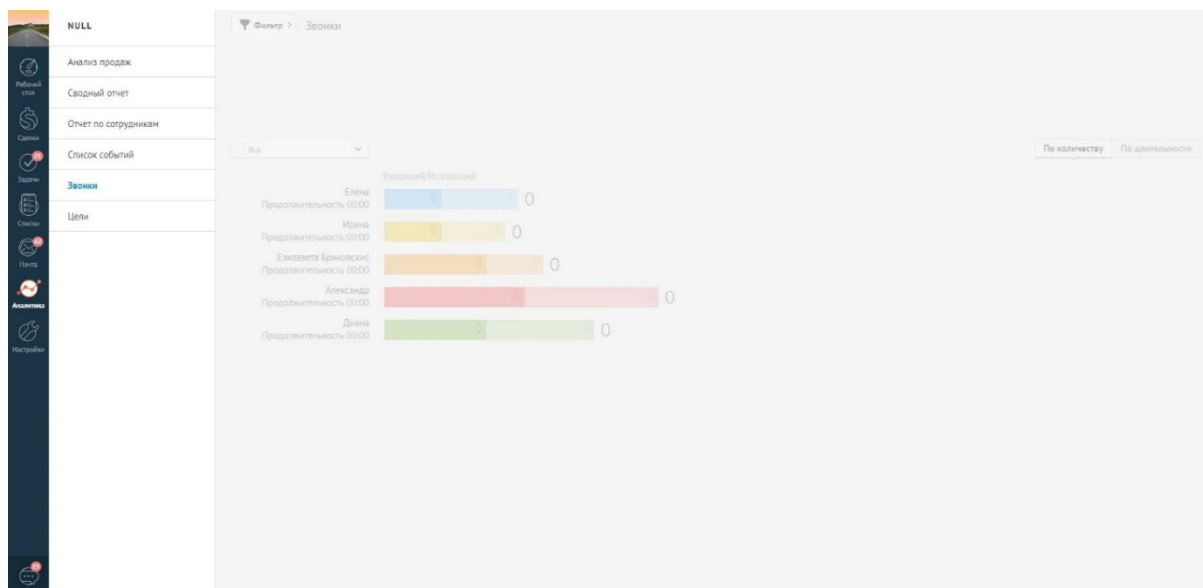


Рисунок 5 – Звонки в AmoCRM

Через это окно компания получает статистику количества совершенных звонков, среднюю продолжительность звонка, необходимое среднее количество звонков по каждому клиенту для заключения сделки, количество разговоров каждого из менеджеров и эффективность его сделок. Таким образом устанавливается среднее время продажи услуги каждым из менеджеров. Это один из косвенных показателей эффективности работы, но использовать его можно только с показателем процента успешных сделок каждого из менеджеров.

Как показывает практика, пограничные значения средней длительности разговора снижают эффективность. Как правило с ростом процента успеха вырастает и средняя продолжительность звонка. Так же это возможность проверить эффективность и работников, и скриптов. Проверять скрипты необходимо, чтобы отслеживать их эффективность и своевременно сменить при необходимости.

Доработка системы происходит с помощью скриптов, которые могут быть написаны на языке программирования. После написания скриптов они тестируются и внедряются в тот или иной модуль CRM-системы. Каждый новый разработанный скрипт для продаж выдается менеджерам, которые начинают по нему работать. Спустя месяц скрипт следует сравнить с предыдущим – было ли сделано больше продаж, стали ли разговоры длиннее или короче. Поскольку компания маленькая и это первый опыт использования CRM-системы, за 2024 г. собралось недостаточно данных для того, чтобы принять хорошие управленческие решения.

Отчет по сотрудникам представлен на рисунке 6.

ОТЧЕТ ПО ВСЕМ СОТРУДНИКАМ ТЕКУЩАЯ НЕДЕЛЯ 5 НОЯ – 11 НОЯ				
НАЗВАНИЕ	СДЕЛОК В РАБОТЕ	ДОБАВЛЕНО ПРИМЕЧАНИЙ	ЗАДАЧ В РАБОТЕ	СУММА ПОКУПОК
Дiana	87 (1 027 800 руб)		29	
Александр	1 (321 000 руб)			
Елизавета Бринковская				
Ирина	46 (1 433 670 руб)		35	
Елена			1	

Рисунок 6 – Отчет по сотрудникам в AmoCRM

Отчет по сотрудникам показывает сколько каждый сотрудник сделал выручки лично и сколько у него задач в работе. Отчет позволяет осуществлять надзор и регулирование занятости, ее перераспределение. По результатам отчетов назначается премия.

Интерфейс воронки продаж представлен на рисунке 7.

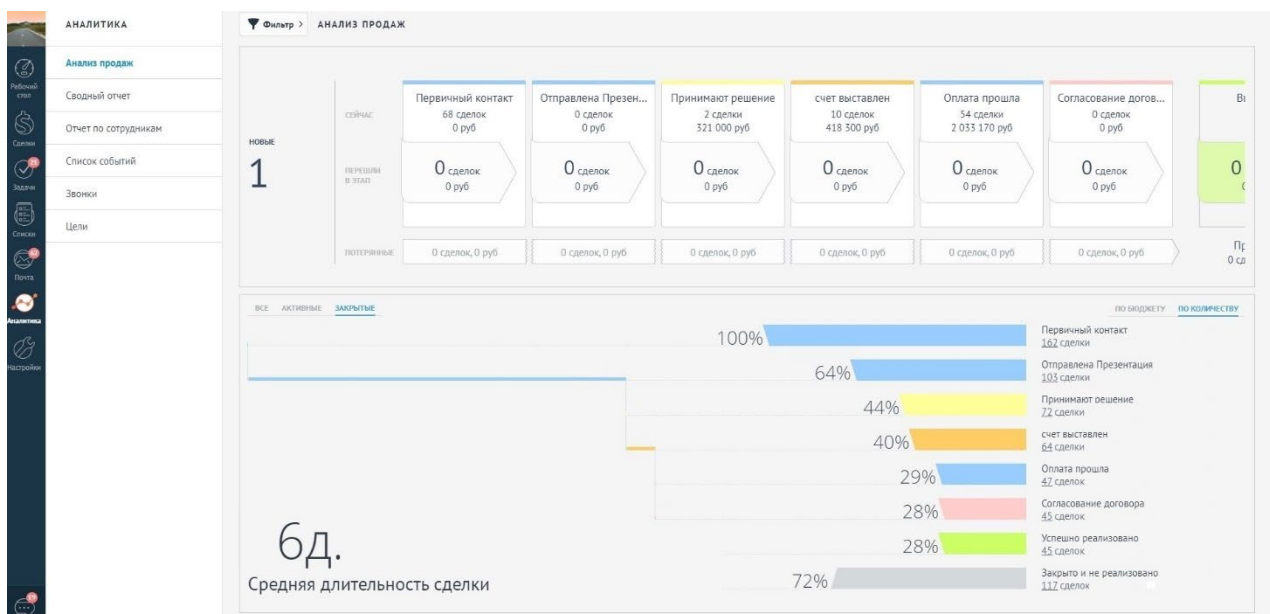


Рисунок 7 – Интерфейс аналитики, воронка продаж в AmoCRM

Из данного окна можно посмотреть качество воронки продаж, среднюю длительность сделки и количество прибыли от сделок.

Интерфейс взаимодействия с клиентом представлен на рисунке 8.

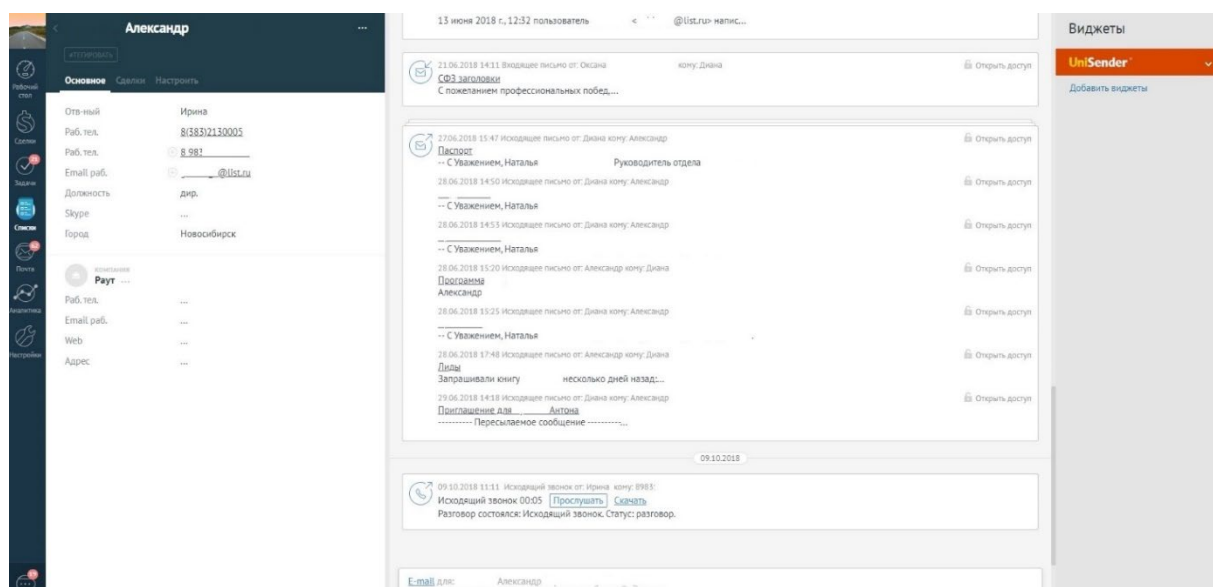


Рисунок 8 – Интерфейс истории взаимодействия с клиентом

В этом интерфейсе хранится вся история взаимодействия компании с клиентом, включая все записи телефонных разговоров (при условии, что приобретено место для хранения этих записей). Это один из ключевых инструментов взаимодействия компании с клиентами. При обращении клиента этот интерфейс открывается автоматически (прямо во время входящего звонка), менеджер легко может увидеть на чем остановился разговор в прошлое обращение, что повысит клиентоориентированность.

После внедрения CRM-системы некоторые финансово-экономические показатели будут выглядеть так.

Постоянные расходы представлены разными категориями: коммерческие, производственные, хозяйственные, управленческие, фонд оплаты труда и налоги с ФОТ. Коммерческие расходы компании за 2024 г. представлены в таблице 1.

Таблица 1

Коммерческие расходы компании за 2024 г., руб.

Виды расходов	Затраты
Разработка сайта (программных модулей, верстка дизайна сайта)	20 000
Интеграция CRM с сервисами	50 000
Реклама, продвижение продукции, соцсети	30 000
Покупка лицензии CRM	36 000
Реклама в интернете, в Яндекс, Гугл	20 000
Печатная продукция	50 000
Итого	206 000
Разница расходов между 2023 г. и 2024 г.	0

Расходы в период 2023–2024 гг. не изменились. Но это произошло за счёт перераспределения денежных средств. Появились статьи расходов по настройке и покупке лицензии на CRM, были увеличены траты на интернет-продвижение.

Качество рекламы тоже изменилось в лучшую сторону, без дополнительных затрат. Это выражается в большем количестве клиентов, а также могло способствовать повышению конверсии и лояльности к компании.

Перераспределение средств — прямое следствие анализа полученной статистики от CRM, это было верное управленческое решение.

В результате принятия правильных управленческих решений и грамотной работы по внедрению CRM-системы, компания вышла на новый уровень своего развития.

Результаты

После внедрения CRM-системы появилась возможность работы с отчётом по воронке продаж — компании больше не требуется ведение примитивных таблиц. Рассмотрим конверсию лидов в клиентов на рисунке 9.

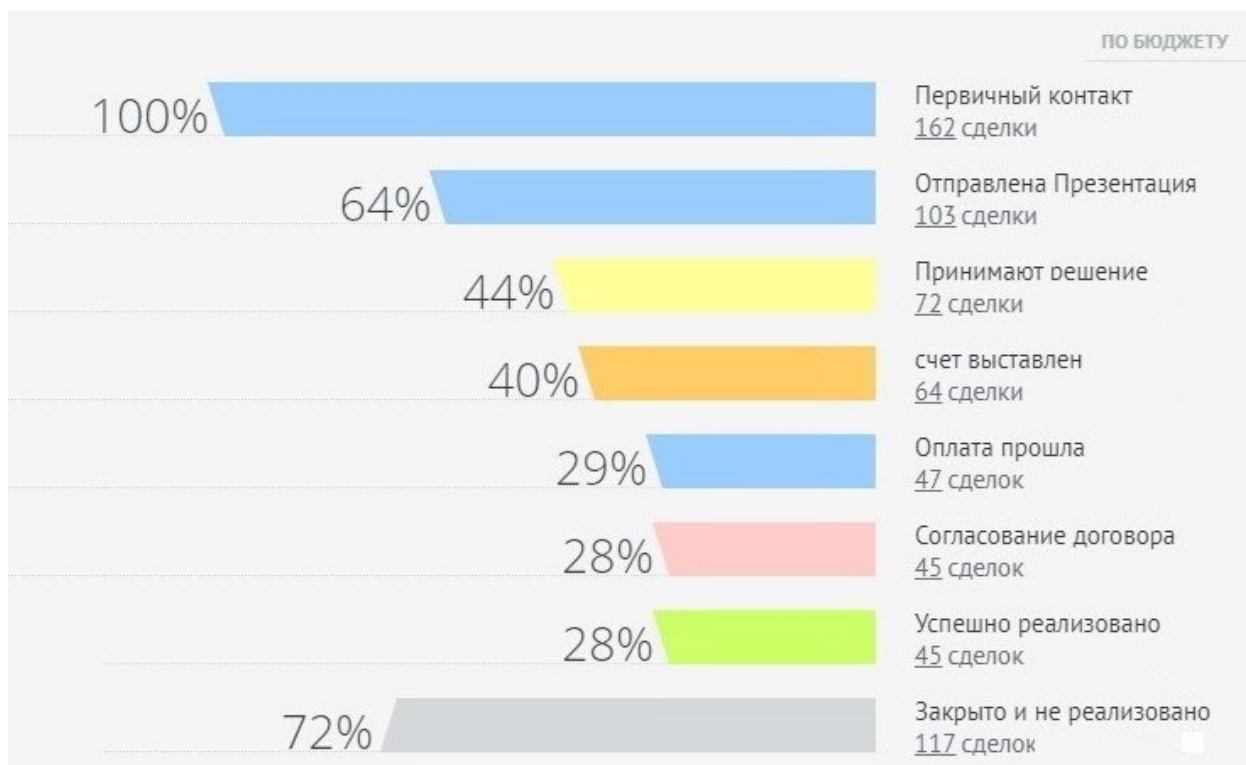


Рисунок 9 – Воронка продаж в AmoCRM

Анализируя работу воронки продаж, можно увидеть, на каком из этапов больше всего отсеиваются клиенты. Работая над слабыми местами компании, возможно сделать воронку больше похожей на трубу — то есть чтобы как можно больше потенциальных клиентов, узнавших о услугах компании, стали покупателями. Это позволяет сравнивать эффективность разных каналов продаж и выбирать лучшие. Из воронки продаж можно сделать вывод, что каких-либо ано-

мальных просадок по этапам нет и итоговая конверсия составляет 28 %, что является хорошим показателем в целом по услугам.

CRM-система не позволяет наглядно в виде воронки продаж автоматически считать статистику по каждому их продуктов, но она делает это с помощью тегов и отчетов менеджеров, которые формируются автоматически.

Число контактов за 2024 г. – 2 239 ед. Из них по воронке продаж 28 % совершили покупку, это 627 контактов, которые завершились покупкой, таблица 2.

Таблица 2

Отчет о заключенных сделках за 2024 г.

Клиенты	Количество
Суммарное количество контактов	2 239
B2B	307
Подростки старше 12 лет	31
Индивидуальные занятия	125
Занятия с родителями	50
Детские занятия	82
Кукольный театр	32
Итого реальных клиентов	627

Процентное соотношение прибыли за разные виды услуг AmoCRM представлено на рисунке 10:

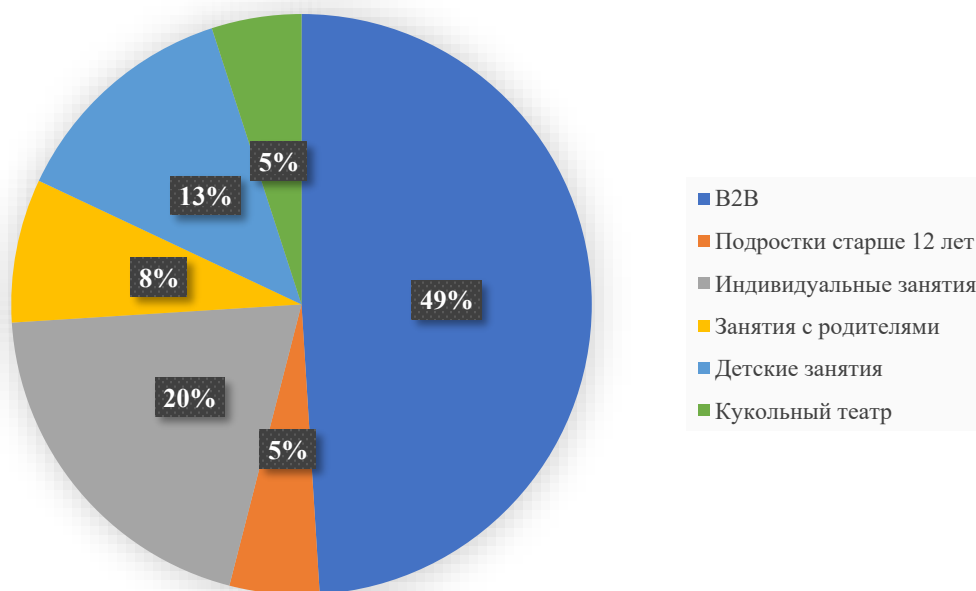


Рисунок 10 – Процент прибыли за разные виды услуг AmoCRM

По количеству новых клиентов сильно просаживаются подростки, кукольный театр и занятия с родителями. Но в данной таблице представлены лишь новые клиенты, что объясняет такой большой сдвиг в сторону B2B, где в основном разовые лекции. Для полной картины необходимо рассмотреть выручку по каждой группе в отдельности, таблица 3.

Таблица 3

Отчет о выручке по сегментам за 2024 г.

Клиенты	Количество
B2B	848 640
Подростки старше 12 лет	163 200
Индивидуальные занятия	424 320
Занятия с родителями	228 480
Детские занятия	1 338 240
Кукольный театр	261 120
Выручка всего	3 264 000

Ниже на рисунке 11 представлено процентное соотношение выручки по сегментам.

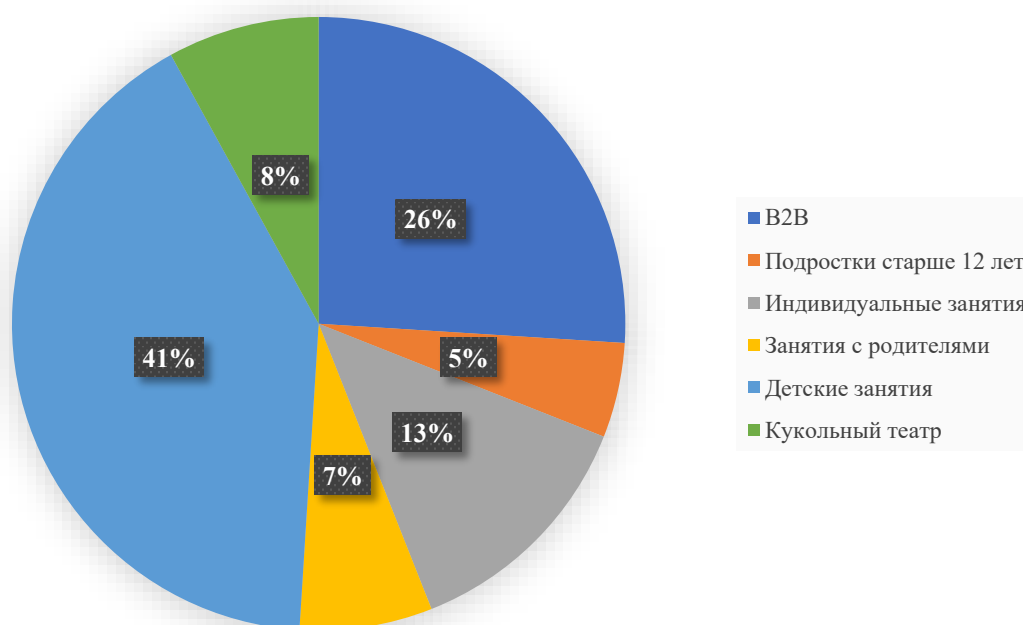


Рисунок 11 – Процентное соотношение выручки по сегментам

Обсуждение

Специалисты в области комплексной автоматизации указывают на тот факт, что рынок CRM-систем составит более 80 млрд. долл. Это направление бизнеса характеризуется относительной доступностью. Основным направлением продвижения CRM-систем является подписка. В период 2022 – 2024 гг. был проведен массовый опрос предприятий, их генеральных директоров и других предста-

вителей руководства компаний. После анализа данных были получены следующие результаты: 40 % компаний заявили им пришлось заменять программное обеспечение причем не только в области управления, но и маркетинга.

Срок использования актуального программного обеспечения составил 3 года, в редких случаях специалистами указан срок до 10 лет. Среди генеральных директоров было выделена следующая причина замены программ на CRM-системы нового поколения – лучшие функции коммерческих платформ, эту причину указали 53 % респондентов. Основная проблема, выделенная специалистами это внедрение CRM-систем в деятельность малых предприятий, причина этого дороговизна новых программных продуктов. В целом, после обсуждения проблематики внедрения CRM-систем, была выявлена основная проблематика внедрения, предложены чек-листы для обследования деятельности предприятий с целью оценки стоимости и функционала наиболее подходящей системы.

Заключение

Вывод, обучение подростков действительно являются нерентабельным. Направление деятельности «Театр» является потенциальным направлением, он выступает в том числе в качестве рекламы на детских площадках, садах, школах.

Услуги для родителей предлагается рассматривать как сопутствующие, т. к. родители приводят детей и могут заинтересоваться сами. Ситуации, когда родители приводили детей после посещения курсов для родителей не были редкостью, как и обратно (сначала приводили детей, потом шли на родительские курсы).

Некоторые рекомендации в рамках автоматизации процессов в работе компании на будущий, плановый период:

- дальнейшее развитие сбора аналитики и статистики. В данный момент у компании появились надежные инструменты в виде CRM и некоторых интеграций для сбора статистики, но их хватает только на базовое понимание.

Не настроены сервисы Яндекс и Google, не высчитывается лояльность клиента, не просчитывается средний чек по каждой из категории клиентов. Проведена только базовая сегментация по их интересу. Правильная настройка всех этих инструментов поможет определить верный путь дальнейшего развития, не потерять старых и приобрести новых клиентов;

- увеличение расхода бюджетных средств на рекламу, а также на сервис. В сфере консалтинга реклама и сервис – лицо компании.

- продвижение бренда – в данный момент компания делает упор на оперативную рекламу, то есть для привлечения клиентов «здесь и сейчас», с учетом кризисной ситуации это оправданное решение, но успеха добиваются только те компании, которые вкладывают в маркетинг и развитие;

- заключение долгосрочных контрактов – в данный момент компания работает исключительно с контрактами в реальном времени и нет никаких задокументированных гарантий, что приток клиентов будет стабильным. Следует начать работу по заключению контрактов на обучение групп клиентов на срок от

года и более, например, сотрудничество с классами в школах, партнерская сеть, обучение сотрудников в крупных холдингах;

– развитие онлайн контента – сейчас успешные компании стараются освещать свои продукты в том числе с помощью видео-контента, а для частных консалтинговых компаний это обязательное требование для перехода на новый уровень дохода;

– открытие новых офисов и расширение сферы влияния;

– участие в государственных грантах – государство регулярно проводит конкурсы на развитие социально-образовательных проектов. Поскольку компания работает с социально значимыми слоями населения и обучает культуре – есть все шансы получить какую-либо помощь от государства для развития проекта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Антонов, С. И. Автоматизация управления неструктурированными данными в рамках системы управления контентом на предприятии / С. И. Антонов, С. Г. Редько // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. – 2009. – № 5(87). – С. 277-282.

2. Вдовин, С. А. Элементы цифровой модели работы менеджера по продажам / С. А. Вдовин, А. Г. Барлиани // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2024. – Т. 5, № 1. – С. 105-114. – DOI 10.33764/2618-981X-2024-5-105-114.

3. Дрогалев, И. И. Цифровизация информационной среды МЧС России на примере автоматизации процессов управления пожарными подразделениями / И. И. Дрогалев, А. Н. Петренко // Материалы международной научно-технической конференции "Системы безопасности". – 2022. – № 31. – С. 444-448. – EDN DIOATQ.

4. Иванова, И. Г. Автоматизация процесса управления персоналом в организации / И. Г. Иванова, Р. К. Маркосян // Энигма. – 2020. – № 22-1. – С. 12-15.

5. Федорищев, И. Н. Автоматизация управления образовательным учреждением / И. Н. Федорищев // Информация и образование: границы коммуникаций. – 2010. – № 2(10). – С. 170-171.

© С. А. Вдовин, А. Г. Барлиани, 2025

О. В. Крутеева^{1✉}, Е. А. Зеленина¹, А. А. Шиян¹

Прогнозирование стоимости жилой недвижимости на вторичном рынке в г. Новосибирске

¹Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: frans_pays@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается методика инерционного прогнозирования применительно к оценке изменения стоимости за 1 кв.м. жилой недвижимости в г. Новосибирске. Объектами анализа послужили четыре варианта квартир: однокомнатные, двух-, трехкомнатные и многокомнатные. В рамках исследования была изучена статистическая информация об изменении цены на недвижимость за последние пять лет, обработка данных осуществлялась при помощи базовых инструментов Excel. Изменение средней цены описывается простой линейной зависимостью с высоким уровнем достоверности. Прогнозирование стоимости жилья по районам города может дать более дифференцированный результат. Полученные прогнозные значения позволили выделить основные тенденции в развитии сферы недвижимости в краткосрочном периоде. Дальнейшие исследования необходимо направить на изучение факторов, влияющих на динамику ценообразования в сфере недвижимости в долгосрочной перспективе.

Ключевые слова: методы сценарного прогнозирования, рыночная стоимость жилой недвижимости, эффективность рынка жилой недвижимости

O. V. Kruteeva^{1✉}, E. A. Zelenina¹, A. A. Shiyan¹

Forecasting the cost of residential real estate in Novosibirsk

¹Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: frans_pays@mail.ru

Abstract. The article discusses the method of inertial forecasting in relation to the assessment of changes in value per 1 sq.m. residential real estate in Novosibirsk. The objects of the analysis were four variants of apartments: one-room, two- and three-room, and multi-room. As part of the study, statistical information on changes in real estate prices over the past five years was studied, data processing was carried out using basic Excel tools. The change in the average price is described by a simple linear relationship with a high level of confidence. Forecasting the cost of housing by city area can give a more differentiated result. The obtained forecast values allowed us to identify the main trends in the development of the real estate sector in the short term. Further research should be focused on the factors influencing the dynamics of real estate pricing in the long term.

Keywords: scenario forecasting methods, market value of residential real estate, efficiency of the residential real estate market

Введение

Актуальность изучения динамики цен на жилую недвижимость в Новосибирске обусловлена рядом факторов, влияющих на рынок в условиях глобальных экономических изменений, колебаний валютных курсов и инфляции. В послед-

ние годы наблюдается рост интереса к жилым объектам, связанный с изменением социального поведения населения, что было начато с пандемии COVID-19, когда удаленная работа и новый образ жизни привели к изменению предпочтений и спроса на жилье в различных городах России, и продолжилось с началом специальной военной операции (СВО), что дало приток потребительских доходов и поддержало совокупный спрос в 2022 году. Активное развитие транспортной и социальной инфраструктуры также играет важную роль в повышении привлекательности определенных территорий для проживания, что отражается на ценах.

Цель исследования заключается в анализе прогноза изменения цен за 1 м² на 1, 2-х, 3-х комнатные и многокомнатные квартиры на первичном рынке жилой недвижимости в Новосибирске и оценке влияния динамики цен на покупательскую активность. Для решения поставленной цели были решены следующие задачи: сбор статистических данных, обработка и оценка результатов исследования.

Степень изученности темы. Интерес к повышению эффективности функционирования рынка жилой недвижимости обусловлен большим количеством задействованных ресурсов. Российские и зарубежные авторы описывают процедуру оценки стоимости недвижимости как процесс высокой степени сложности, зависящий от состояния рыночных процессов как на региональном, так и на макроэкономическом уровнях экономики. Большинство из них связывают эти процессы с применением методов экономико-математического моделирования.

Определение прогнозной цены актуально при применении доходного подхода к оценке, а также при заключении договоров долевого участия. По свидетельству В.С. Антифеевой и А.М. Романовой частным фактором изменения цены за квадрат может послужить перевод на эскроу-счета [1]. Планирование развития экономических систем на основе имитационного моделирования рассматривается в работе С. А. Вдовина, В. А. Павленко, Е. О. Ушаковой [2]. Проблема выбора ценообразующих факторов при проведении корреляционного анализа также отмечается С.А. Вдовиным и А.О. Ткаченко [3].

Существенное влияние региональных монополий, и, как следствие высокая зависимость стоимости недвижимости от цен на строительные материалы прослеживается В.Н. Даренским [4]. Применение однофакторных моделей прогнозирования стоимости недвижимости с высоким уровнем достоверности результатов показано в исследовании С.В. Домниной, Е.В. Савоскиной, Н.А. Солоповой [5]. Объемный анализ динамики цен на недвижимость в целом по России представлен Н.С. Никитиной [6]. Значительная роль регионального состояния рынка недвижимости в отношении реализации государственной политики отмечается П.В. Пушкаревым [7]. Л.Н. Рязанцева [8], Е.В. Убоженко [9] и Е.О. Ушакова и С.А. Дьячков [10] рассматривают оценку недвижимости как способы привлечения дополнительных инвестиций в развитие отрасли.

Тем не менее, на данный момент сохраняется необходимость использования простейших методов прогнозирования для внедрения в практическую деятельность крупных предприятий застройщиков, риэлторских агентств и девелопер-

ских организаций для совершенствования качества принятия управленческих решений.

Методы и материалы

В качестве метода прогнозирования применялось инерционное прогнозирование в Excel с использованием нескольких функций: РОСТ, ТЕНДЕНЦИЯ, ПРЕДСКАЗ, ЛИНЕЙН, а также функции регрессия, включенной в пакет анализа данных.

Объектом анализа был выбран вторичный рынок жилой недвижимости в Новосибирске, в частности 1, 2-х, 3-комнатные, и многокомнатные квартиры. Сбор данных осуществлялся на сайте realtymag.ru. В процессе исследования анализировалась среднегодовая стоимость 1 кв. м. с 2020 по 2024 гг., а также был составлен прогноз цен с 2025 по 2027 гг.

Первоначальная гипотеза заключалась в следующем: существующее положение на рынке недвижимости может сохраниться на некоторое время, в результате чего прогнозирование стоимости одного квадратного метра может быть выполнено на основании однофакторной модели экономико-математического моделирования.

В дальнейшем следует учитывать тот факт, что инерционное прогнозирование не способно гибко реагировать к резким сдвигам в динамике показателей.

Результаты

В табл. 1 приводится сводный анализ изменения цены с учетом сценарного подхода. Построение трех альтернативных вариантов прогноза (пессимистического, оптимистического и консервативного) предполагало определение основного системного фактора, оказывающего приоритетное воздействие на ситуацию. Таким фактором в исследовании послужила оценка сезонности спроса на недвижимость. Сам прогноз проводился на базе средних цен.

Таблица 1

Составление прогноза по изменению рыночных цен
на жилую недвижимость в г. Новосибирске

Года	Сценарии	1-комнатные квартиры	2-комнатные квартиры	3-комнатные квартиры	многоком- натные
2025	Базовый	136 169,16	121 959,66	118 212,25	117 665,96
	Оптимистический	140 196,36	125 428,75	121 767,41	121 075,30
	Пессимистический	132 141,96	118 490,56	114 657,10	114 256,62
2026	Базовый	147 972,57	132 034,87	128 331,16	127 963,16
	Оптимистический	151 999,77	135 503,97	131 886,32	131 372,50
	Пессимистический	143 945,37	128 565,78	124 776,01	124 553,83
2027	Базовый	159 775,98	142 110,08	138 450,07	138 260,37
	Оптимистический	163 803,18	145 579,18	142 005,23	141 669,71
	Пессимистический	155 748,78	138 640,99	134 894,92	134 851,03

Таблица была составлена по материалам сайта realtymag.ru. В виду высокой волатильности экономического сектора, прогноз стоимости объектов недвижимости на более длительный период должен включать элементы нейросетевого моделирования. Динамика цен по четырем категориям квартир отражена на рис. 1. Самые высокие цены за весь период наблюдались в Центральном и Железнодорожном районе, а также в районах метро «Красный проспект», «Маршала Покрышкина», «площадь Ленина» и «Сибирская».

Ежегодный прирост цен планируется в пределах 9 %, что соответствует среднему уровню инфляции в стране. Тем не менее, не стоит игнорировать высокую вероятность ценовых колебаний и меняющуюся макроэкономическую картину.

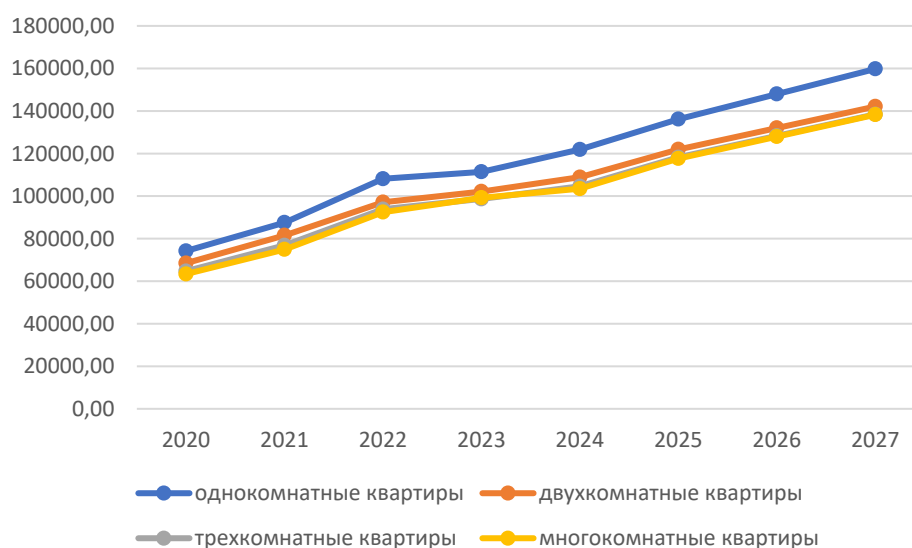


Рис. Динамика цен на недвижимость в г. Новосибирске (базовый прогноз), тыс. руб.

Уравнения линейной регрессии для стоимости однокомнатных, двухкомнатных, трехкомнатных и многокомнатных квартир имеют высокий уровень достоверности (R -квадрат=0,98).

На протяжении всего периода с 2020 по 2027 года можно заметить устойчивый рост цен на вторичное жилье. За первые два года цены за 1 кв.м. выросли более чем на 19 % в год. Причиной этому могло послужить изменение спроса на жилье, а также увеличение доходов населения и вероятные изменения в потребительских предпочтениях. Самым нестабильным сектором является сектор многокомнатных квартир. Так в марте 2020 года стоимость квартиры в районе метро «Красный проспект» приравнивалась к 160 500 руб. за квадратный метр, но уже к концу года резко снизилась до 110 000 руб. Также своего пикового значения стоимость квартиры достигла в июне 2022 года (190 326 руб. за 1 кв.м.), но уже к сентябрю составила 108 088 руб. В конце 2023 года наибольшую популярность имели квартиры в районе метро «Сибирская» (218 220 руб. за 1 кв.м.).

В последующие годы темпы роста стоимости жилья замедляются до 5-6 % в год. Важно учитывать в разработке сценария тот факт, что основные покупатели могут отложить покупку или вообще от нее отказаться. Внешние экономические факторы, такие как изменение ключевой ставки или стоимости ипотечного кредитования могут значительно снизить уровень доступности жилья.

Полученные прогнозные значения на следующие три года подтверждают наличие общей тенденции к насыщению рынка. Но региональный аспект, за счет изменения стоимости на сопутствующие строительные материалы, может сильно повлиять на рыночную ситуацию в долгосрочной перспективе в зависимости от налоговой нагрузки и сложившейся логистической инфраструктуры.

Таким образом, можно сделать общий вывод, что цены за квадратный метр будут продолжать расти, но темпы роста будут замедляться. Это может означать, что покупательская активность продолжит снижаться или стабилизироваться, так как рынок достигнет пика своего насыщения.

Заключение

Управление стоимостью недвижимости должно осуществляться на всех стадиях ее жизненного цикла. Результаты прогнозирования могут быть использованы в деятельности девелоперов-застройщиков, инвесторов, государственных и муниципальных органов власти. Для многофакторных моделей экономико-математического моделирования развития рынка характерен учет изменения ключевой ставки, уровня инфляции и темпов сокращения объемов строительства. В краткосрочном периоде главным фактором, влияющим на изменение цен, является изменение величины совокупного спроса, связанным с сезонностью, стоимостью сопутствующих товаров и услуг, а также с существующей налоговой политикой государства.

Если темпы роста цен на недвижимость будут продолжать замедляться, это может привести к более сбалансированному рынку, где спрос и предложение будут более равномерно распределены. В такой ситуации покупатели могут иметь больше возможностей для выбора и торга.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Антифеева, В. С. Эскроу-счета и их влияние на изменение цен на недвижимость / В. С. Антифеева, А. М. Романова // Социально-экономическое управление: теория и практика. – 2019. – № 4(39). – С. 88-90. – EDN QAEALA.
2. Вдовин, С. А. О некоторых элементах анализа устойчивого развития в экономике природопользования и региональной экономике / С. А. Вдовин, В. А. Павленко, Е. О. Ушакова // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2024. – Т. 5, № 1. – С. 134-139. – DOI 10.33764/2618-981X-2024-5-134-139. – EDN FZSGVX.
3. Вдовин, С. А. Применение инструментов корреляционного и регрессионного методов анализа данных на рынке недвижимости Г. Новосибирска / С. А. Вдовин, А. О. Ткаченко, Л. В. Банщикова // Цифровые и информационно-коммуникационные технологии в образовании и науке : Материалы Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием) (г. Бирск, Республика Башкортостан, 27-29 марта 2024 г.). Часть I, Бирский филиал Уфимского университета науки и технологий, 27–29 марта 2024 года. – Бирск: Уфимский университет науки и технологий, 2024. – С. 91-95. – EDN ICRQAC.

4. Даренский, В. Н. Влияние высокой концентрации рынка цемента на рост цен на жилую недвижимость в СФО и Алтайском крае / В. Н. Даренский // Статистика и предиктивная аналитика : Материалы III Всероссийского конкурса научных работ, Барнаул, 16 мая 2023 года. – Барнаул: ИП Колмогоров И.А., Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ, 2023. – С. 50-52. – EDN ZFQLCV.
5. Домнина, С. В. Использование регрессионных моделей для анализа и прогнозирования рынка жилой недвижимости / С. В. Домнина, Е. В. Савоскина, Н. А. Солопова // Фундаментальные исследования. – 2024. – № 4. – С. 36-41. – DOI 10.17513/fr.43591. – EDN FVLTIM.
6. Никитина, Н. С. Анализ факторов, влияющих на динамику цен на жилую недвижимость в России / Н. С. Никитина // Финансы: теория и практика. – 2023. – Т. 27, № 1. – С. 208-220. – DOI 10.26794/2587-5671-2023-27-1-208-220. – EDN RBWNNI.
7. Пушкарев, П. В. Перспективы развития рынка недвижимости в 2025 году / П. В. Пушкарев // Теория и практика в условиях меняющегося глобального мира : сборник научных статей по итогам Международной межвузовской научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 13–14 декабря 2024 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский Центр Системного Анализа, 2024. – С. 377-381. – EDN NXOMPF.
8. Рязанцева, Л. Н. Оценка стоимости квартир на вторичном рынке методами эконометрического моделирования / Л. Н. Рязанцева // Национальная научно-практическая конференция, посвященная 85-летию со дня рождения А.М. Гатаулина : Сборник статей конференции, Москва, 22–23 декабря 2020 года. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Мегаполис", 2021. – С. 247-255. – EDN NOCDJI.
9. Убоженко, Е. В. Оценка земельных участков как инструмент привлечения инвестиций и новых собственников земель природных территорий / Е. В. Убоженко, С. А. Вдовин // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2025. – № 3-1. – С. 167-173. – DOI 10.17513/vaael.4042. – EDN QXVISF.
10. Ушакова, Е. О. Перспективы развития рынка недвижимости г. Новосибирска в современных условиях / Е. О. Ушакова, С. А. Дьячков // Актуальные вопросы образования. – 2022. – № 3. – С. 215-219. – EDN YTOBRM.

© О. В. Крутеева, Е. А. Зеленина, А. А. Шиян, 2025

О. В. Крутеева¹✉, В. Н. Жуганова,¹ А. С. Середович¹

Анализ структурных сдвигов в сфере недвижимости

¹Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: frans_pays@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается методика оценки структурных сдвигов в сфере недвижимости. Первоначальная гипотеза о важном значении таких факторов как уровень занятости населения и совокупный оборот крупных, средних и малых компаний в общем объеме структурных преобразований была доказана на примере использования метода shift and share анализа. Объектом исследования стал Сибирский Федеральный округ. Анализ собранных данных показал, что наибольшие изменения произошли в Новосибирской, Кемеровской и Иркутской областях, а также в Красноярском крае. Дальнейшие исследования в данном направлении позволят корректировать прогнозы об изменении стоимости жилья, а также отслеживать влияние глобальных и национальных тенденций на региональном уровне.

Ключевые слова: структурные сдвиги, структурные изменения, рынок недвижимости, строительная отрасль, метод shift and share

O. V. Kruteeva¹✉, V. N. Zhuganova¹, A. S. Serevovich¹

Analysis of structural shifts in the real estate sector

¹Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: frans_pays@mail.ru

Abstract. The article discusses a methodology for assessing structural shifts in the real estate sector. The initial hypothesis about the importance of such factors as the employment rate and the total turnover of large, medium and small companies in the total volume of structural transformations was proved by using the shift and share analysis method. The object of the study was the Siberian Federal District. An analysis of the collected data showed that the greatest changes occurred in the Novosibirsk, Kemerovo and Irkutsk regions, as well as in the Krasnoyarsk Territory. Further research in this area will allow us to adjust forecasts about changes in housing prices, as well as monitor the impact of global and national trends at the regional level.

Keywords: structural shifts, structural changes, real estate market, construction industry, shift and share method

Введение

Проведение анализа структурных сдвигов в экономике регионов является актуальной задачей по нескольким причинам. Во-первых, это дает возможность отслеживать влияние глобальных изменений на структуру национальной экономики. Сбалансированная структура влияет как на ценовую стабильность, так и на экономическую безопасность. В том числе, сдвиги в структуре производства могут быть спровоцированы крупными технологическими изменениями в от-

расли. Во-вторых, изучение структурных сдвигов помогает выявлять перспективные направления для наращивания экономического потенциала страны.

Структурные сдвиги в экономике большинством авторов рассматриваются как качественные изменения в экономической системе, обусловленные неравномерным развитием входящих в нее элементов. Неравномерность развития зависит не только от местоположения экономических ресурсов и способов их распределения, но и от текущих и прогнозируемых потребностей субъектов хозяйственной жизни.

Методологические аспекты структурных сдвигов в экономике отражены в работе И.Н. Михайловского [8]. Н.Д. Фокин предложил два вида моделей для сезонно-сглаженного российского ВВП с учетом структурных сдвигов [10]. М.В. Боченина рассматривает структурные сдвиги с точки зрения определения наибольшей достоверности при прогнозировании изменения цен на рынке жилья [3]. Л. И. Зайцева и Н.А. Бурлуцкий отмечают важность отслеживания структурных изменений в инвестиционно-строительной деятельности для совершенствования методов стратегического анализа [4]. А.Р. Ахметшина и Н.С. Селиверстова значительно расширили общую методологию исследований структурных сдвигов, установив четыре качественных компонента: технологический, инвестиционный, поведенческий и когнитивный [5]. Недостатком предложенной классификации является субъективность предлагаемых оценочных суждений. Тем не менее, выявленные границы структурных сдвигов позволяют устанавливать разграничения между структурными изменениями. На высокое значение человеческого капитала в трансформационных преобразованиях важнейших отраслей экономики указывают Т.П. Логинова, Е.В. Лядова [6]. Комплексный подход в оценке структурных сдвигов на региональном уровне предложен в работах И.А. Беловой [2], С.В. Соловьевой [9], Д.М. Атаева [1].

Целью исследования является проведение анализа структурных сдвигов в сфере недвижимости на базе изменений в структуре отраслевой занятости. Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих задач: изучить теоретические аспекты формирования структурных сдвигов в экономике регионов, осуществить сбор статистических данных, учитывающих количество занятых на рынке недвижимости и долю совершенных потребительских сделок, применить метод shift and share для оценки структурных изменений в экономике региона. Объектом исследования являлся Сибирский Федеральный округ, предметом исследования – методы оценки структурных сдвигов.

В качестве общей проблемы проведения анализа структурных сдвигов многие авторы отмечают отсутствие комплексного подхода в исследовании, в частности разработку комплексных показателей для оценки сходства и различия экономических структур, а также оценку эффективности структурных сдвигов и их связи с макроэкономическими процессами.

Методы и материалы

Различают достаточное количество методов оценки структурных изменений в экономике. К абсолютным показателям структурных сдвигов относят абсолют-

ный прирост удельного веса, а также линейные и квадратические коэффициенты абсолютных структурных сдвигов. Последние используются для измерения динамики удельных весов элементов совокупности за определенный интервал времени. К относительным относят темпы роста и прироста удельных весов. Все рассматриваемые методы могут быть применены для целей экономического и финансового анализа, а также для различных демографических и маркетинговых исследований рынка.

Также в отдельных исследованиях можно встретить применение индексов. Например, индекс Рябцева является отношением фактической меры расхождений между компонентами двух структур к их максимально возможному значению. Интегральный коэффициент структурных различий Гатева представляет собой индикатор интенсивности изменений по отдельным группам в сравниваемых совокупностях. В нашей работе мы будем использовать метод Shift share analysis, разработанный в 50-х годах учеными регионалистами и позволяющий выявить факторы региональной конкурентоспособности.

Примерами структурных сдвигов в недвижимости могут стать изменение спроса на более ликвидные объекты, динамика заключенных ипотечных сделок и рост доли малогабаритного жилья в крупных городах.

Первоначальная гипотеза заключалась в следующем: в основе структурных сдвигов в сфере недвижимости в регионах лежат изменения в уровне занятости населения и величине оборота строительных организаций. Объектами исследования послужили регионы Сибирского федерального округа.

Результаты

Структурные сдвиги можно классифицировать по двум базовым признакам: скорости формирования и интенсивности (масштабности) происходящих процессов. И в том, и в другом случае структурные сдвиги имеют эволюционный и революционный характер.

Рынок недвижимости обладает рядом особенностей. Для него характерны высокая степень государственного регулирования, наличие ярко выраженных фаз цикла, ограниченное количество продавцов и покупателей и инертность.

К специфическим факторам структурных сдвигов в сфере недвижимости относят изменение структуры спроса в отношении доли заключенных потребительских сделок. Структурный сдвиг в сторону индивидуального жилищного строительства на начало 2025 года является следствием удорожания стоимости новостроек в многоквартирных домах.

Анализ структурных сдвигов оборота организаций в сфере недвижимости будет вестись по сумме четырех эффектов: национального роста (NS), динамики отрасли (IM), региональных пропорций в конкуренции (RS) и эффекта территориальной или локальной конкурентоспособности (LS) (табл.1).

Эффект национального роста позволяет определить общие тенденции в изменении оборота организаций по стране. Эффект динамики отрасли отражает изменения на уровне региона относительно национальных масштабов. Эффект региональных пропорций учитывает разницу между фактическим изменением и

изменением рассматриваемого показателя на национальном уровне. А эффект локальной конкурентоспособности отражает изменения в экономике регионов относительно национальных и региональных тенденций.

Таблица 1

Анализ структурных сдвигов оборота организаций в операциях в сфере недвижимости по крупным, средним и малым предприятиям, млрд. руб.

Субъект РФ	Оборот организа- ций		NS	IM	RS	LS	Итого
	2020	2023					
Республика Алтай	3,07	2,59	1,01	-4,45	2,22	3,07	2,22
Республика Тыва	0,37	0,32	0,12	0,02	0,83	0,37	0,83
Республика Хака- сия	2,06	1,74	0,68	0,46	4,94	2,06	4,94
Алтайский край	22,83	19,29	7,53	-26,11	23,54	22,83	23,54
Красноярский край	33,53	28,34	11,06	4,59	77,51	33,53	77,51
Иркутская об- ласть	21,01	17,76	6,93	17,47	63,17	21,01	63,17
Кемеровская об- ласть - Кузбасс	22,18	18,75	7,32	-1,42	46,82	22,18	46,82
Новосибирская область	34,51	29,17	11,38	55,58	130,63	34,51	130,63
Омская область	13,98	11,82	4,61	4,08	34,49	13,98	34,49
Томская область	15,39	13,01	5,08	5,49	38,96	15,39	38,96
Итого	168,92	142,77	55,71	55,71	423,12	168,92	423,12

Самый активный рост численности занятых в строительстве наблюдается в Иркутской области (+43,96 тыс. чел.), в Красноярском крае (+39,89 тыс. чел.), в Кемеровской области (+37,37 тыс. чел.). Наименьшие значения показателей были получены в республике Хакасия (+5,03 тыс. чел.), республике Тыва (+2,66 тыс. чел.), республике Алтай (+1,04 тыс. чел.).

Наименьший эффект локального уровня по обороту компаний зафиксирован в Алтайском крае, республике Алтай и Кемеровской области. Наибольший – в Новосибирской, Иркутской и Томской областях. В целом можно сказать, что в анализируемом периоде наблюдается увеличение совокупного оборота компаний за пять лет в операциях с недвижимостью на 423,1 млрд. руб., а изменения по регионам соответствуют первоначальной гипотезе.

Заключение

В результате исследования были выявлены основные тенденции в сфере недвижимости:

– сокращение уровня инвестиционной активности, связанное с увеличением ключевой процентной ставки и падением спроса из-за выбора потребителей сберегательных стратегий;

- рост популярности индивидуального жилищного строительства в связи с расширением программ ипотечного кредитования;
- снижение барьеров входа в отрасль за счет локаций с готовыми технико-экономическими показателями.

Анализ структурных сдвигов показал, что наибольшие изменения в совокупном обороте компаний в сфере недвижимости произошли в таких регионах как Новосибирская область (+130,63 млрд. руб.), Красноярский край (+77,51 млрд. руб.), Иркутская область (+63,17 млрд. руб.).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Атаев, Д. М. Оценка структурных сдвигов в экономике промышленного сектора региона / Д. М. Атаев // Вестник Удмуртского университета. Серия Экономика и право. – 2022. – Т. 32, № 3. – С. 409-417. – DOI 10.35634/2412-9593-2022-32-3-409-417. – EDN NFPLWR.
2. Белова, И. А. Структурные различия и сдвиги в экономике субъектов Уральского федерального округа / И. А. Белова // Вестник Челябинского государственного университета. – 2023. – № 11(481). – С. 30-43. – DOI 10.47475/1994-2796-2023-481-11-30-43. – EDN PTYDYM.
3. Боченина, М. В. Прогнозирование цен на рынке жилья в условиях изменения основной тенденции / М. В. Боченина // Теория и практика общественного развития. – 2023. – № 8(184). – С. 137-142. – DOI 10.24158/tipor.2023.8.16. – EDN FCFUXV.
4. Зайцева, Л. И. Преодоление деструктивных факторов инвестиционно-строительной деятельности на современном этапе развития России / Л. И. Зайцева, Н. А. Бурлуцкий // Russian Economic Bulletin. – 2022. – Т. 5, № 6. – С. 371-375. – EDN IPRWAU.
5. Ахметшина, А. Р. Компоненты структурных сдвигов в экономике / А. Р. Ахметшина, Н. С. Селиверстова // Вестник Бурятского государственного университета. Экономика и менеджмент. – 2024. – № 2. – С. 10-18. – DOI 10.18101/2304-4446-2024-2-10-18. – EDN SKXSFA.
6. Логинова, Т. П. Структурные сдвиги в занятости как важнейший фактор укрепления технологического суверенитета России / Т. П. Логинова, Е. В. Лядова // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. – 2024. – № 1(73). – С. 17-23. – DOI 10.52452/18115942_2024_1_17. – EDN VBEXNG.
7. Мельков, В. К. Анализ изменения специализации экономики региона путем оценки структурных сдвигов / В. К. Мельков // Управленческий учет. – 2022. – № 11-1. – С. 87-97. – DOI 10.25806/uu11-1202287-97. – EDN LCNOPS.
8. Михайловский, И. Н. Структурные сдвиги в экономике: методологические основы / И. Н. Михайловский // Экономика и предпринимательство. – 2024. – № 6(167). – С. 193-197. – DOI 10.34925/EIP.2024.167.6.038. – EDN XCYPMR.
9. Соловьева, С. В. Оценка динамики структуры и структурных сдвигов показателей инновационной активности регионов России / С. В. Соловьева // Финансовая экономика. – 2023. – № 11. – С. 151-153. – EDN NANC SX.
10. Фокин, Н. Д. О важности учета структурных сдвигов при прогнозировании российского ВВП / Н. Д. Фокин // Прикладная эконометрика. – 2021. – № 3(63). – С. 5-29. – DOI 10.22394/1993-7601-2021-63-5-29. – EDN BHMQOJ.

© О. В. Крутеева, В. Н. Жуганова, А. С. Середович, 2025

В. А. Павленко^{1✉}, В. А. Малащенко¹

Влияние «эффекта соседства» на стоимость офисной недвижимости

¹Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: mvamabmovm07@gmail.com

Аннотация. В статье исследуется влияние «эффекта соседства» на стоимость офисной недвижимости. Анализируются различные факторы, такие как экономическое развитие ближайших районов, уровень престижности и инфраструктуры, наличие бизнес-центров, экологическая обстановка и другие, которые могут оказывать значительное воздействие на ценовые показатели офисных помещений. Проведенное исследование подтверждает, что положительное окружение способствует увеличению стоимости офисной недвижимости, в то время как негативные факторы могут вести к ее снижению. В работе также приведены примеры положительного и отрицательного «эффекта соседства». Также в статью включены исследования в данной сфере и предложены рекомендации для инвесторов, застройщиков и владельцев офисной недвижимости. Их применение в практике оценки позволит сделать более обоснованные инвестиционные решения.

Ключевые слова: Офисная недвижимость, анализ рынка, факторы влияния, недвижимость, анализ стоимости, эффект соседства

V. A. Pavlenko^{1✉}, V. A. Malashenko¹

The impact of the "neighborhood effect" on the value of office real estate

¹Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: mvamabmovm07@gmail.com

Abstract. This article examines the impact of the "neighborhood effect" on the cost of office real estate. Various factors are analyzed, such as the economic development of the surrounding areas, the level of prestige and infrastructure, the availability of business centers, the environmental situation and others that can have a significant impact on the price indicators of office space. The study confirms that a positive environment contributes to an increase in the value of office real estate, while negative factors can lead to a decrease in it. The paper also provides examples of the positive and negative "neighborhood effect". The article also includes research in this area and offers recommendations for investors, developers and owners of office real estate. Their application in valuation practice will make it possible to make more informed investment decisions.

Keywords: Office real estate, market analysis, influence factors, real estate, cost analysis, neighborhood effect

Введение

Исследование вопроса влияния «эффекта соседства» на стоимость офисной недвижимости является актуальной и значимой задачей в современной эконо-

мике. Феномен «эффекта соседства» означает, что на стоимость одного объекта недвижимости могут существенно повлиять характеристики и статус соседних объектов. Первостепенная значимость этого исследования обосновывается тем, что современные компании все чаще обращают внимание не только на сам объект, но и на его местоположение среди других коммерческих зданий [1]. Тенденция к формированию деловых кластеров, таких как бизнес-парки или специализированные деловые районы, делает вопросы изучения «эффекта соседства» особенно актуальными.

В рамках данной статьи будет проведен анализ различных аспектов и примеров влияния «эффекта соседства» на стоимость офисной недвижимости, основанный на сравнении исследований в данной области, а также различных рыночных данных и статистики. Сопоставление полученных данных позволит лучше понять механизмы, через которые окружение влияет на стоимость офисных помещений и определить возможные стратегии для инвесторов и арендаторов на рынке недвижимости.

Определение понятия «эффект соседства»

Эффект соседства описывает влияние микроокружения на оценку и восприятие определённого объекта недвижимости. В контексте офисной недвижимости это явление может быть проанализировано с точки зрения качества, статуса и функциональности близлежащих зданий и инфраструктуры.

Эффект соседства формируется через совокупность факторов, таких как уровень и качество доступных сервисов, близость деловых центров, транспортная доступность, наличие зелёных зон, а также социальный и деловой статус района [2]. Особенно значимым данный эффект становится в отношении офисов премиум-класса, где ожидания арендаторов значительно выше по сравнению с более стандартными офисными помещениями. Эти ожидания могут быть направлены на наличие вокруг офиса высококлассных ресторанов, фитнес-центров, коммерческих и деловых структур, что напрямую влияет на их стоимость. С точки зрения инвесторов и девелоперов, эффект соседства может служить стратегическим драйвером решений по размещению новых офисных проектов [3].

Таким образом, выбор местоположения объекта недвижимости не отделяется от анализа окружающей инфраструктуры и потенциального соседства, поскольку эти факторы существенно влияют на привлекательность объекта в глазах арендаторов и быстроту его заполнения арендаторами.

Факторы, усиливающие эффект соседства

Эффект соседства оказывает существенное влияние на стоимостные показатели офисной недвижимости через различные факторы. Основные из них включают в себя престижность района, наличие крупных бизнес-центров или главных офисов ведущих компаний, общий уровень развития инфраструктуры, транспортная развязка, а также экологическая обстановка [4].

Престижность района и его репутация существенно влияют на стоимость аренды и покупки офисных площадей. Влияние соседних объектов можно также

оценивать через репутацию самих соседних компаний или учреждений. Присутствие крупных компаний и узнаваемых брендов в непосредственной близости от офиса может значительно повысить его рыночную стоимость. Это связано с тем, что такие соседи увеличивают поток посетителей и деловые контакты, что положительно сказывается на привлекательности заведения. Офисные помещения, расположенные в престижных деловых районах, традиционно стоят дороже из-за высокого спроса, обусловленного положительной репутацией этих объектов.

Кроме того, немаловажным фактором является близость торговых центров. Офисы, расположенные вблизи крупных бизнес-центров или популярных торговых центров, как правило, характеризуются интенсивным пешеходным движением, что особенно привлекательно для клиентоориентированных компаний.

Инфраструктура района также оказывает существенное влияние на стоимость офисной недвижимости. Наличие различных объектов, таких как кафе, рестораны, фитнес-центры и другие объекты сферы обслуживания, делает офисы более привлекательными для сотрудников. Удобный доступ к местам для обедов, деловых встреч и отдыха после работы является важным фактором, влияющим на комфорт, следовательно, и на стоимость аренды и продажи. Таким образом, доступность и характеристики непосредственно прилегающих к офисному зданию объектов имеют значительное влияние на его рыночную стоимость.

Наиболее значимым фактором является наличие рядом транспортных узлов – станций метро, автобусных и железнодорожных станций. Удобство транспортной доступности улучшает логистику для сотрудников и клиентов, что автоматически повышает привлекательность офиса и, как следствие, его стоимость.

Качество окружающей среды – это немаловажный фактор. Офис, расположенный в более экологичном районе, будет обладать более высокой рыночной стоимостью. Причем эта разница в цене может быть существенной – вплоть до 20–30 % и более. Ведь чистый воздух, отсутствие шума и визуальной загрязненности создают благоприятные условия для работы сотрудников, что высоко ценится арендаторами [5, 6]. Кроме того, "экологичный" офис способствует формированию позитивного корпоративного имиджа компании.

Таким образом, факторы, усиливающие эффект соседства, играют ключевую роль в формировании стоимости офисной недвижимости и могут существенно отличаться в зависимости от конкретного местоположения и его характеристик. Инвесторы и арендаторы всегда внимательно оценивают эти факторы при выборе офисных помещений.

Примеры положительного и отрицательного соседства

Положительные примеры соседства, влияющие на стоимость офисной недвижимости, часто связаны с присутствием престижных компаний и брендов в одном бизнес-центре или районе. К примеру, офис класса А, расположенный в Центральном районе г. Новосибирска по адресу ул. Красный проспект, 46, площадью 92,46 м², оценивается в стоимость 17 567 400 Р или 190 000 Р/м² (рис. 1).

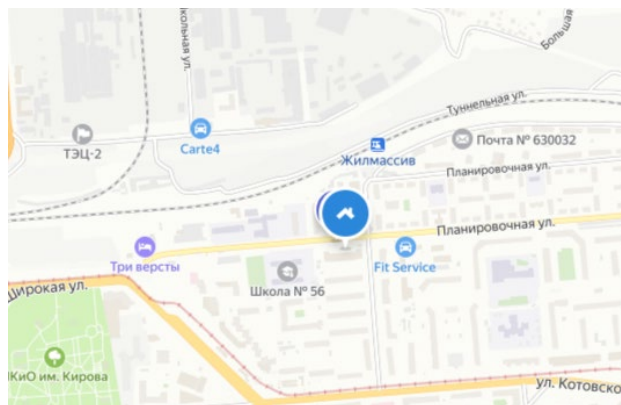


Рис. 1. Пример офисного помещения с отрицательным «эффектом соседства»

Коммерческое помещение свободного назначения находится в приличной отдаленности от центра города. До ближайшей станции метро примерно 22 минут пешком, до ближайшей остановки общественного транспорта 7 минут пешком, однако имеется удобный выезд для личного транспорта на Октябрьский и Димитровский мост. Парковочные места имеются в достаточном количестве. Рядом имеется столовая и супермаркет, а в 500 метрах от здания расположен небольшой парк. Данный район оснащен двумя ТЭЦ, что достаточно пагубно влияет на экологический фон [7].

Таким образом, фактор соседства играет значительную роль в формировании стоимости офисной недвижимости, и арендодателям следует учитывать эти аспекты при выборе местоположения своих объектов.

Исследования и статистические данные

Эффект соседства оказывает значительное влияние на стоимость офисной недвижимости, что подтверждают различные исследования и собранные статистические данные. Привлекательность и экономическая активность района, где расположены офисные помещения, напрямую коррелирует с арендной ставкой и стоимостью покупки офисных зданий.

Согласно исследованию, проведенному московским центром международной торговли (ЦМТ) в 2023 году, офисный рынок переживает бум инвестирования, при этом активные позиции и у крупных игроков, и у частных инвесторов. Все больше компаний делают выбор в пользу покупки, а не аренды офиса [8]. Аналитические исследования показывают, что в Москве и крупных региональных городах востребованы высококачественные офисные площади. Эта тенденция стала настолько устойчивой, что консультанты постепенно исключили класс С из официальной классификации.

По итогам 2023 года в московских бизнес-центрах класса А было продано более 200 тыс. кв. м офисных площадей, что стало рекордным показателем за всю историю развития рынка. Эта тенденция сохраняется и сегодня. Кроме того, стоит отметить, что близость крупных торговых центров и остановок общественного транспорта может увеличить стоимость офисных помещений до 20 %. Это

связано с улучшенной транспортной доступностью, которая является привлекательным фактором как для арендаторов, так и для покупателей.

Анализ рыночных тенденций показывает стремление современных компаний размещать офисы в местах с высоким социальным капиталом, например, в бизнес-кластерах или хорошо развитых деловых районах. Ярким примером являются центральные районы крупных городов, где сосредоточены офисы ведущих компаний и наблюдается высокая деловая активность, что отражается на более высоких арендных ставках и ценовых категориях.

Таким образом, исследования и статистические данные убедительно подтверждают ключевую роль «эффекта соседства» в формировании стоимости офисной недвижимости [9]. Инвестиции в благоустройство и инфраструктуру не только повышают привлекательность для арендаторов, но и значительно повышают инвестиционную привлекательность объектов и создают благоприятные условия для роста стоимости активов.

Практические рекомендации для инвесторов

При изучении влияния «эффекта соседства» на стоимость офисной недвижимости инвесторам следует учитывать несколько ключевых аспектов, которые могут существенно повлиять на инвестиционные решения и общую прибыльность.

Прежде всего, необходимо тщательно проанализировать текущее и перспективное экономическое состояние района, в котором находится недвижимость. Этот анализ должен включать в себя изучение демографических показателей, уровня доходов населения, а также оценку наличия развитой инфраструктуры и коммерческих объектов, поддерживающих жизнедеятельность.

Не менее важно учитывать планы местных властей по развитию и модернизации территории. Особенно важна информация о государственных и частных инвестициях в инфраструктурные проекты и новые объекты. Оценка этих планов позволяет инвесторам прогнозировать потенциальное улучшение экономической и социальной привлекательности района, что, в свою очередь, положительно скажется на спросе на офисные помещения и арендных ставках, обеспечивая рост стоимости активов.

Анализ состава и состояния соседних зданий также является ключевым фактором. Присутствие успешных компаний в соседних офисах может привлечь дополнительные инвестиции в этот район и, как следствие, увеличить стоимость всех расположенных поблизости офисных помещений.

Необходимо также учитывать фактор доступности офисной недвижимости. Это включает в себя наличие развитой транспортной инфраструктуры, удобных парковочных мест для сотрудников и клиентов, а также близость к главным городским магистралям, обеспечивающим комфортное перемещение.

Хорошая транспортная доступность напрямую влияет на привлекательность офиса для потенциальных арендаторов, что, в свою очередь, может привести к повышению арендных ставок и, соответственно, к увеличению общей стоимости объекта.

Особое внимание следует уделить экологическому состоянию района. Наличие зеленых насаждений, парков и отсутствие крупных промышленных объектов делают офисное здание более привлекательным для арендаторов, что, в свою очередь, повышает его рыночную стоимость [10]. Правильный выбор времени для инвестирования

в офисные здания, расположенные в определенных районах, может значительно повысить доходность инвестиций.

При оценке предложений на рынке инвесторам следует рассмотреть возможность приобретения недвижимости в тот момент, когда район только начинает набирать популярность, а рост цен на недвижимость еще не достиг своего верха.

Заключение

Влияние «эффекта соседства» на стоимость офисной недвижимости значительно, что подчеркивает важность окружающей среды, которая оказывает не меньшее влияние, чем характеристики самой недвижимости. Наличие поблизости престижных компаний повышает интерес арендаторов и покупателей, делая недвижимость более привлекательной для инвесторов, которые готовы платить большие деньги за статус и благоприятную деловую среду. Напротив, районы с низкой деловой активностью снижают спрос и ведут к падению цен из-за неразвитой инфраструктуры [11]. Разработчикам, инвесторам и владельцам недвижимости важно учитывать этот эффект при стратегическом планировании, поскольку он играет ключевую роль в определении рыночной стоимости офисных объектов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гудкова, В. С. Влияние факторов местоположения на стоимость недвижимости / В. С. Гудкова, Г. Р. Ряхимова, Ю. О. Смирнова. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2017. – № 11 (145). – С. 200-204. – URL: <https://moluch.ru/archive/145/40768/> (дата обращения: 30.09.2024).
2. Слугин О. В. Факторы, влияющие на стоимость недвижимости [Электронный ресурс]: http://abc.vvsu.ru/Books/up_oczenkanedvish/page0002.asp (дата обращения 29.09.2023).
3. Монин, А. А. Местоположение как ключевой фактор формирования стоимости объекта недвижимости / А. А. Монин, А. Р. Плоткина // Вестник Хабаровского государственного университета экономики и права. – 2018. – № 6. – С. 80-87. – EDN ZAESRN.
4. Урбан, Н. А. Факторы стоимости на рынке коммерческой недвижимости г. Новокузнецка / Н. А. Урбан, О. А. Урбан // Вестник Кемеровского государственного университета. – 2010. – № 1(41). – С. 90-95. – EDN MBHLWL.
5. Тлехуч Э.Р. Влияние экологических факторов на стоимость объекта недвижимости. – 2017. - Том 8 № 3 Часть 2. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-ekologicheskikh-faktorov-na-stoimost-nedvizhimosti> (Дата обращения: 01.10.2023).
6. Кечемайкина, М. А. Особенности оценки недвижимости на основе влияния экологических факторов / М. А. Кечемайкина // Актуальные вопросы современной науки : сборник статей X Международной научно-практической конференции, Пенза, 15 декабря 2023 года. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2023. – С. 114-117. – EDN XYQOKP.
7. База данных о продаже офисных помещений: <https://novosibirsk.cian.ru/kupit-ofis-novosibirskaya-oblast/>
8. Обзор рынка: Итоги офисного рынка 2023 [Электронный ресурс]: <https://wtcmoscow.ru/company/news/2407/>
9. Местоположение и окружение недвижимости [Электронный ресурс]: <http://snip1.ru/house/development-nedvizhimosti-2/mestopolozhenie-i-okruzhenie-nedvizhimosti/> (дата обращения 01.10.2024).
10. Ларин, С. Н. Выбор и обоснование системы факторов, влияющих на инвестиционную стоимость объектов недвижимости / С. Н. Ларин, М. И. Елизарова, Н. А. Соколов // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2013. – Т. 9, № 14(203). – С. 16-23. – EDN PYDKCF.
11. Магомедов, Д. М. Местоположение как фактор инвестиционной привлекательности объектов офисной недвижимости / Д. М. Магомедов, А. М. Эсетова // Актуальные вопросы современной науки. – 2020. – № 3/4(27/28). – С. 54-56. – EDN MANCFR.

© В. А. Павленко, В. А. Малащенко, 2025

В. А. Павленко^{1✉}, С. А. Вдовин¹, Е. О. Ушакова¹

Экономические инструменты в программах устойчивого развития природопользования

² Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: lera-pavlenko1@yandex.ru

Аннотация. Статья посвящена исследованию экономических инструментов, которые могут быть эффективно использованы при разработке программ устойчивого природопользования. Целью исследования является изучение экономических инструментов, необходимых для разработки имитационных моделей решения задач в области устойчивого природопользования. Методы исследования: анализ, сравнение, обобщение и систематизация информации, апперцепция и описательный метод. Авторами поставлены цели, проведена их системная реализация и получены результаты, связанные с анализом экономического инструментария, используемого при разработке программ устойчивого природопользования, а также выбран экономический инструмент для формализации и количественного обоснования эффективности и реализуемости принимаемых управленческих решений и различных целей устойчивого природопользования. Актуальность темы и ее новизна определяются необходимостью разработки оптимальной системы управления природопользованием, наиболее подходящей для всех его участников. Выбор экономических инструментов осуществляется в процессе моделирования экономических систем. Обосновано, что имитационное моделирование является наиболее эффективным экономическим инструментом управления природопользованием. Имитационное моделирование применимо для решения различных задач устойчивого развития, устойчивого природопользования и оптимального управления территориями. Имитационное моделирование дает возможность анализировать массивы данных, разрабатывать модель, проверять ее эффективность и охватывать наиболее важные факторы. В статье описывается инструментарий, который авторы рекомендуют использовать для экономического обоснования программ устойчивого природопользования и учета наиболее значимых факторов в моделях при их разработке. Авторами установлено, что процесс моделирования не является статичным, современные подходы к анализу данных позволяют совершенствовать ранее разработанные модели и выбирать наиболее подходящие экономические инструменты для их анализа.

Ключевые слова: план, прогноз, модель, контроль, система, устойчивое развитие, природопользование, оптимизация, имитационная модель, эффективность, факторы, важность

V. A. Pavlenko^{1✉}, S. A. Vdovin¹, E. O. Ushakova¹

Economic instruments in sustainable nature management development programs

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: lera-pavlenko1@yandex.ru

Abstract. The article addresses study of economic instruments, which can be effectively used in development of sustainable nature management programs. Purpose of the research is to study economic instruments required for development of simulation models for problem solving in the field of sustainable nature management. Research methods: analysis, comparison, generalization and systematization of

information, apperception and descriptive method. The authors had set the objectives, systematically achieved them and obtained the results related to analysis of economic toolset used in development of sustainable nature management programs, as well as selected an economic instrument for formalization and quantitative substantiation of efficiency and practicability of managerial decisions made and various objectives of sustainable nature management. Timeliness of the topic and its originality are defined by a need to develop an optimum nature management control system that will be the most suitable for all its participants. Selection of economic instruments is made within the process of economic systems modeling. Simulation modeling was substantiated as the most efficient economic instrument in nature management control. Simulation modeling is applicable to solution of various issues of sustainable development, sustainable nature management, and optimal territory management. Simulation modeling offers the possibility to analyze pools of data, develop a model, test its efficacy and cover the most important factors. The article describes a toolset that the authors recommend to use for economic justification of sustainable nature management programs and consideration of the most significant factors in models during their development. The authors have found out that modeling process is not a static one, modern approaches to data analysis make it possible to improve previously developed models and choose the most suitable economic instruments for their analysis.

Keywords: plan, forecast, model, control, system, sustainable development, nature management, optimization, simulation model, efficacy, factors, importance

Introduction

Timeliness of the topic is that modern conditions of economic systems development require selecting the most effective economic instruments for their implementation into sustainable nature management programs.

This will help to extract the most probable trends, control problems, and to find a way to analyze and solve them. Selection of economic instruments for formalization and quantitative substantiation of effectiveness and feasibility of managerial decisions made, as well as solution of various issues of sustainable nature management has to be justified.

These problematics are covered in the researches of nature management control professionals, both national and foreign, including K.G. Gofman [7], M.Ya. Lemeshev [13], G.E. Mekush [15], G.M. Mkrtchian [9], A.L. Novoselov [16], I.M. Potravniy [17], N.F. Reimers [18], N.A. Chernykh [19] and others.

Economic system is formed under the influence of many factors. Some of them can be analyzed using standard economic instruments. But there are always hidden factors latent to the economic system. This is why economic instruments usually allow only to conduct an indirect analysis of factors. In order to solve the issues of control and sustainable nature management to the fullest extent possible, all factors affecting the economic system shall be taken into account.

It is impossible to solve such an issue completely. Economic instruments help to identify the most important significant factors when developing a model for sustainable nature management programs. These economic instruments may include “market balance model”, for example. Market balance model, also known as the model of exchange, is one of the commonest mathematical economic models used in analysis of interactions between economic system participants [2]. The model helps to find market clearing prices based on customer and manufacturer behavior analysis.

Customer behavior is influenced by two major factors:

- Subjective utility of a certain item of goods to a customer, customer-related efficiency;
- Price of a purchased item of goods, determined by the best price-ultimate price ratio.

Another economic instrument is forecasting. Such a developed economic system as nature management requires long-term forecasts. Forecast has to consider system state changeability, including the state of uncertainty. Potential losses due to adverse scenarios of forming market conditions shall be taken into account in the forecast as well. Economic instruments of forecasting and modeling should consider risk and uncertainty, probable states of the medium where economic system is formed.

Mathematical modeling distinguishes two main approaches to modeling of economic systems with unidentified factors [11]. This leads us to the following approaches and economic instruments for description of nature management control models.

The first approach is as follows. Function relations of the model, modeled control system, are static. These models are called models with unidentified factors.

The second approach to economic systems modeling is based on a principle where variation interval of model input variable is known. These models are often called models with incomplete data [3].

This approach is used in international economic activity planning, when it is necessary to take country risks into account, but it is impossible to predict actions of foreign partners exactly. Unidentified factors of economic systems appear due to insufficient knowledge of processes, values etc., affecting the results of economic activity of economic system agents.

Assessment of managerial decisions efficiency in the field of nature management requires long-term consistent forecasts which will be able to show consequences of made decisions properly. Also, control models should allow for follow up. Follow-up instrument makes it possible to correct initial data and increase efficacy of economic instruments used, if necessary.

It is worth mentioning that forecasting models were used in many countries worldwide in order to assess macroeconomic decisions.

Basic instrument for analysis of sustainable nature management programs is mathematical modeling.

Mathematical modeling is the main instrument for economic systems analysis. Mathematical modeling includes a wide range of economic and other features for data analysis, uncertainty management, planning, forecasting etc. Long-term forecasting and assessment of efficiency of economic instruments use in the longer term are possible only with the use of mathematical modeling. For example, models of long-term macroeconomic forecasts can be used.

The main issue in the course of developing sustainable nature management programs is selecting the most suitable economic instrument for formulation of a control strategy for nature management subjects included into these programs. This requires preliminary selection of the most effective economic instruments.

Materials and Methods

Modeling is related to description and study of economic systems, complexes of nature management, for example. As a part of the study, some separate enterprises may be analyzed to reveal the extent of influence of a wide variety of factors on their activities, interaction with environment, and economic system within the framework of sustainable nature management in order to find optimal and sustainable solutions.

Subject domain of the study is an economic toolset used in development of sustainable nature management programs.

Sustainable nature management is an integral economic, environmental and social system that uses natural resources to the fullest extent and makes it possible to reduce the amount of consumed resources by system participants, both resource suppliers and consumers.

The purpose of the research is to study economic instruments required for development of simulation models aimed at solving the issues of sustainable nature management.

The objectives of the research:

- Analysis of an economic toolset used in development of sustainable nature management programs;
- Selection of economic instruments for formalization and quantitative substantiation of efficiency and practicability of managerial decisions made and various objectives of sustainable nature management.

The authors used the following research methods: analysis, comparison, generalization and systematization of information, apperception and descriptive method.

Analysis method was used to divide features of economic instruments, and define their advantages and disadvantages.

Comparison method is based on comparison of resource management systems in order to define features in common and distinctions between them.

Generalization method is based on selection and recording of constant characteristics of economic instruments. As a result of generalization, the most important characteristics of economic instruments for formalization and quantitative substantiation of effectiveness and practicability of managerial decisions made from the authors' point of view were selected. The selection was made on the basis of cross-sectoral interactions, variable parameters of sector-specific and foreign trade policies.

Systematization method is based on development of a uniform system of economic instrument characteristics. This method helped to define required characteristics of variable parameters of sector-specific and foreign trade policies in the same manner as variables of economic policy and parameters of tax and financial policy are used in a macromodel.

Apperception method allowed the authors to complement research process with new information from various sources in line with the research trend.

Descriptive method conferred the possibility of concretization of thought process, definition of key words, prioritizing the most important research results.

Results

The authors considered use of various instruments in development of nature management control programs, including use of market balance model, economic forecasting.

One of the areas where mathematical economic models are used in order to develop an optimal strategy of nature management control is forecasting of various economic processes.

Study of an economic system in the context of its external environment analysis is one of the guiding principles of systems theory.

Therefore, the next economic instrument of interest is simulation modeling. Simulation modeling identifies the most probable trends, potential problems etc. The purpose of modeling is also to create an instrument for formalization and quantitative substantiation of managerial decisions made within economic systems. Simulation models are powerful forecasting instruments [2].

Simulation model is a character representation of real objects and processes. Study subject has a large number of characteristics, properties. Formal representation of a model in the form of equations, set of equations is unable to show all of them. During modeling, a set of key properties is identified, which is a challenging task as well.

Challenges of character representation of processes studied in economics should be mentioned. Interpretation of modeling results also expressed in symbols is called desymbolization. At this stage, character and object cannot be assigned to its numerous properties and characteristics. Economic unit studied in a simulation model has not only economic, but also extraeconomic characteristics - social, political, national, cultural, technical, environmental etc. - which cannot be expressed in characters while preserving the level of model complexity acceptable for interpretation. Character representation in simulation modeling will lead to data loss and reduction of data quality and validity of results.

In this regard, let us specify a set of requirements to an economic model: thoroughness and realism of rationales used and assumptions made, ability to verify and provide information support, data aggregation based on primary indicators etc.

The problem when developing a model is to select several factors having the strongest influence on economic system out of an infinite number of factors. Other factors are ignored; their influence is considered as random disturbance and the extent of this random disturbance influence on the modeling results is deemed negligible.

The problem arises if the extent of some factor's influence was mistakenly underestimated and the factor was identified as negligible. In this case, the model will turn out invalid, and calculations and conclusions made according to it - incorrect.

This may be related to changes in properties of the modeling subject or the model itself, for example, during transition from microstate to macroenvironment. Microeconomic models give no consideration to influence of macroeconomic, global factors when studying the behavior of agents. However, transition of modeling subjects from micro- to macrolevel is possible. And the reason for this is globalization processes.

Economy globalization is characterized by significant changes in the extent of global factors influence on behavior of separate economic agents. In particular, it requires improving many developed models, creating instruments for transition from local to global control models.

Model classes include balance models and simulation models. Balance models describe system condition at a time with system parameters being known. Their application is effective in cases when a set of factors having influence on the system condition can be described explicitly. Complex systems, such as nature management, include characteristics of sectors having human impact on environment, and balance models as a modeling instrument and a basis for managerial decision-making are inefficient.

The impact of multiple interactions accumulates and changes the condition of separate system components. Decision-making based on a certain subset of factors or even one factor makes it impossible to classify these models as efficient for nature management.

Forecasting has a significant role in good strategic decision-making in the field of nature management. Advantages of simulation models for forecasting are their relative simplicity, flexibility, ability to modify input data, as well as consideration of planning horizon. This modeling method makes it possible to describe separate interactions between system components. Description of complex and implicit interactions between system components in a simulation model comes down to characterizing relatively simple processes, the totality of which defines the ultimate result. This makes them an efficient mean for economic systems description, including in the field of sustainable nature management.

Non-linear character of relations in complex economic systems makes it difficult, and sometimes even impossible, to find an optimal control strategy. Here, control strategy can be interpreted as a functional that includes a set of parameters required for achievement of an objective. Development of this functional is quite a challenging task.

In simulation modeling, instrument for construction of a set of strategies can be distinguished. According to it, a set of strategies is developed that potentially should lead to the set goal. Implementation results of each strategy are defined using simulation model, and the one with the result closest to the set goal is selected. When this approach is used, the economic system is considered open. The issue with analyzing open systems is to define boundaries between the system and external environment. It is necessary to set a boundary for internal interactions defining the nature of system functioning. Professionals note that it is difficult to define system boundaries.

The system constructed within the selected boundary should be able to generate any situation or difficulty, which may require analysis. Closeness principle assumes that behavior of studied system is not imposed on it from the outside. This approach allows for using an optimal set of instruments for analysis and development of sustainable nature management programs.

It is suggested to select an instrument that considers cross-sectoral interactions as the most efficient economic instrument of nature management control. Nature management development planning model considers variable parameters reflecting sector-specific and foreign trade policy as economic policy instruments, in the same

way as macromodels use variables of economic policy and parameters reflecting tax and financial policy.

Instruments of this model makes it possible to define the state of equilibrium in production industry, when final output of goods in the amount required for ultimate consumption is ensured under existing amount of industrial consumption of each type of resources by each branch. In the simplest case, the model describes cross-sectoral balance. In general terms, the model is described by relations of formula 1-3 [4]:

$$\eta_j = \xi_j - \sum_i \alpha_{i,j} \times \xi_i \quad (1)$$

$$\sum_j \xi_j \times \beta_j \rightarrow \min \quad (2)$$

$$\sum_i \alpha_{i,j} \times \xi_i \leq \xi_j \quad (3)$$

where η_j – ultimate consumption of the goods, manufactured by j branch;

ξ_i – the amount of commercial production of i branch;

$\alpha_{i,j}$ – intermediate consumption by j branch of a product manufactured by i branch;

β_j – non-manufacturing costs of j branch.

Cost relationships in the control model are described by formula 4 and 5:

$$r_j = p_j - \sum_i \alpha_{i,j} \times p_i \quad (4)$$

$$p_j = \sum_i \alpha_{i,j} \times p_i + w \times \beta_j \quad (5)$$

where r_j – profit of j branch;

p_i – cost of i branch product;

w – wage rate.

In this model, natural resources are not production factors, because the product of other branches is used during their extraction and production factor is labor. Natural resources are limited. They are either excluded from the model or considered as a product of one of the branches. As a result, the model in this state is not completely suitable for description of sustainable nature management programs and has to be clarified. When modeling, it is necessary to take peculiarities of natural resources utilization in business processes into account. Any source of resources has natural constraints, which prevent increasing the amount of its utilization at discretion. This applies both to renewable and non-renewable natural resources. For non-renewable resources, a deposit can provide an output of a certain amount of resources in a certain time period.

Discussion

Mathematical simulation modeling in economy started to develop in the 20th century. One of the first applications of mathematical models was modeling of population size,

changes in its dynamics. Mathematical, simulation models of open systems are the most commonly used. Hypotheses of kinetic properties of processes (growth rate, reproduction, death, interaction intensity, damage etc.) are introduced into a mathematical model. The model processes the information and helps to study space-time structure formed in real and hypothetic system qualitatively and quantitatively, reveal cause-and-effect relations. Mathematical modeling and study of processes at the level of biogeocenosis are of particular interest and form a basis for studying the nature management processes in the works of I.M. Avramenko [2], T.F. Gurova [8], N.F. Remers [18], N.A. Chernykh [19]. The main principles laid down by professionals into modeling are universal conservation laws, balance mathematical equations of particle number, matter, energy conservation, as well as principles of transference, transboundariness. These provisions are reflected in the works of A.N. Beshentsev [6], K.G. Gofman [7], N.G. Komarova [12], M.Ya. Lemeshov [13], E.R. Magaril and V.N. Lokket [14], G.E. Mekush and A.A. Panova [15], A.S. Novosielova and A.V. Faleeva [16], I.M. Potravniy [17] et al. Methods of stability theory and bifurcation theory are used for research. This does not mean that models require no improvement. Modern data processing instruments on the basis of big data technology allow for improving even conventional models and suggesting improved models for sustainable nature management. They were reviewed in researches of I.M. Avramenko [1], O.E. Astafieva and A.V. Petriuk [5], K.G. Gofman [7] et al.

The instruments recommended by the authors for economic substantiation of sustainable nature management programs and consideration of the most significant factors in models during their development were used by researchers in order to solve local modeling issues, including P.C. Annes [3], I.N. Dubina, G. M. Mkrtchyan [9], O. V. Gritskevich, V.A. Pavlenko [10], M. Kerf, A.K. Izaguirre [11], E.O. Ushakova, S. A. Vdovin, A.V. Dubrovsky [20]. In the model presented by authors, natural resources are not production factors, because the product of other branches is used during their extraction and production factor is labor. Results obtained in this research confirm the results specified in the works of G.M. Mkrtchyan [9], M. Kerf [11]. The authors have found out that modeling process is not a static one, modern approaches to data analysis make it possible to improve previously developed models and choose the most suitable economic instruments for their analysis, which is supported by the results of P.C. Annez [3], O.V. Gritskevich [10].

Conclusion

The most suitable instrument for making optimal managerial decisions in regard to economic system is simulation modeling. Usually, sustainable nature management programs cover certain territories. Control includes a large number of components, factors of significant influence on development of territories. Interrelations of internal components, as well as internal and external components, are complex and only the simulation modeling instrument can take their impact into account and suggest a set of optimal control and development strategies in sustainable nature management programs. Simulation modeling under specified initial conditions helps to define system development direction providing for cross impact of all factors and follow-ups, assess quality of control model, which covers all factors influencing the sustainable nature management program.

REFERENCES

1. Avramenko I M (2015) Nature Management. Lan, Moscow.
2. Anisimov AV (2017) Applied Environmental Science and Economy of Nature Management. Fenix, Moscow.
3. Annez PC (2006) Urban infrastructure finance from private operators World Bank: Policy. Research working paper. N WPS 4045.
4. Anuchin VA (2016) The Fundamentals of Nature Management. Theoretical Aspect. Mysl, Moscow.
5. Astafieva OE, Pitriuk AV (2013) Legal Fundamentals of Nature Management and Environment Protection. Academia, Moscow.
6. Beshentsev AN (2016) Geoinformational Assessment of Nature Management. Buryat Scientific Centre of Siberian Department of Russian Academy of Sciences, Moscow.
7. Gofman KG (1998) Economy of Nature Management (from scientific heritage). Editorial URSS, Moscow.
8. Gurova TF, Nazarenko LV (2014) Fundamentals of Environmental Science and Sustainable Nature Management: article thesis. Mashinostroenie, Moscow.
9. Dubina IN, Mkrtchyan GM, Ostaschenko TV, Baitenizov DT (2019) On the assessment of regional intellectual and innovation activities based on measurement theory methods and panel data regression analysis. J Mol Med 4 (22): 655-680.
10. Gritskevich, OV, Pavlenko VA (2020). Special Aspects of Innovative Project Life Cycle Management. In: Trends and Innovations in Economic Studies, Science on Baikal Session (eds.) European Proceedings of Social and Behavioural Sciences, J Mol Med 96: 291-297.
11. Kerf M, Izaguirre AK (2007) Revival of private participation in developing country infrastructure: A look at recent trends and their policy implications. In: Foo No. 16. World Bank, Private Infrastructure Advisory Facility (PIIAF), Gridlines.
12. Komarova N.G. (2016) Geoecology and Nature Management. Academia, Moscow.
13. Lemeshev (1971) System Approach to Economic Researches. V. 1-2. Novosibirsk.
14. Magaril ER, Lokett VN (2013) Fundamentals of Sustainable Nature Management. KDU, Moscow.
15. Mekush GE, Panov AA (2019) Strategic Environmental Assessment: Regional Aspects. In: Sustainable Development and New Economic Models: International Scientific Conference Dedicated to 40th Anniversary of The Chair of Nature Management Economics of The Faculty of Economics of M.V. Lomonosov's Moscow State University, Moscow, 21-22 November 2019. Moscow: The Faculty of Economics of M.V. Lomonosov's Moscow State University. J Mol Med: 38-40.
16. Novoselov AS, Faleev AV (2022) Regional and Municipal Finances in Strategic Planning. In: The World of Economics and Management. J Mol Med 22 (1): 130-146. doi: 10.25205/2542-0429-2022-22-1-130-146.
17. Potravniy IM, Yashalova NN, Gassiy VV, Chavez FK (2019) Project Approach in Management of Environment-Oriented Development of Region's Economy In: Region's Economy. J Mol Med 15 (3): 806-821. doi: 10.17059/2019-3-14.
18. Reimers NF (2016) Nature Management. Mysl, Moscow.
19. Chernykh NA (2017) Current Issues of Environmental Science and Nature Management. Issue No 11 Energiya, Moscow.
20. Ushakova EO, Vdovin SA, Dubrovsky AV, Moskvina VN (2020) Evaluation of Recreational Potential of a Region for Drawing up Territorial Planning Schemes (Using the Example of Novosibirsk Oblast) In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: International Science and Technology Conference «EarthScience», Russky Island: Institute of Physics Publishing. J Mol Med: 062049.

© В. А. Павленко, С. А. Вдовин, Е. О. Ушакова, 2025

А. А. Верхотуров¹✉

Характер воздействия вулканических процессов на состояние земель и объекты недвижимости

¹ Институт морской геологии и геофизики Дальневосточного отделения
Российской академии наук, г. Южно-Сахалинск, Российская Федерация
e-mail: ussr-91@mail.ru

Аннотация. Вулканические процессы оказывают значительное влияние на состояние земель и объекты недвижимости, что представляет серьезную угрозу для устойчивого развития территорий, расположенных в районах вулканической активности. Цель работы – проанализировать характер воздействия различных видов вулканических процессов на состояние земель и объекты недвижимости. В работе рассматриваются ключевые виды вулканических явлений, включая лавовые потоки, пирокластические потоки, лахары и тефру, и их разрушительные последствия. Лавовые потоки приводят к физическому уничтожению инфраструктуры и формированию бесплодных базальтовых плато. Пирокластические потоки, обладая высокой температурой и токсичностью, вызывают деградацию почв, разрушение зданий и изменение ландшафтов. Лахары, как селевые потоки, изменяют русла рек и погребают сооружения под слоем вулканического материала. Тефра, в зависимости от толщины слоя, может временно повысить плодородие почв или сделать их непригодными для сельского хозяйства, а также повреждает инфраструктуру из-за абразивного и коррозионного воздействия. Подчеркивается необходимость совершенствования систем мониторинга, оптимизации землепользования и разработки методов рекультивации поврежденных территорий для снижения рисков в вулканически активных регионах, таких как Дальний Восток России. Исследование основано на анализе научных публикаций, полевых данных и международного опыта.

Ключевые слова: вулканические процессы, земельные ресурсы, недвижимость, пирокластические потоки, лахары, мониторинг

А. А. Verkhotur¹✉

Analysis of the impact of volcanic processes on the condition of lands and real estate

¹ Institute of Marine Geology and Geophysics of the Far Eastern branch
of the Russian Academy of Sciences, Yuzhno-Sakhalinsk, Russian Federation
e-mail: ussr-91@mail.ru

Abstract. Volcanic processes significantly impact land conditions and real estate, posing a serious threat to the sustainable development of territories located in volcanically active zones. The aim of this study is to analyze the effects of various types of volcanic processes on land and property. The paper examines key volcanic phenomena, including lava flows, pyroclastic flows, lahars, and tephra, along with their destructive consequences. Lava flows physically destroy infrastructure and create barren basalt plateaus. Pyroclastic flows, characterized by high temperatures and toxicity, degrade soil, demolish buildings, and alter landscapes. Lahars, as mudflows, reshape river channels and bury structures under layers of volcanic debris. Tephra, depending on its thickness, can temporarily enhance soil fertility or render it unsuitable for agriculture, while also damaging infrastructure due to its abrasive and corrosive properties. The study emphasizes the need to improve monitoring systems,

optimize land-use planning, and develop methods for rehabilitating damaged territories to mitigate risks in volcanically active regions, such as Russia's Far East. The research is based on an analysis of scientific publications, field data, and international experience.

Keywords: volcanic processes, land resources, real estate, pyroclastic flows, lahars, rehabilitation, monitoring

Введение

Вулканические процессы оказывают значительное влияние на состояние земель и объекты недвижимости, что представляет серьезную угрозу для устойчивого развития территорий, расположенных в зонах вулканической активности. По данным Global Volcanism Program [1], ежегодно в мире регистрируется около 50–70 извержений, которые приводят к деградации почв, разрушению инфраструктуры и экономическим потерям.

Особую опасность представляют пирокластические потоки, лавовые поля и выбросы вулканического пепла, которые могут сделать земли непригодными для сельского хозяйства и строительства на десятилетия [2].

Кроме прямого разрушительного воздействия, вулканическая активность провоцирует долгосрочные экологические последствия, включая загрязнение почв тяжелыми металлами и кислотообразующими соединениями [3]. Это создает риски для здоровья населения и требует разработки специальных мер по рекультивации земель.

Изучение воздействия вулканических процессов на земли и объекты недвижимости имеет высокую научную и практическую значимость, способствуя разработке стратегий управления рисками и устойчивого землепользования.

Цель работы – проанализировать характер воздействия различных видов вулканических процессов на состояние земель и объекты недвижимости.

Методы и материалы

В качестве материалов исследования были использованы научные публикации ведущих зарубежных и отечественных авторов в области вулканологии и оценки вулканических рисков, устойчивого развития территорий с высокой вулканической активностью и воздействия вулканических процессов на земельные ресурсы и объекты недвижимости.

Результаты полевых исследований последствий вулканических извержений, включающие данные мониторинга состояния земель, анализ трансформации ландшафтов. Для обработки материалов применялись методы системного анализа научных источников, сравнительного изучения международного опыта, полевых наблюдений и инструментальных замеров.

Результаты и обсуждение

В зависимости от типа извержения и характера вулканической активности последствия могут варьироваться от локальных изменений до глобальных экологических изменений. Рассмотрим ключевые виды вулканических процессов и их влияние на земли.

Первое с чем обычно ассоциируются активные вулканы – это излияние лавовых потоков. В зависимости от состава (базальтовая, андезитовая, риолитовая) она может быть жидкой и быстротекущей или вязкой и медленной, что в свою очередь сильно влияет на возможную опасность от лавовых потоков.

Воздействие лавовых потоков заключается в физическом разрушении. Они уничтожают растительность, здания и дороги. Застывшая лава образует базальтовые плато, которые могут оставаться бесплодными десятки и сотни лет [4]. Например, извержение вулкана Этна в 2021 году привело к разрушению сельскохозяйственных угодий и инфраструктуры [5], а при извержении вулкана Килауэа на Гавайях в 2018 году привело к уничтожению более 700 жилых домов и изменению ландшафта на площади свыше 35 км² [6].

Потоки способны перекрывать русла рек, что приводит к образованию новых озер или, наоборот, осушению территорий. На вулканических островах, при достижении лавовых потоков моря, часто изменяется конфигурация берегов (образуются вдающиеся в море мысы или полуострова), как при извержениях вулкана Алаид в 1933 и 1972 гг. [7].

Пирокластические потоки (ПП) – являются одним из самых разрушительных продуктов извержений. Высокие температуры приводят к выгоранию органического вещества, спеканию частиц и образованию твердых корок, снижающих плодородие почв [8]. Имеются сведения, что ПП приносят в почву серу, хлор, тяжелые металлы (Pb, Cd, As), что повышает кислотность и токсичность [9].

ПП создают новые геоморфологические формы (например, игнимбритовые плато) и перекрывают речные долины, провоцируя лахары. После остывания пирокластические отложения легко размываются, усиливая овражную эрозию [10]. Отложения таких потоков на побережье крайне не устойчивы и подвергаются динамичным абразионно-аккумулятивным процессам [11].

ПП способны разрушать постройки, повреждают несущие конструкции [12], могут быть причиной возгорания деревянных элементов и деформации металлоконструкций зданий и сооружений [13]. Вес пирокластического материала (до 3 т/м²) вызывает обрушение крыш. При извержении вулкана Пинатубо в 1991 г. было разрушено 10 тысяч домов [14].

Лахары вызывают значительные изменения рельефа и почвенно-растительного покрова, что проявляется в **формировании новых русел и аллювиальных конусов**. Например, после извержения вулкана Невадо-дель-Руис в 1985 г. лахары изменили русла рек на площади >100 км² [15]. Низменные участки заполняются вулканическим материалом, что приводит к перестройке экосистем [16].

Лахары обладают высокой кинетической энергией и плотностью (до 2,5 т/м³), что приводит к **механическому разрушению** – зданий, мостов и дорог. Лахары могут полностью погребать сооружения под слоем грязи. Так в г. Армеро (Колумбия) в 1985 г. лахары уничтожили >5 000 зданий [17].

Тефра (вулканический пепел, лапилли, пемза и другие пирокластические материалы) оказывает комплексное воздействие на окружающую среду, изменяя ландшафты, ухудшая качество земель и повреждая инфраструктуру. Ее влияние зависит от толщины отложений, химического состава и продолжительности экспозиции.

Тефра нарушает структуру почвы, снижая ее пористость и водопроницаемость [18]. Тонкий слой пепла (менее 1 см) может временно повысить плодородие за счет минеральных элементов, но слой более 10 см делает землю непригодной для сельского хозяйства [19].

Вулканический пепел содержит токсичные элементы (фтор, серу, тяжелые металлы), которые приводят к закислению почв и отравлению растений [20]. В районах извержений вулканов Этна и Килауэа зафиксированы случаи фторозного поражения сельскохозяйственных культур [21]. Первичная сукцессия на засыпанных тефрой территориях занимает десятилетия и сильно зависит от мощности отложений вулканитов [22].

Накопление тефры формирует новые геоморфологические структуры (например, шлаковые конусы или плато). Вулканические отложения перекрывают русла рек, провоцируя лахары, как это произошло после извержения Невадо-дель-Руис в 1985 году [23].

Нагрузка от тефры (особенно влажной) приводит к обрушению кровель (критическая нагрузка – от 10–20 см пепла) [24]. Абразивные частицы повреждают фасады, остекление и системы вентиляции [25]. Кислотные компоненты тефры ускоряют коррозию металлоконструкций (например, после извержения Эйяфьядлайёкюдль в 2010 году) [26]. Засорение дренажных систем и фильтров ТЭС увеличивает риски аварий (опыт извержения Пинатубо в 1991 году) [27].

Заключение

Вулканическая деятельность оказывает комплексное негативное воздействие на земельные ресурсы и объекты недвижимости, проявляющееся как в виде мгновенного разрушения инфраструктуры, так и в долгосрочной перспективе – через деградацию почвенного покрова и значительные экономические потери.

Для снижения рисков возникновения негативных последствий на территории Дальнего Востока России, современные научные и технологические исследования должны быть сосредоточены на трех ключевых направлениях:

- совершенствование систем мониторинга состояния земель в вулканически активных регионах;
- оптимизация планирования землепользования с учетом оценки вулканических рисков;
- разработка эффективных методов рекультивации поврежденных территорий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Global Volcanism Program [Электронный ресурс] // Smithsonian Institution. – 2023. – URL: <https://volcano.si.edu> (дата обращения: 20.04.2025).
2. Wilson T., et al. Volcanic ash impacts on critical infrastructure // Bulletin of Volcanology. – 2021. – Vol. 83, № 5. – P. 32.
3. Delmelle P., et al. Volcanic soil contamination: A review of processes and human health risks // Journal of Volcanology and Geothermal Research. – 2022. – Vol. 421. – Art. 107425.
4. Dahlgren R. A., et al. Soil formation on volcanic landscapes // Geoderma. – 2019. – Vol. 343. – P. 1–12.
5. Branca S., Del Carlo P. Impact of Etna's 2021 eruption on agriculture // Journal of Volcanology and Geothermal Research. – 2021. – Vol. 419. – Art. 107385. DOI: 10.1016/j.jvolgeores.2021.107385.

6. Patrick M. R., et al. The 2018 rift eruption and summit collapse of Kīlauea Volcano, Hawaii // *Science*. – 2019. – Vol. 363, № 6425.
7. Гришин С. Ю. Излияние лавовых потоков на Курильских островах в XX и начале XXI века: масштабы и глубина изменения экосистем // *Известия Русского географического общества*. – 2014. – Т. 146, № 6. – С. 1–13. – EDN RBZMBU.
8. Dahlgren R. A., et al. Soil development in volcanic materials // *Geoderma*. – 2004. – Vol. 123, № 1–2. – P. 1–21.
9. Lipman P. W., Mullineaux D. R. (Eds.). The 1980 Eruptions of Mount St. Helens, Washington. – Washington: U.S. Geological Survey, 1981. – (Professional Paper 1250).
10. Fisher R. V., et al. Volcaniclastic Sedimentation in Lacustrine Settings. – Chichester: Wiley, 1997.
11. Верхотуров А. А. Оценка пространственно-временной трансформации острова Матуа (Курильский архипелаг), обусловленной активностью вулкана Пик Сарычева // *Геодезия и картография*. – 2023. – № 6. – С. 42–49. – DOI: 10.22389/0016-7126-2023-996-6-42-49.
12. Spence R. J. S., et al. Building damage from pyroclastic surges // *Bulletin of Volcanology*. – 2004. – Vol. 66, № 6. – P. 1–14.
13. Jenkins S. F., et al. Building vulnerability in pyroclastic flows // *Journal of Volcanology and Geothermal Research*. – 2014. – Vol. 280. – P. 1–15.
14. Torres R. C., et al. Lessons from Pinatubo // *Philippine Journal of Science*. – 2004. – Vol. 133, № 1. – P. 1–10.
15. Pierson T. C., et al. Lahar hazard assessment and mitigation strategies at stratovolcanoes // *Volcanic Hazards, Risks and Disasters*. – 2020. – P. 145–172.
16. Major J. J., et al. The mechanics of lahars: Dynamics and depositional processes // *Reviews of Geophysics*. – 2018. – Vol. 56, № 1. – P. 154–183.
17. Vallance J. W., Iverson R. M. Lahars and their deposits // *Encyclopedia of Volcanoes*. – 2015. – P. 649–664.
18. Ayris P. M., Delmelle P. The immediate environmental effects of tephra emission // *Bulletin of Volcanology*. – 2012. – Vol. 74, № 9. – P. 1905–1936.
19. Cronin S. J., et al. Agricultural impact of tephra fallout from eruptions // *Journal of Volcanology and Geothermal Research*. – 2014. – Vol. 304. – P. 287–301.
20. Stewart C., et al. Tephra impacts on soil chemistry // *Geoderma*. – 2022. – Vol. 405. – Art. 115400.
21. D'Alessandro W., et al. Fluoride contamination in volcanic areas: A review // *Science of The Total Environment*. – 2021. – Vol. 763. – Art. 142562.
22. Мелкий В. А., Верхотуров А. А., Братков В. В. Оценка воздействия эксплозивных извержений вулкана Тятя (о. Кунашир, Курильские острова) на растительный покров по данным дистанционного зондирования земли // *Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка*. – 2021. – Т. 65, № 2. – С. 184–193. – DOI: 10.30533/0536-101X-2021-65-2-184-193.
23. Pierson T. C., Wood N. J., Driedger C. L. Lahars and their deposits // *Encyclopedia of Volcanoes* / Eds. H. Sigurdsson et al. – 2nd ed. – Academic Press, 2014. – P. 649–664. – DOI: 10.1016/B978-0-12-385938-9.00036-3.
24. Spence R., et al. Building vulnerability in volcanic ashfall zones // *Natural Hazards*. – 2021. – Vol. 108, № 1. – P. 567–592.
25. Wilson T. M., et al. Volcanic ash impacts on critical infrastructure // *Bulletin of Volcanology*. – 2017. – Vol. 79, № 5. – Art. 38.
26. Gudmundsson M. T., et al. Ash generation and corrosion during volcanic eruptions // *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*. – 2012. – Vol. 117, № B9.
27. Newhall C. G., Punongbayan R. S. Lessons from the 1991 Pinatubo eruption // *Volcanic Hazards*. – 2nd ed. – 2022.

© А. А. Верхотуров, 2025

В. В. Гармаш¹, А. В. Дубровский²✉

Цифровое прототипирование пространственных структур: актуальность, цель и задачи

¹ ООО «2ГИС», г. Новосибирск, Российская Федерация,

² Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: avd5@ssga.ru

Аннотация. В данной статье рассматривается роль цифрового прототипирования как элемента цифровой трансформации экономики государства. Цифровое прототипирование позволяет создавать виртуальные модели пространственных структур, включая объекты, процессы и явления, что значительно упрощает этапы проектирования и принятия управленческих решений. Авторы систематизируют основные задачи, которые необходимо решить на различных этапах разработки, в зависимости от специфики прототипа. Указанные задачи представлены в табличной форме для более наглядного восприятия. Исследование подтверждает, что инновационные технологии, такие как геоинформационные системы, 3D-моделирование, а также виртуальная и дополненная реальность, играют важную роль в интеграции данных о социально-экономических и экологических аспектах при планировании землепользования. Результаты исследования подчеркивают значение цифровых технологий в эффективном управлении процессами жизненного цикла пространственных структур.

Ключевые слова: цифровое прототипирование, пространственные структуры, 3D-моделирование, планировании землепользования, геоинформационные системы

V. V. Garmash¹, A. V. Dubrovsky²✉

Digital prototyping of spatial structures: relevance, purpose and objectives

¹ 2GIS, Novosibirsk, Russian Federation

² Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: avd5@ssga.ru

Abstract: This article examines the role of digital prototyping as an element of the digital transformation of the state economy. Digital prototyping allows you to create virtual models of spatial structures, including objects, processes and phenomena, which greatly simplifies the stages of design and management decision-making. The authors systematize the main tasks that need to be solved at various stages of development, depending on the specifics of the prototype. These tasks are presented in tabular form for a more visual perception. The study confirms that innovative technologies such as geographic information systems, 3D modeling, as well as virtual and augmented reality, play an important role in integrating data on socio-economic and environmental aspects in land use planning. The results of the study emphasize the importance of digital technologies in the effective management of the life cycle processes of spatial structures.

Keywords: digital prototyping, spatial structures, 3D modeling, land use planning, geographic information systems

Введение

В современных условиях быстроразвивающихся информационных технологий, цифровое прототипирование пространственных структур становится все более доступным и экономически рентабельным [1]. Исследования в этой области отвечают на ряд ключевых вызовов и потребностей различных отраслей, включая кадастр, землеустройство, мониторинг земель, архитектуру, строительство, а также автоматизированные системы управления сложными системами с природными компонентами.

Цифровое прототипирование является элементом цифровой трансформации экономики государства [2]. Оно позволяет создавать виртуальные модели пространственных структур, включая объекты, процессы и явления, что значительно упрощает этапы проектирования и принятия управленческих решений. В условиях, когда скорость изменений пространственных данных увеличивается, новые технологии помогают сократить время и затраты на разработку проектов по развитию территорий и вовлечение неиспользуемых земельных ресурсов в хозяйственный оборот. Визуализация и моделирование пространственных структур, цифровое прототипирование, помогают выявить потенциальные риски и угрозы на ранних стадиях проектирования. Это позволяет снизить количество ошибок, связанных с планированием пространственных структур, и обеспечивает более эффективное распределение ресурсов, что, в свою очередь, ведет к повышению общей эффективности землепользования [3]. В условиях глобальных экологических вызовов цифровое прототипирование становится особенно важным для разработки устойчивых пространственных решений.

Методы и материалы

Для подготовки статьи использовались следующие методы и материалы:

- метод литературного обзора: изучение существующих источников и публикаций по теме цифрового прототипирования;
- метод анализа кейс-стадий: анализ конкретных примеров реализации цифрового прототипирования в проектах;
- метод сравнительного анализа: оценка различных методов и подходов к цифровому прототипированию на основе критериев эффективности, стоимости и времени реализации.

Результаты

Цифровое прототипирование пространственных структур охватывает множество задач, которые необходимо решить на разных этапах разработки. Эти задачи могут варьироваться в зависимости от специфики проекта, но, как правило, они охватывают следующие ключевые направления, систематизировано представленные в таб. 1.

Задачи цифрового прототипирования пространственных структур

Задачи цифрового прототипирования	Результат	Описание результата цифрового прототипирования
Моделирование и визуализация	Создание трехмерных моделей	На первом этапе цифрового прототипирования разрабатываются детализированные 3D-модели пространственной структуры. Это позволяет визуализировать проект на различных стадиях его разработки, учитывая геометрию, размеры и функции
	Визуализация для представления и презентации проектов	Создание визуализаций позволяет заинтересованным сторонам проще понять концепцию проекта. Применяются 3D-модели, виртуальная и дополненная реальность
Анализ и симуляция	Структурный анализ	Проведение информационного (математического) моделирования
	Симуляции функциональности	Анализ поведения пространственных структур в различных условиях (например, при различных антропогенных нагрузках, климатических изменениях или взаимодействии с окружающей средой) для оценки эффективности системы управления
	Энергетический анализ	Моделирование энергоэффективности, определение потенциальных источников энергосбережения, а также анализ потребления ресурсов в процессе эксплуатации
	Тестирование	Сравнение цифрового прототипа с реальными объектами для оценки точности и функциональности
Оптимизация	Оптимизация проектных решений	Использование алгоритмов для поиска наиболее эффективных решений по конструкции, материалам и пространственному расположению элементов
	Адаптация под пользовательские требования	Учет обратной связи от конечных пользователей и возможность модификации прототипа
	Подбор и планирование ресурсов	На основе модели разрабатываются временные рамки для каждого этапа проекта. Это позволяет более точно выставить график работ и выделение ресурсов
Поддержка междисциплинарного сотрудничества	Интеграция различных дисциплин	Решение задач по обеспечению совместной работы между различными специалистами
	Обмен данными и совместимость	Создание совместимых форматов файлов и систем для обмена информацией между участниками проекта
	Обеспечение соответствия стандартам и нормативам	Обеспечение соответствия проектируемых структур действующим правилам, нормам и стандартам

Обсуждение

В рамках данного исследования были рассмотрены задачи, которые решает цифровое прототипирование пространственных структур. Существующие исследо-

вания подтверждают, что инновационные технологии, такие как ГИС, 3D-моделирование, виртуальная и дополненная реальность, способны интегрировать данные о социально-экономических и экологических аспектах при проектировании территорий [4, 5]. Цифровое прототипирование позволяет визуализировать разнообразные сценарии и оценивать их последствия до начала реализации проектов [6]. Это согласуется с идеями о необходимости вовлечения наук о Земле в процессы планирования для достижения устойчивости пространственных структур при их взаимодействии [7]. Как показано в работах [8, 9], использование цифровых прототипов, основанных на геоданных, позволяет анализировать динамику социальных и пространственных процессов, что крайне важно для адаптивного управления территориями [10].

Заключение

Цифровое прототипирование пространственных структур решает широкий спектр задач, от создания и визуализации моделей территории до их анализа, оптимизации и контроля параметров. Эти процессы не только повышают качество проектируемых объектов, но и способствуют более устойчивому и эффективному использованию земельных и других природных ресурсов, что является важным элементом в современном территориальном управлении, землеустройстве, строительстве и архитектуре. Таким образом, цифровое прототипирование это инструмент для разработки прогнозных моделей поведения сложных пространственных структур на всех этапах их жизненного цикла.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Карпик, А. П. Интеллектуальные информационные модели территорий как эффективный инструмент пространственного и экономического развития / А. П. Карпик, И. А. Мусихин, Д. Н. Ветошкин. // Вестник СГУГиТ. – 2021. – Т. 26, № 2. – С. 155–163. – DOI 10.33764/2411-1759-2021-26-155-163.
- 2 Карпик, А. П. Методологические и технологические основы геоинформационного обеспечения территорий : монография / А. П. Карпик. – Новосибирск : СГГА, 2004. – 260 с.
- 3 Дубровский, А. В. Методическое и технологическое обеспечение системы эффективного землепользования / А. В. Дубровский. – Текст : непосредственный // Естественные и технические науки. – ООО «Издательство Спутник+». – 2022. – № 4 (167). – С.114–120.
- 4 Weicheng W., Mingxing H., Yalan L. Geo-Information Technology and Its Applications. – MDPI, 2022. – DOI:10.3390/books978-3-0365-5996-4.
- 5 Басова, И. А. Информационная основа мониторинга загрязнения почвенного покрова / И. А. Басова, А. А. Миненко, В. И. Ишутина // Горный журнал. – 2009. – № 2. – С. 77–79.
- 6 Imran S. BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors. – Architectural Engineering, 2011. – P. 1225–1336.
- 7 Мерзликина, Г. С. Стратегические приоритеты устойчивого развития региона и бизнеса / Г. С. Мерзликина, Н. О. Могхарбел, Т. Е. Кожанова. – Волгоград : Волгоградский государственный технический университет, 2024. – 168 с.
- 8 Batty, M. (2005). Cities and Complexity: Understanding Cities with Cellular Automata, Agent-Based Models, and Fractals. MIT Press, 2007. – 592 pp.
- 9 Shehu D., Lezzerini L. The challenges of applying Big Data in the urban planning practices for the developing countries. Case study in Albania, Scientific Academy of Albania, 2024. – P. 211–218. – DOI:10.37199/c41000117.
- 10 Воронов, А. С. Пространственный подход в развитии социально-экономических систем регионов / А. С. Воронов // Государственное управление. Электронный вестник. – 2019. – № 75. – С. 249–267.

© В. В. Гармаш, А. В. Дубровский, 2025

А. В. Дубровский¹✉

Элементы технопарка геопространственных технологий на трансграничных территориях

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Российская Федерация,
e-mail: avd5@ssga.ru

Аннотация. В данной статье мы представили комплексный подход к мониторингу и исследованию земельных ресурсов на трансграничных территориях посредством разработки и внедрения распределенных центров геомониторинга. Создание специализированных платформ ГЕОМОНИТОР, ГЕОПРОТОТИП, ГЕОПОЛИГОН будет способствовать устойчивому управлению земельными ресурсами, обеспечивая комплексный геоинформационный мониторинг и анализ природных, социально-экономических и техногенных процессов. Благодаря практическим примерам, таким как моделирование распространения вредных выбросов автотранспорта, мы продемонстрировали, как использование современных технологий может помочь в оценке и управлении экологическими рисками на трансграничных территориях.

Ключевые слова: геопространственные технологии, трансграничные территории, центр геомониторинга, цифровой двойник, испытательный полигон, планирование развития землепользования, эффективность землепользования

A. V. Dubrovsky¹✉

Elements of a geospatial technology technology park in cross-border territories

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: avd5@ssga.ru

Abstract: In this article, we have presented a comprehensive approach to monitoring and researching land resources in cross-border territories through the development and implementation of distributed geomonitoring centers. The creation of specialized platforms GEOMONITOR, GEOPROTOTYPE, and GEOPOLYGON will contribute to sustainable land management by providing comprehensive geoinformation monitoring and analysis of natural, socio-economic, and man-made processes. Through practical examples such as modeling the spread of harmful emissions from vehicles, we have demonstrated how the use of modern technologies can help in assessing and managing environmental risks in cross-border areas.

Keywords: geospatial technologies, cross-border territories, geomonitoring center, digital twin, testing ground, land use development planning, land use efficiency

Введение

В условиях современных глобальных и национальных вызовов, связанных с изменениями в геополитики, тотальной цифровизацией и нарастающим влиянием глобальных климатических изменений, исследование геопространственных технологий и их роли в экономическом и социальном развитии государств

становится особенно актуальным [1]. Геополитическая нестабильность и кризисы, приводящие к реструктуризации международного сотрудничества и уменьшению интеграции на глобальном уровне, создают необходимость в новой модели сотрудничества и обмена геознаниями. Особенно остро необходимость подобных межгосударственных консорциумов наблюдается на трансграничных территориях. Тотальная цифровизация и информационное перенасыщение представляют собой двойственный вызов: с одной стороны, они открывают новые горизонты для научного и технологического прогресса, с другой – создают угрозу безопасности, конфиденциальности и «утечки» стратегических данных, в том числе в «недружеские» страны.

В условиях глобальных экологических проблем и кризиса земельных ресурсов использование геопространственных технологий становится ключевым инструментом для мониторинга, анализа и управления природными ресурсами [2]. На уровне отдельных стран, низкий уровень внедрения геопространственного обеспечения в процессы государственного управления и реализации национальных проектов свидетельствует о непонимании роли этих технологий в современной экономике. Это также отражает общую проблему непринятия инновационных решений и отсутствия концепции культуры безопасности, что может негативно сказаться на устойчивом развитии страны. В первую очередь подобные проблемы остро проявляются на трансграничных территориях [3].

Региональные аспекты, такие как нехватка современных инструментов пространственного анализа и управление земельными ресурсами, кадровый голод и отток молодежи, подчеркивают необходимость инвестирования в геопространственные технологии как средства повышения конкурентоспособности и устойчивости регионов. Разработка и внедрение соответствующих инструментов анализа и управления ресурсами могут сыграть ключевую роль в решении этих критических проблем.

Комплексное изучение указанных проблем в рамках данной статьи имеет значительную актуальность для научного сообщества, государственных структур и бизнеса, а также для повышения уровня жизни и устойчивого развития, как на национальном, так и на межгосударственном уровнях.

Методы и материалы

Геопространственные данные: разнообразные наборы геопространственной информации, которые используются или могут быть использованы при исследовании состояния и режимов землепользования трансграничных территорий, включая спутниковые изображения, данные дистанционного зондирования, картографические материалы и GPS-данные [4].

Программное обеспечение: геоинформационные системы (ГИС), инструменты для обработки данных, платформы для совместной работы и средства визуализации информации.

Инфраструктура: описание вычислительной инфраструктуры, сетей передачи данных и систем для хранения информации.

Примеры успешных проектов: рассмотрение практик по реализации систем мониторинга, прогнозного моделирования и рационального землепользования на трансграничных территориях. При выборе конкретных технологий и моделей анализа важно обеспечить комплексный подход, который охватывает все аспекты формирования и развития геопространственной цифровой экосистемы рационального землепользования [5–8].

Результаты

Для реализации комплексного подхода к мониторингу и исследования земельных ресурсов на трансграничных территориях предлагается разработка и внедрение распределенных центров геомониторинга [1, 4].

Центр геомониторинга (ГЕОМОНИТОР) предполагает создание специализированной междисциплинарной платформы, которая станет катализатором развития экосистемы геопространственных технологий и обеспечит их широкое использование для решения актуальных задач мониторинга земельных ресурсов трансграничных территорий. Основные цели:

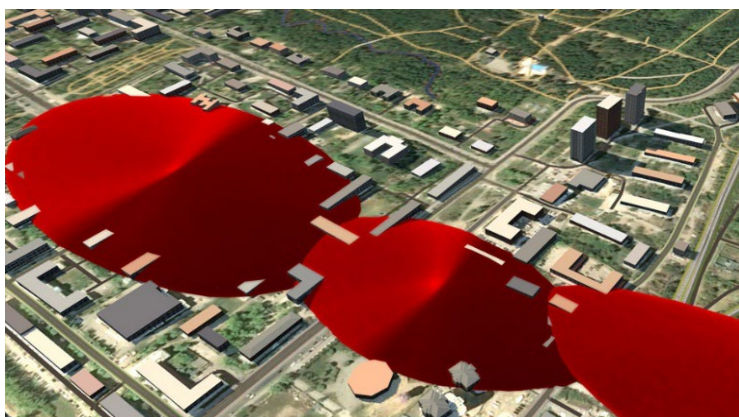
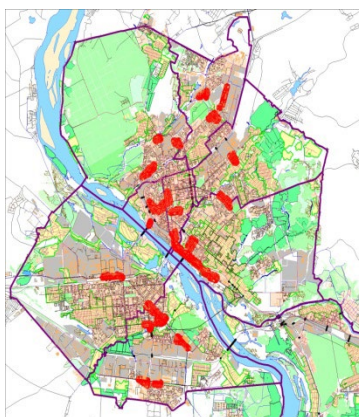
- обеспечение комплексного геоинформационного мониторинга, анализа и моделирования природных, социально-экономических и техногенных процессов, направленных на устойчивое управление земельными ресурсами на трансграничных территориях;
- разработка и внедрение инновационных геоинформационных технологий и продуктов, адаптированных для различных отраслей экономики и сфер жизнедеятельности, способствующих эффективному управлению ресурсами;
- подготовка высококвалифицированных специалистов в области геоинформатики, геодезии и картографии, ориентированных на реализацию проектов в сфере геомониторинга.

Ключевые задачи:

- создание современной технологической и исследовательской инфраструктуры, включая геоинформационные системы, базы пространственных данных и центры обработки данных, специально для мониторинга трансграничных земельных ресурсов;
- создание прогнозных цифровых компьютерных моделей на базе модуля – ГЕОПРОТОТИП – это цифровой двойник, представляющий собой современную научно-технологическую платформу, предназначенную для создания и внедрения интеллектуальных геопространственных решений с использованием технологий цифровых двойников;
- создание физических испытательных полигонов – ГЕОПОЛИГОН – междисциплинарного научно-образовательного центра, который будет служить площадкой для апробации, внедрения и демонстрации передовых геопространственных технологий, с особым акцентом на рациональное землепользование на трансграничных территориях.
- развитие междисциплинарных научно-исследовательских компетенций в области геомониторинга и пространственного анализа, с акцентом на трансграничные аспекты землепользования;

- формирование и реализация профессиональных образовательных программ в области геоинформатики, геодезии и картографии, специализированных на мониторинге земельных ресурсов;
- создание эффективных механизмов трансфера технологий и коммерциализации разработок, направленных на практическое применение в области геомониторинга;
- установление стратегических партнерств с органами государственной власти, бизнесом, а также научными и образовательными учреждениями для совместной работы над проектами по управлению земельными ресурсами трансграничных территорий.

В качестве примера реализации одного из компонентов экосистемы центров геомониторинга можно рассмотреть опыт цифрового моделирования распространения вредных выбросов автотранспорта. На основании комплексного анализа собранных данных и применения математических методов моделирования в компоненте ГЕОПРОТОТИП построен ряд моделей загрязнения территории города, в частности выбросами автотранспорта и предприятиями топливно-энергетического комплекса [9].



– зоны накопления экологического вреда в результате воздействия выбросов автотранспорта на почву

а)



– трехмерные модели распространения выбросов автотранспорта на территории города

б)

Рис. 1. Результаты геопрототипирования загрязнения территории города выбросами автотранспорта: а) модель расположения зон накопления экологического вреда в результате воздействия выбросов автотранспорта на почву; б) визуализация результатов математического моделирования распространения выбросов автотранспорта на территории города

На основании данных моделей в условиях недостатка информации, были разработаны интерполяционные модели различных сценариев развития экологического загрязнения при различных уровнях выбросов с образованием зон накопления экологического вреда. Эти сценарии позволили оценить площадь зон накопления экологического вреда в результате аккумуляции выбросов автотранспорта в почве в течение длительного времени. Опыт выполнения подобных работ может быть применен также для цифрового моделирования загрязнения трансграничных территорий.

Обсуждение

В работе [10] делается акцент на комплексном моделировании различных процессов землепользования в районах крупных транспортных магистралей. Описывается опыт государственных департаментов, которые «для улучшения своих возможностей для реагирования на сложные вопросы политики, возникающие в контексте транспорта, землепользования и экологического планирования», создают специализированные центры геоинформационных компетенций.

В работе [11] в качестве основных проблем планирования развития землепользования, в том числе и на трансграничных территориях отмечается «низкая доступность пространственных данных, отсутствие политической воли, отсутствие взаимодействия с заинтересованными сторонами и недостаточные финансовые ресурсы и низкий уровень грамотности в области геотехнологий».

Также в работе [12] описываются подходы к геопрототипированию систем землепользования «модели изменения землепользования являются инструментами для поддержки анализа, оценки и принятия политических решений, в том числе, для повышения эффективности землепользования с учетом комплекса факторов, первичными из которых являются географическое положение и уровень экономического развития». Подобные модели в качестве приоритетных выделяют зоны экономического роста внутри государства, а также трансграничные территории, особенно на границе с более развитыми в социально-экономическом аспектах странами.

Заключение

Реализация предложенных мероприятий создаст прецедент для дальнейшего развития экосистемы геопространственных технологий и позволит сформировать стратегические партнерства, направленные на эффективное управление земельными ресурсами. Предлагаемый подход способствует повышению устойчивости природопользования и улучшению качества жизни на трансграничных территориях, открывает новые перспективы для научного и практического межгосударственного сотрудничества.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Карпик, А. П. Методологические и технологические основы геоинформационного обеспечения территорий : монография / А. П. Карпик. – Новосибирск : СГГА, 2004. – 260 с.
2. Карпик, А. П. Интеллектуальные информационные модели территорий как эффективный инструмент пространственного и экономического развития / А. П. Карпик, И. А. Мусихин,

Д. Н. Ветошкин. // Вестник СГУГиТ. – 2021. – Т. 26, № 2. – С. 155–163. – DOI 10.33764/2411-1759-2021-26-155-163.

3. Дубровский А.В. Элементы геоинформационного моделирования трансграничных зон экологического вреда. – Интерэкспо ГЕО-Сибирь. Сборник материалов в 8 т. Т. 3: Международная научная конференция «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью». – Новосибирск : СГУГиТ, 2024. – С. 85–91. – DOI 10.33764/2618-981X-2024-3-85-91.

4. Дубровский, А. В. Методическое и технологическое обеспечение системы эффективного землепользования / А. В. Дубровский. – Текст : непосредственный // Естественные и технические науки. – ООО «Издательство Спутник+». – 2022. – № 4 (167). – С.114–120.

5. Уставич, Г. А. Зонирование и межевание земель, прилегающих к ядерным полигонам, для целей их хозяйственного использования (на примере Семипалатинского испытательного ядерного полигона) / Г. А. Уставич, А. В. Дубровский, Я. Г. Пошивайло. // Вестник СГУГиТ. – 2016. – № 4 (36). – С. 145–161.

6. Басова, И. А. Информационная основа мониторинга загрязнения почвенного покрова / И. А. Басова, А. А. Миненко, В. И. Ишутина // Горный журнал. – 2009. – № 2. – С. 77–79.

7. Мерзликина, Г. С. Стратегические приоритеты устойчивого развития региона и бизнеса / Г. С. Мерзликина, Н. О. Могхарбел, Т. Е. Кожанова. – Волгоград : Волгоградский государственный технический университет, 2024. – 168 с.

8. Воронов, А. С. Пространственный подход в развитии социально-экономических систем регионов / А. С. Воронов // Государственное управление. Электронный вестник. – 2019. – № 75. – С. 249–267.

9. Дубровский А.В. Геоинформационный анализ зон накопления экологического вреда на территории населенных пунктов // Современные проблемы земельно-имущественных отношений, урбанизации территории и формирования комфортной городской среды: сборник докладов Международной научно-практической конференции (28 октября 2022 г.). Том I / отв. ред. А. В. Кряхтунов. – Тюмень: ТИУ, 2023. – С. 86–91.

10. Paul Waddell P. Integrated Land Use and Transportation Planning and Modelling: Addressing Challenges in Research and Practice, 2011. – S. 112–140. – DOI:10.1080/01441647.2010.525671.

11. Snyder A.K., Tanner S., Musalem K. Obstacles to the Development of Integrated Land-Use Planning in Developing Countries: The Case of Paraguay/ Land 11(8):1339, 2022. – DOI:10.3390/land11081339.

12. Ustaoglu E., Aydinoglu A. Theory, Data, and Methods: A Review of Models of Land-Use Change / Digital Research Methods and Architectural Tools in Urban Planning and Design, June 2019. – IGI Global, 2019. – DOI:10.4018/978-1-5225-9238-9.ch009.

© А. В. Дубровский, 2025

А. Л. Ильиных^{1✉}, А. У. Жампозов¹

К вопросу о рынке недвижимости города Новосибирска (на примере сегмента)

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: ilinykh_al@mail.ru

Аннотация. В статье представлен краткий обзор сегмента жилых помещений первичного и вторичного рынка недвижимости города Новосибирска. Дан перечень основных функций рынка недвижимости. Приведена динамика стоимости 1 кв. м. жилых помещений в городе Новосибирске.

Ключевые слова: оценка недвижимости, жилое помещение, сегмент рынка недвижимости, новостройка, вторичное жилье, функции рынка недвижимости

A. L. Ilinykh^{1✉}, A. U. Zhampozov¹

On the issue of the real estate market of the city of Novosibirsk (using the example of a segment)

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: ilinykh_al@mail.ru

Abstract. The article considers a brief overview of the residential segment of the primary and secondary real estate market in Novosibirsk. A list of the main functions of the real estate market is given. The dynamics of the cost of 1 sq. m. of residential premises in the city of Novosibirsk are given.

Keywords: real estate valuation, residential premises, real estate market segment, new building, secondary housing, functions of the real estate market

Введение

Рынок недвижимости имеет огромное значение не только для каждого индивидуума, но и для общества в целом. Рынком недвижимости продиктованы виды объектов недвижимости, пользующихся наибольшим спросом, местоположение недвижимости, максимизирующее его рыночную стоимость, прогнозная доходность от недвижимости и т.п. [1–12].

Рассматривая проведение анализа рынка недвижимости на примере купли-продажи жилых помещений на первичном и вторичном рынках, итоги исследования рынка способствуют проведению успешного проведения сделки.

Актуальность исследования рынка недвижимости присуща именно для региональных и локальных рынков, поскольку их особенностью является ориентирование не только на местные условия, но и на общую ситуацию в стране.

Методы и материалы

В данной работе применялись общепринятые научные методы анализа, син-

теза и обобщения.

Использована действующая нормативная база в сфере оценки недвижимости. В качестве исходных данных для выполнения исследования использованы открытые источники: опубликованные материалы отечественных исследователей, в т.ч. монография Г. М. Стерника [1].

Одним из обязательных этапов в общей последовательности анализа рынка недвижимости (п. 11 ФСО № 7) и основным условием использования объектов-аналогов (п. 22 ФСО № 7) является определение сегмента рынка недвижимости, к которому может быть отнесен объект оценки [13].

Результаты и обсуждение

Рынок недвижимости представляет собой имущественный рынок, на котором совершаются сделки (купля-продажа, аренда и др.) с объектами недвижимости, имеющими определенную стоимость [14].

Под анализом рынка недвижимости принято считать самостоятельный вид деятельности, нацеленный на обеспечение объективной информацией лиц, принимающих решения о проведении операций с недвижимостью [1].

Рынок недвижимости обладает разветвленной структурой, и, исходя из разных признаков, разделяется на ряд более узких рынков.

Анализ любого из сегментов рынка недвижимости предполагает изучение факторов спроса, предложения и их сочетания [15].

Наиважнейшими показателями для анализа рынка недвижимости являются ценовые показатели. Они показывают динамику и уровень цен на объекты недвижимости.

Проведение анализа рынка недвижимости для любого из его сегментов с точки зрения ценовой ситуации базируется на совокупности сведений о ценах объектов сделок и их характеристик, отражающих комфортность проживания или использования.

Сегментирование влияет на формирование цены квадратного метра недвижимости. Различия в классе недвижимости позволяют устанавливать ценовые уровни. Чем выше класс объекта недвижимости, тем дороже стоимость квадратного метра. Сегментация недвижимости позволяет обосновать дифференцированный подход к ценообразованию и избежать избыточных ожиданий покупателей недвижимости относительно ее стоимости.

Сегментация рынка является основой позиционирования недвижимости как товара, отражающая его различия с имеющимися на рынке, его достоинства, характеризующие этот сегмент. Позиционирование направлено на создание образа товара для клиента и станет базисом для продавца при создании стратегии продвижения товара на рынке недвижимости.

Рынок недвижимости выполняет определенные функции, основные из которых приведены на рисунке 1.



Рис. 1. Основные функции рынка недвижимости

Величина получаемого от недвижимости дохода имеет зависимость от емкости рынка. Под емкостью рынка недвижимости подразумевается некое количество объектов какого-либо вида недвижимости, которое может быть за определенный период времени продано на рынке.

Определяя емкость рынка недвижимости (по сегментам) учитывают объем продаж за прошлый период, соотношение фактического спроса и предложения, динамику занятости и доходов населения, возможности и условия получения кредитов на приобретение жилья, величину расходов на содержание жилья, инфляционные ожидания людей, размер налогов и другие факторы.

Новостройки являются одним из основных драйверов рынка недвижимости. Вслед за их стоимостью повышается и цена на вторичном рынке.

Согласно материалам сайта РеалтиМаг построен график динамики стоимости 1 кв.м. жилых помещений с января 2024 года по июль 2025 года (рисунок 2) [16].

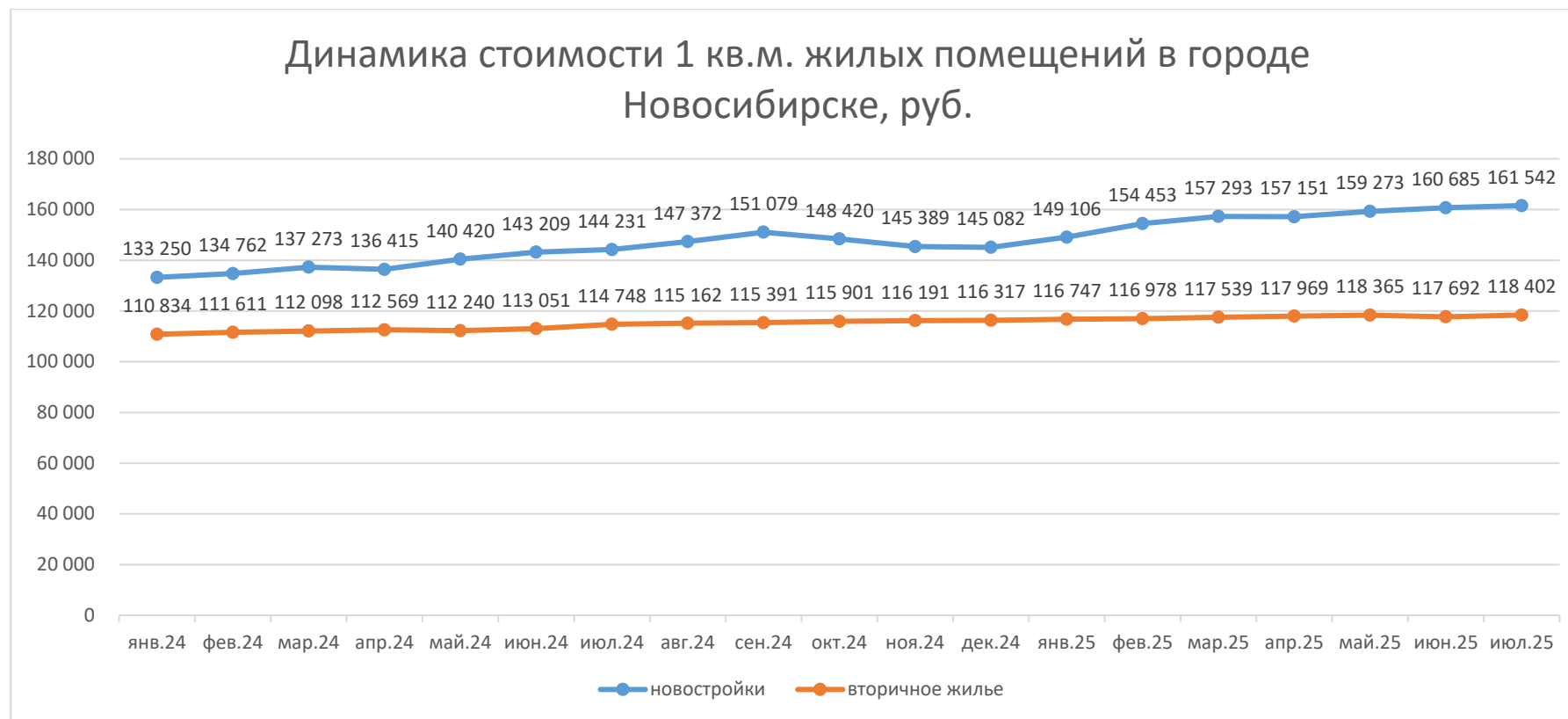


Рис. 2. Динамика стоимости 1 кв. м. жилых помещений в городе Новосибирске, руб.

Цены на новостройки росли до сентября 2024 года, хотя льготная ипотека (для всех) действовала до июля и наблюдался пик спроса, поскольку люди хотели успеть приобрести жилье до ее отмены. Квартир в продаже с июля 2024 года оставалось меньше. Ипотечные программы были скорректированы, цены и спрос на новостройки стали расти медленнее. Осталась льготная семейная ипотека [17].

В 3 раза упали продажи в III квартале по сравнению с аналогичным периодом 2023 года [18].

К концу 2024 года изменилась структура предложения на рынке недвижимости города Новосибирска: девелоперы вывели на рынок новые объекты малой площади – однокомнатные квартиры и квартиры-студии. Такие квартиры обладают более высокой средней стоимостью 1 кв.м. по сравнению с многокомнатными [17].

В августе 2023 года ключевая ставка Центрального банка РФ (ЦБ РФ) она составляла 8,5 %, а в октябре 2024-го – уже 21 %. Данное обстоятельство оказало большое влияние на рынок недвижимости и почти полностью остановило выдачу ипотечных кредитов банками по стандартным программам и частично вывело инвесторов с рынка. Некоторые потенциальные инвесторы отдали предпочтение размещению денежных средств на банковских депозитах. Продавцы недвижимости на вторичном рынке сняли объекты с продажи и перешли на рынок аренды (сдают квартиры в аренду).

Однако, за рассматриваемый на графике период, наблюдается небольшой, но стабильный рост стоимости вторичного жилья.

В первом полугодии 2025 года в Новосибирской области введено 1 224,1 тыс. кв. м. жилья, что на 7,5 % меньше, чем в аналогичном периоде 2024 года [19].

Наибольшее падение наблюдается в сегменте многоквартирных домов – 492,1 тыс. кв. м., что на 32,7 % ниже показателей 2024 года. При этом, рынок индивидуального жилищного строительства (ИЖС) продемонстрировал рост: введено 732,0 тыс. кв. м. – это на 23,8 % больше, чем в 2024 году.

В сравнении с июнем 2024 года, когда, на фоне завершения программы льготной ипотеки, было реализовано рекордное количество квартир (2760 на сумму 17,1 млрд рублей), рынок показал резкое снижение: продажи упали на 64,5 % в натуральном выражении и на 57,9 % – в денежном.

Объем непроданных квартир в сданных и строящихся домах за текущий год поднялся на 12,8 % – с 67,9 тыс. до 76,6 тыс. лотов. Одновременно застройщики сократили вывод новых проектов на рынок: за полугодие предложение снизилось на 23,7 % (13,5 тыс. квартир против 17,7 тыс. в 2024 году).

На начало июля 2025 годы у застройщиков не проданы 76,6 тысяч лотов, то есть на 5,1 тысяч больше объектов, чем в январе текущего года [20].

Застройщики-лидеры рынка недвижимости города Новосибирска по итогам 2024 года показаны на рисунке 3 [21].

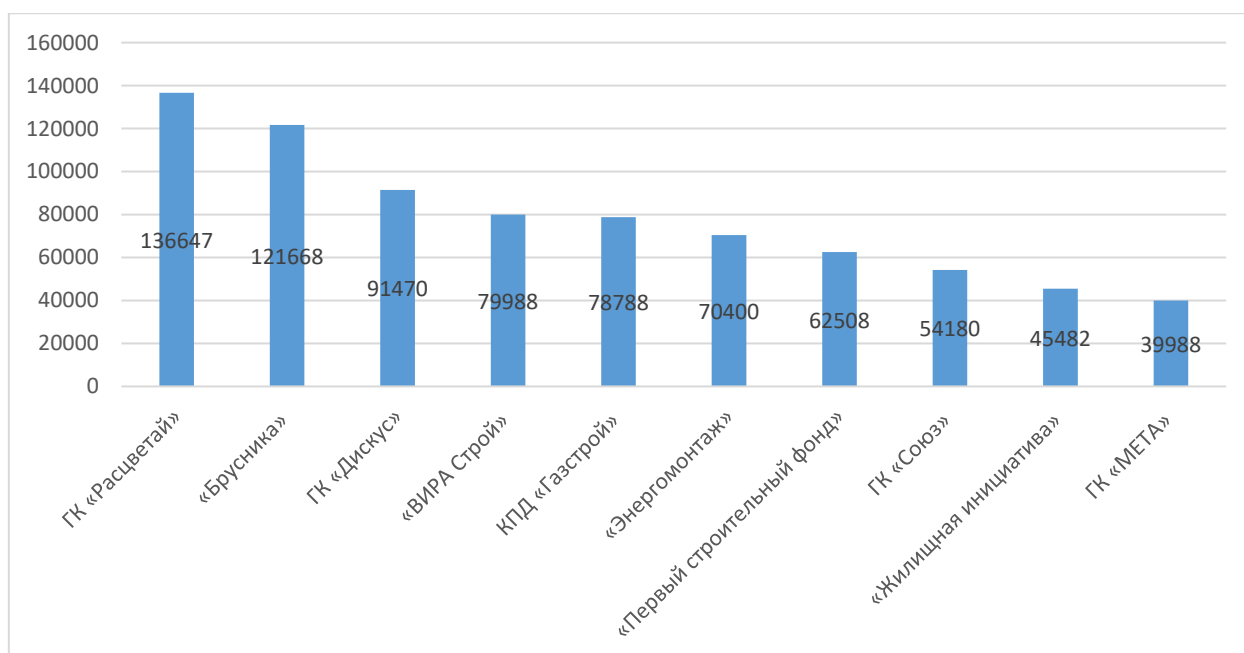


Рис. 3. Застройщики-лидеры рынка недвижимости города Новосибирска в 2024 году по вводу жилья, кв. м

В текущем году застройщики осторожно запускают новые проекты. Они работают над уже запланированными объектами. У застройщиков количество новых проектов снизилось на 20 % по сравнению с 2024 годом.

Для предыдущих 4 лет, включая первую половину 2024 года, были характерны высокие объемы продаж новостроек. Снижение объема льготного кредитования скорректировало рынок недвижимости по количеству сделок к показателям прошлых лет.

В настоящее время наблюдается слабый спрос на ипотечное жилье.

Вторичный рынок недвижимости стал более привлекательным из-за наличия развитой инфраструктуры, которой не всегда могут похвастаться микрорайоны новостроек.

Вторичное жилье доступнее, в большинстве случаев с ремонтом и готово к заселению, продавцы склонны предоставить скидки.

Следует отметить основные тенденции рынка недвижимости весной 2025 года в городе Новосибирске:

- трудность ввода новых проектов – у застройщиков (девелоперов) возросли затраты, а продажи замедлились;

- ограниченная возможность льготного финансирования застройщиков – программами поддерживаются только отдельные проекты, с весьма существенными ограничениями;

- избыточный объем новых объектов – излишнее количество предложений давит на цены;

- высокие ипотечные ставки – средние значения выше 20 % годовых (без учета льготных программ), что сделало кредитование малопривлекательным [22].

ЦБ РФ 28 июля 2025 года снизил ключевую ставку до 18 %, что повлияло на увеличение спроса на ипотеку и приобретение жилья, а также увеличение сделок с недвижимостью [23].

Повысилась финансовая нагрузка на девелоперов, участвующих в комплексном развитии территорий (КРТ), поскольку с декабря 2024 года законодательно расширен круг их обязательств по таким проектам. Застройщикам дано обязательство создания вблизи новостройки объектов транспортной и социальной инфраструктуры (например, детского сада и школы), расселения жильцов аварийного и ветхого жилья за собственные средства. Требования КРТ окажется сложным для небольших строительных компаний, поскольку себестоимость проектов повысится и окажется одним из факторов повышения цен на жилье.

Создавшаяся ситуация на рынке недвижимости города Новосибирска может привести к переделу рынка, поскольку небольшие строительные компании могут во II полугодии 2025 года начать процедуру банкротства, а крупные компании останутся и займут новые ниши. Однако, сенаторами Совета Федерации РФ высказывалось предложение ввести мораторий на банкротство застройщиков в этом году. Подразумевается, что часть построенных строительными компаниями квартир не будут продаваться, поскольку на эскроу-счетах (специальный счет для безопасного проведения расчетов между продавцом недвижимости и покупателем) застройщиков, которых нельзя объявить банкротами, деньги могут лежать 2–3 года. По прошествии этого времени банки вернут их покупателям квартир, но без компенсации, то есть без учета изменения стоимости недвижимости [18].

Заключение

Действия на рынке недвижимости представляют собой движение капитала, приносящее доход. Участники операций на рынке недвижимости вступают в финансовые отношения между собой.

Для потенциальных инвесторов в недвижимость Новосибирск остается привлекательным, поскольку является крупным транспортным, научным и образовательным центром Сибирского федерального округа, что гарантирует постоянный спрос на жилые помещения.

В городе Новосибирске наблюдается рост строительства индивидуальных жилых домов, чему способствует программа социальной газификации, семейная ипотека по эскроу-счетам.

Дефицита квартир на рынке недвижимости в 2025 году не ожидается, у потенциальных покупателей будет выбор.

Рынок недвижимости остается одним из самых непредсказуемых секторов экономики.

Таким образом, ситуация на рынке недвижимости отражает адаптацию спроса к новым экономическим условиям: инфляционное давление, высокие ставки по ипотечным кредитам и рост себестоимости строительства делают покупку нового жилья менее доступной для населения. В сложившихся условиях приобретение жилья на вторичном рынке недвижимости становится альтерна-

тивным вариантом для потенциальных покупателей, а застройщикам приходится пересматривать ценовую политику.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Стерник Г.М., Стерник С.Г. Анализ рынка недвижимости для профессионалов / Г. М. Стерник, С. Г. Стерник. - Москва : Экономика, 2009. – 605 с. – Текст: непосредственный.
2. Анализ ценообразующих факторов, оказывающих влияние на кадастровую стоимость недвижимости / А. В. Дубровский, А. Л. Ильиных, О. И. Малыгина, В. Н. Москвин, А. В. Вишнякова // Вестник СГУГиТ. – 2019. – Т. 24, № 2. – С. 150–169. – Текст: непосредственный.
3. Есжанова И.С., Ильиных А.Л. Проблемы устойчивого развития и его задачи в сфере земельных отношений, землеустройства и кадастра // Вестник СГУГиТ. – 2023. – Т. 28. №6. – С. 99-104. – Текст: непосредственный.
4. Жарников В.Б., Ильиных А.Л. О роли, функциях и задачах исследований состояния земельных ресурсов// Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XVIII Междунар. науч. конгр., 18–20 мая 2022 г., Новосибирск : сборник материалов в 8 т. Т. 3 : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью». – Новосибирск : СГУГиТ, 2022. – С. 132-141. – Текст: непосредственный.
5. Ильиных А.Л. Факторы формирования стоимости недвижимости // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XVII Междунар. науч. конгр., 19–21 мая 2021 г., Новосибирск : сб. материалов в 8 т. Т. 3: Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью». – Новосибирск: СГУГиТ, 2021. – № 2. – С. 79-86. - DOI: 10.33764/2618-981X-2021-3-2- 79-86. – Текст : непосредственный.
6. Ильиных А.Л., Межуева Т.В., Жампозов А.У. Об основных факторах стоимости жилой недвижимости // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XIX Международный научный конгресс, 17–19 мая 2023 г., Новосибирск : сборник материалов в 8 т. Т. 3 : Международная научная конференция «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью». – Новосибирск : СГУГиТ, 2023. – С. 106-110. – Текст: непосредственный.
7. Межуева Т.В., Лобанова Е.И. Стандарты оценки стоимости имущества в новых реалиях // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2023. – № 10 (часть 4). – С. 298-302. – Текст: непосредственный.
8. Скрылева Я.С., Ильиных А.Л. Экономическая эффективность аренды недвижимого имущества для арендатора с учетом кадастровых сведений// Регулирование земельно-имущественных отношений в России: правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения [Текст] : сб. материалов IV Национальной научно-практической конференции, 17–19 ноября 2020 г., Новосибирск. В 3 ч. Ч. 3. – Новосибирск : СГУГиТ, 2021. – С. 115-121. – Текст: непосредственный.
9. Цевелев Б.Е., Ильиных А.Л. Анализ локального рынка нежилой недвижимости г. Новосибирска и его влияние на рыночную стоимость объекта недвижимости // Регулирование земельно-имущественных отношений в России: правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения : сборник материалов VIII Национальной научно-практической конференции с международным участием, 18–22 ноября 2024 г. в 2 ч. Ч. 2. – Новосибирск : СГУГиТ, 2025. – С. 120-127. – Текст: непосредственный.
10. Цевелев Б.Е., Ильиных А.Л. Определение рыночной стоимости объекта недвижимости – нежилого помещения (на примере г. Новосибирска) для целей оспаривания кадастровой стоимости // Регулирование земельно-имущественных отношений в России: правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения : сборник материалов VII Национальной научно-практической конференции с междуна-

родным участием, 21–24 ноября 2023 г., Новосибирск. В 3 ч. Ч. 3. – Новосибирск : СГУГиТ, 2024. – С. 156-161. – Текст: непосредственный.

11. Об оценочной деятельности : федер. закон : [Принят Государственной думой 16 июля 1998 года ; одобрен Советом Федерации 17 июля 1998 года] №135-ФЗ от 29 июля 1998 года // Справочная правовая система ГАРАНТ. – URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=440677> (дата обращения: 17.05.2025). – Текст: электронный.

12. Об утверждении федеральных стандартов оценки и о внесении изменений в некоторые приказы Минэкономразвития России о федеральных стандартах оценки (вместе с Федеральным стандартом оценки «Структура федеральных стандартов оценки и основные понятия, используемые в федеральных стандартах оценки (ФСО I)», Федеральным стандартом оценки «Виды стоимости (ФСО II)», Федеральным стандартом оценки «Процесс оценки (ФСО III)», Федеральным стандартом оценки «Задание на оценку (ФСО IV)», Федеральным стандартом оценки «Подходы и методы оценки (ФСО V)», Федеральным стандартом оценки «Отчетом об оценке (ФСО VI)»: Приказ Минэкономразвития России № 200 от 14 апреля 2022 года. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_415358/75d46e20ecf3c84f4fa0ba b4d9c654c00cdc9188/#dst100025 (дата обращения: 17.05.2025). – Текст : электронный.

13. Об утверждении Федерального стандарта оценки "Оценка недвижимости (ФСО № 7). – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70654170/?ysclid=me65au3kho736052116> (дата обращения: 27.05.2025). – Текст : электронный.

14. Москвин В. Н., Кузьминых. Имущественный менеджмент. Государственное и рыночное управление недвижимостью : Учеб. пособие / В. Н. Москвин, В. Н. Кузьминых; М-во образования Рос. Федерации, Сиб. гос. геодез. акад., Ин-т кадастра и геоинформ. систем. - Новосибирск : СГГА, 2000. - 355 с. – Текст: непосредственный.

15. Оценка стоимости недвижимости. Грибовский С.В., Иванова Е.Н., Львов Д.С., Медведева О.Е. – М.: ИНТЕРПРЕКЛАМА, 2003. – 704 с. – Текст: непосредственный.

16. Реалтимаг. Индекс цен рынка недвижимости. – URL: <https://www.realtymag.ru/novosibirskaya-oblast/novosibirsk/kvartira/prodazha/prices/2024> (дата обращения: 01.08.2025). – Текст : электронный.

17. Интересно узнать: что ждёт рынок недвижимости Новосибирска в 2025, изменение цен на жильё, возможно ли купить дом или квартиру недорого. – URL: <https://dzen.ru/a/Z6tbl2fDPh4Vim8Q> (дата обращения: 18.05.2025). – Текст : электронный.

18. Новосибирский аналитик Сергей Николаев дал прогнозы о рынке недвижимости. – URL: <https://nsk.aif.ru/realty/novosibirskiyanalitiksergeynikolaevdalprognozyorynkenedvizhimosti?ysclid=me6bpjucc5i734844573> (дата обращения: 18.05.2025). – Текст : электронный.

19. Аналитики подвели итоги строительного рынка Новосибирской области за шесть месяцев. – URL: <https://ksonline.ru/579344/analitiki-podveli-itogi-stroitelnogo-rynka-novosibirskoj-oblasti-za-shest-mesyatsev/?ysclid=me6m6mb5v0811544453> (дата обращения: 23.07.2025). – Текст : электронный.

20. Эксперты дали прогноз по спросу на недвижимость осенью 2025 года. – URL: <https://infopro54.ru/news/eksperty-dali-prognoz-po-sprosu-na-nedvizhimost-osenyu-2025-goda/?ysclid=me6mwmpots514606094> (дата обращения: 14.07.2025). – Текст : электронный.

21. Взлёт цен и падение продаж. Независимый аналитик Сергей Николаев о прогнозах на рынке недвижимости Новосибирска в 2025 году – URL: <https://sib.fm/news/2025/02/05/vzlet-tsen-i-padenie-prodazh-nezavisimyj-analitik-sergej-nikolaev-o-prognozah-na-rynke-nedvizhimosti-novosibirsk-v-2025-godu?ysclid=me6me0st40370176898> (дата обращения: 18.05.2025). – Текст : электронный.

22. Ипотечный калькулятор банков Новосибирска. – URL: <https://www.sravni.ru/ipoteka/kalkuljator/region/novosibirsk> (дата обращения: 30.07.2025). – Текст : электронный.

23. Ключевая ставка. Официальный сайт Банка России. – URL: https://cbr.ru/hd_base/KeyRate/ (дата обращения: 28.07.2025). – Текст : электронный.

А. Л. Ильиных^{1✉}, А. У. Жампозов¹

Сегментация рынка жилых помещений как один из этапов процесса оценки недвижимости

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: ilinykh_al@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрен вопрос сегментации рынка жилых помещений как одного из этапов процесса оценки недвижимости. Приведена классификация жилых помещений на рынке недвижимости. Отражены классы жилой недвижимости по потребительскому качеству. Представлено сравнение средневзвешенной стоимости квадратного метра квартир в городе Новосибирске за первый квартал 2025 года.

Ключевые слова: оценка недвижимости, жилое помещение, сегмент рынка недвижимости, процесс оценки, класс качества жилья

A. L. Ilinykh^{1✉}, A. U. Zhampozov¹

Segmentation of the residential market as one of the stages of the real estate valuation process

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: ilinykh_al@mail.ru

Abstract. The article considers the issue of residential market segmentation as one of the stages of the real estate valuation process. The classification of residential premises in the real estate market is given. The classes of residential real estate by consumer quality are reflected. A comparison of the average weighted cost per square meter of apartments in the city of Novosibirsk for the first quarter of 2025 is presented.

Keywords: real estate valuation, residential premises, real estate market segment, evaluation process, housing quality class

Введение

В настоящее время жилая недвижимость играет большое значение в жизни каждого человека, а для общества в целом она является экономическим ресурсом. В современной экономической системе России рынок недвижимости базируется на частной собственности. Каждый человек стремится улучшить свои жилищные условия, что является одним из индикаторов благосостояния населения. Классы жилья позволяют покупателям понять, что можно ожидать от будущего жилого дома [1–10].

Рынку недвижимости присущи специфические черты, вытекающие из характеристики недвижимости как товара, уникального, неповторимого, неподвижного (статичного) и долговечного [1].

Актуальность темы вызвана тем, что анализ рынка недвижимости для целей оценки состоит в соотнесении состояния рынка в целом и конкретного сегмента, в частности с изучаемым объектом. Формулируют выводы о взаимодействии спроса и предложения, влияющих на стоимость объекта оценки. Опосредованно результаты проведения анализа рынка недвижимости используются при выявлении варианта оптимального использования объекта недвижимости, динамики спроса на рынке недвижимости, прогнозирования доли рынка, которую объект может занять.

Методы и материалы

В настоящей работе применялись общепринятые научные методы анализа и обобщения. Рассмотрена нормативно-правовая база, регламентирующая процесс оценки недвижимости и проведения анализа рынка [11–13].

Одним из обязательных этапов в общей последовательности анализа рынка недвижимости (п. 11 ФСО № 7) и основным условием использования объектов-аналогов (п. 22 ФСО № 7) является определение сегмента рынка недвижимости, к которому может быть отнесен оцениваемый объект [13].

Вид стоимости недвижимости, рассчитываемой оценщиком, напрямую зависит от целей проводимой оценки. В этой связи, вид стоимости объекта оценки определяется применяемыми оценщиком методами расчета.

Метод оценки представляет собой способ расчета стоимости объекта оценки, применяемого в рамках одного из подходов к оценке.

Помимо этого, большая роль отводится информации, доступной оценщику. Использование сравнительного подхода к оценке недвижимости предусматривает наличие развитого рынка недвижимости.

В качестве исходных данных для выполнения исследования использованы открытые источники: опубликованные материалы отечественных исследователей, в т.ч. монография Г. М. Стерника [14].

Следует отметить, что вопросом сегментации рынка недвижимости занимается широкий круг специалистов, как теоретиков, так и практиков, а также имеется ряд программных решений в этой области. Тем не менее, специфика постановки задачи, выбор факторов для проведения сегментации, специфика источников данных и вопросы автоматизации их сбора требуют разработки или адаптации моделей и методов их выполнения.

Результаты и обсуждение

Оценка стоимости объекта недвижимости является процессом, состоящим из последовательно следующих этапов, очередность и содержание которых зависят от цели оценки, характеристик объекта и выбранных методов.

Согласно Федеральному стандарту оценки «Процесс оценки (ФСО III)» [13] определен состав основных этапов оценки недвижимости (рисунок 1).

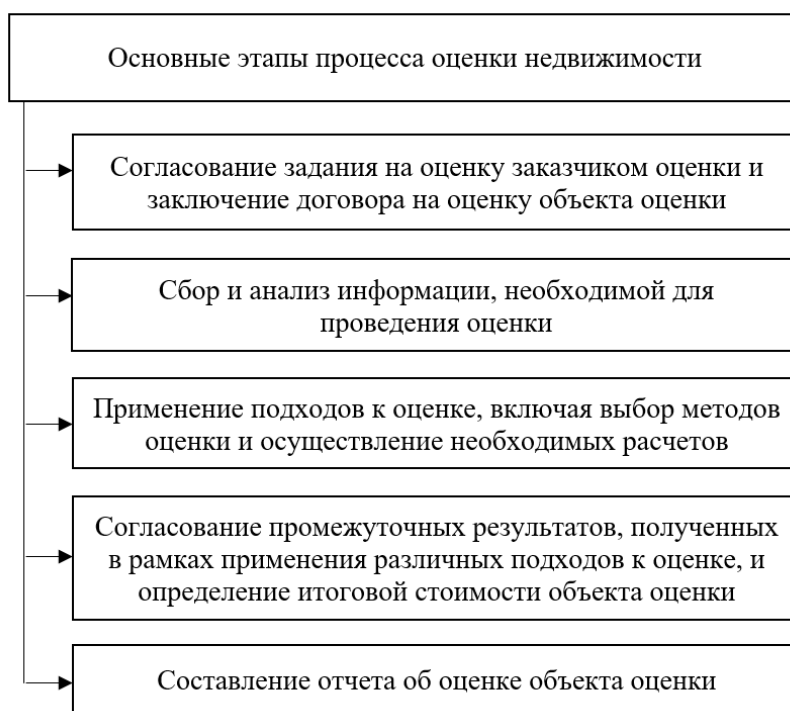


Рис. 1. Основные этапы процесса оценки недвижимости

Анализ рынка недвижимости по сегментам является одним из ключевых этапов при оценке стоимости объекта недвижимости, поскольку позволяет учитывать специфику каждого сегмента и точнее определить рыночную стоимость объекта оценки.

Под сегментацией рынка недвижимости принято понимать деление рынка на сегменты, отличающиеся своими характеристиками или реакцией на какие-либо действия на этом рынке.

Сегментация жилой недвижимости играет важную роль для участников рынка недвижимости: застройщиков, инвесторов, риелторов, потребителей.

Сегментирование жилой недвижимости проведено Российской гильдией риелторов, классифицирующей объекты-новостройки жилой недвижимости по потребительскому качеству [15].

На основании сегментирования возможно установить конкурирующие объекты, границы выделенной группы, определить круг потенциальных покупателей в рассматриваемом сегменте, их предпочтения, а также предположить вероятное качество объекта недвижимости. В отечественной практике, общепринятой является методика классифицирования объектов-новостроек жилой недвижимости по потребительскому качеству (рисунок 2).

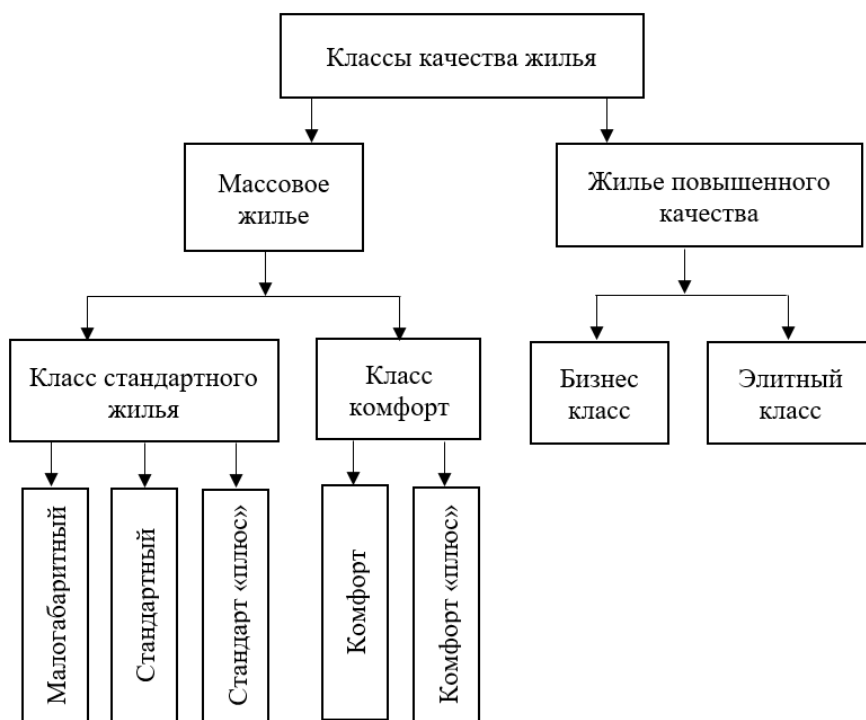


Рис. 2. Классы качества жилья

Различия между типами жилья могут быть незаметны на первый взгляд. Особенно, если это соседние классы.

Застройщики определяют класс жилья самостоятельно на этапе проектирования. Новостройку, когда дом сдан, оценивает экспертная комиссия Российской гильдии риэлторов. Присвоенный класс можно узнать на сайте Единой информационной системы жилищного строительства [16].

Изучая структуру спроса и предложения в конкретном районе населенного пункта, застройщики могут заранее выявить потенциал развития определенных направлений, выбрать подходящие земельные участки и запланировать объемы жилищного строительства.

Выбор подходящего типа жилья зависит от финансовых возможностей покупателей, предпочтений относительно местоположения и ряда других субъективных факторов.

Множество сегментов рынка недвижимости образуется разнообразными сочетаниями видов объектов недвижимости, их юридического статуса, операций с ними.

Представим основные сегменты рынка жилой недвижимости в виде рисунка (рисунок 3).



Рис. 3. Сегменты рынка жилой недвижимости

Рассмотрим самый востребованный среди населения сегмент рынка недвижимости – квартиры.

Динамика стоимости 1 кв. м. квартир в новостройках и на вторичном рынке недвижимости в городе Новосибирске за год показана на рисунке 4 [17].

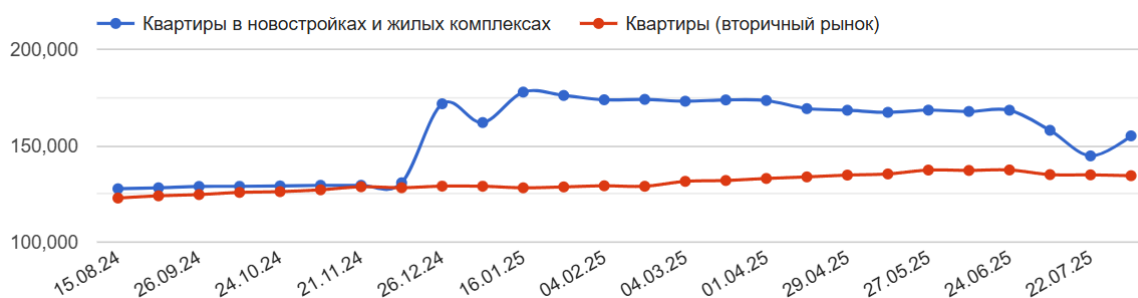


Рис. 4. Изменение стоимости 1 кв. м. квартир в г. Новосибирске

Спрос на квартиры в новостройках повысился в декабре 2024 года из-за стимулирующих программ застройщиков, вероятно, откладывавшие ранее покупку потребители решились совершить приобретение недвижимости. Снижение сде-

лок в январе 2025 года и стоимости 1 кв.м. квартир связано с «новогодними праздниками» и стандартным охлаждением рынка недвижимости в это время.

По данным отдела аналитики портала «Сибдом» средневзвешенная стоимость кв. м квартир в Новосибирске на 1 апреля 2025 года приведена в таблице 1 [18].

Таблица 1

Средневзвешенная стоимость 1 кв. м квартир
в Новосибирске на 1 апреля 2025 года

Квартиры	Новостройки		Изм., %	Готовое жилье		Изм., %
	1 января	1 апреля		1 января	1 апреля	
	тыс. руб./ кв.м			тыс. руб./ кв.м		
1-комн	155,4	162,8	+4,8	135,5	138,9	+2,5
2-комн	152,5	153,9	+0,9	133,9	138,2	+3,2
3-комн	146,0	148,5	+1,7	132,8	135,0	+1,7
4-комн	142,2	140,7	-1,1	140,9	143,7	+2,0
Студия	178,0	190,1	+6,8	143,3	147,7	+3,1
Средняя цена	154,8	160,4	+2,9	137,3	139,1	+2,6

Итак, средневзвешенная стоимость 1 кв. м. квартир за первый квартал 2025 года в строящихся жилых комплексах (ЖК) города Новосибирска увеличилась на 2,9 % до 160,4 тыс. руб. Наибольший рост стоимости произошел для квартир-студий и однокомнатных квартир (6,8 % и 4,8 % соответственно). Только стоимость 4-комнатных квартир подешевела на 1,7 %.

На вторичном рынке жилья города Новосибирска за первые три месяца 2025 года средняя цена 1 кв. м. выросла на 2,6 % до 139,1 тыс. руб. Стоимость 1 кв. м. всех типов квартир в г. Новосибирске показала рост от 1,7 до 3,2 %.

В средневзвешенной стоимости квадратного метра жилого помещения учитывается не только цена, но и объем предложений по данной цене. Считается более точным значением по сравнению со среднеарифметическим, поскольку оно применяется при анализе и прогнозах стоимостной картины спроса и предложения на рынке недвижимости.

Снизился спрос на недвижимость и застройщики стали делать больше персональных скидок. Рынок новостроек Новосибирска по сравнению с июнем 2024 года показал снижение: продажи упали на 64,5 % [19].

Однако по-прежнему идет рост себестоимости строительства из-за удорожания материалов, расходов на оплату труда строителей, дорогого проектного

финансирования. Застройщики придерживаются новые проекты, распродавая квартиры в возведенных домах.

Заключение

Следует отметить, что рынок недвижимости представляет собой сложную систему, вовлекающим через инфраструктуру в процессы функционирования всех субъектов (участников рынка). При этом, взаимодействие не является статичным, оно постоянно подвергается изменению.

Таким образом, рыночная сегментация, осуществляемая оценщиком при анализе рынка недвижимости, выделяет наиболее вероятных покупателей недвижимости из общего массива субъектов рынка, проводящих сделки с недвижимостью. Кроме того, на основе анализа характеристик недвижимости определяется объем конкурирующих объектов и устанавливается позиция объекта оценки. Сегментация рынка недвижимости позволяет повысить точность оценочных работ, обеспечивая понимание конкретной ситуации на рынке при определении стоимости недвижимого имущества.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Стерник Г.М., Стерник С.Г. Анализ рынка недвижимости для профессионалов / Г. М. Стерник, С. Г. Стерник. - Москва : Экономика, 2009. – 605 с. – Текст: непосредственный.
2. Анализ ценообразующих факторов, оказывающих влияние на кадастровую стоимость недвижимости / А. В. Дубровский, А. Л. Ильиных, О. И. Малыгина, В. Н. Москвин, А. В. Вишнякова // Вестник СГУГиТ. – 2019. – Т. 24, № 2. – С. 150–169. – Текст: непосредственный.
3. Есжанова И.С., Ильиных А.Л. Проблемы устойчивого развития и его задачи в сфере земельных отношений, землеустройства и кадастра // Вестник СГУГиТ. – 2023. – Т. 28. №6. – С. 99-104. – Текст: непосредственный.
4. Жарников В.Б., Ильиных А.Л. О роли, функциях и задачах исследований состояния земельных ресурсов// Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XVIII Междунар. науч. конгр., 18–20 мая 2022 г., Новосибирск : сборник материалов в 8 т. Т. 3 : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью». – Новосибирск : СГУГиТ, 2022. – С. 132-141. – Текст: непосредственный.
5. Ильиных А.Л. Факторы формирования стоимости недвижимости // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XVII Междунар. науч. конгр., 19–21 мая 2021 г., Новосибирск : сб. материалов в 8 т. Т. 3: Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью». – Новосибирск: СГУГиТ, 2021. – № 2. – С. 79-86. - DOI: 10.33764/2618-981X-2021-3-2- 79-86. – Текст : непосредственный.
6. Ильиных А.Л., Межуева Т.В., Жампозов А.У. Об основных факторах стоимости жилой недвижимости // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XIX Международный научный конгресс, 17–19 мая 2023 г., Новосибирск : сборник материалов в 8 т. Т. 3 : Международная научная конференция «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью». – Новосибирск : СГУГиТ, 2023. – С. 106-110. – Текст: непосредственный.
7. Межуева Т.В., Лобанова Е.И. Стандарты оценки стоимости имущества в новых реалиях // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2023. – № 10 (часть 4). – С. 298-302. – Текст: непосредственный.
8. Скрылева Я.С., Ильиных А.Л. Экономическая эффективность аренды недвижимого

имущества для арендатора с учетом кадастровых сведений // Регулирование земельно-имущественных отношений в России: правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения : сб. материалов IV Национальной научно-практической конференции, 17–19 ноября 2020 г., Новосибирск. В 3 ч. Ч. 3. – Новосибирск : СГУГиТ, 2021. – С. 115-121. – Текст: непосредственный.

9. Цевелев Б.Е., Ильиных А.Л. Анализ локального рынка нежилкой недвижимости г. Новосибирска и его влияние на рыночную стоимость объекта недвижимости // Регулирование земельно-имущественных отношений в России: правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения : сборник материалов VIII Национальной научно-практической конференции с международным участием, 18–22 ноября 2024 г. в 2 ч. Ч. 2. – Новосибирск : СГУГиТ, 2025. – С. 120-127. – Текст: непосредственный.

10. Цевелев Б.Е., Ильиных А.Л. Определение рыночной стоимости объекта недвижимости – нежилого помещения (на примере г. Новосибирска) для целей оспаривания кадастровой стоимости // Регулирование земельно-имущественных отношений в России: правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения : сборник материалов VII Национальной научно-практической конференции с международным участием, 21–24 ноября 2023 г., Новосибирск. В 3 ч. Ч. 3. – Новосибирск : СГУГиТ, 2024. – С. 156-161. – Текст: непосредственный.

11. Об оценочной деятельности : федер. закон : [Принят Государственной думой 16 июля 1998 года ; одобрен Советом Федерации 17 июля 1998 года] №135-ФЗ от 29 июля 1998 года // Справочная правовая система ГАРАНТ. – URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=440677> (дата обращения: 17.05.2025). – Текст: электронный.

12. Об утверждении федеральных стандартов оценки и о внесении изменений в некоторые приказы Минэкономразвития России о федеральных стандартах оценки (вместе с Федеральным стандартом оценки «Структура федеральных стандартов оценки и основные понятия, используемые в федеральных стандартах оценки (ФСО I)», Федеральным стандартом оценки «Виды стоимости (ФСО II)», Федеральным стандартом оценки «Процесс оценки (ФСО III)», Федеральным стандартом оценки «Задание на оценку (ФСО IV)», Федеральным стандартом оценки «Подходы и методы оценки (ФСО V)», Федеральным стандартом оценки «Отчет об оценке (ФСО VI)»: Приказ Минэкономразвития России № 200 от 14 апреля 2022 года. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_415358/75d46e20ecf3c84f4fa0ba b4d9c654c00cdc9188/#dst100025 (дата обращения: 27.05.2025). – Текст : электронный.

13. Об утверждении Федерального стандарта оценки "Оценка недвижимости (ФСО № 7). – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70654170/?ysclid=me65au3kho736052116> (дата обращения: 27.05.2025). – Текст : электронный.

14. Стерник Г.М., Стерник С.Г. Методология моделирования и прогнозирования жилищного рынка: монография. – Москва: РГ-Пресс, 2018. – 592 с. – Текст: непосредственный.

15. Единая классификация многоквартирных жилых новостроек/ – URL: https://fondrgs.ru/files/docs/Edinaya_klassifikaciya1.pdf (дата обращения: 27.05.2025). – Текст : электронный.

16. Единая информационная система жилищного строительства. – URL: <https://наш.дом.рф/> (дата обращения: 29.05.2025). – Текст : электронный.

17. Restate. Цена продажи квартир в Новосибирске. – URL: <https://novosibirsk.restate.ru/graph/ceny-prodazhi-kvartir/> (дата обращения: 29.07.2025). – Текст : электронный.

18. Как изменились цены на жилье в Новосибирске за 1 квартал 2025 года. – URL: <https://nsk.sibdom.ru/news/23128/> (дата обращения: 30.05.2025). – Текст : электронный.

19. Аналитики подвели итоги строительного рынка Новосибирской области за шесть месяцев. – URL: <https://ksonline.ru/579344/analitiki-podveli-itogi-stroitelnogo-rynka-novosibirskoj-oblasti-za-shest-mesyatsev/?ysclid=me6m6mb5v0811544453> (дата обращения: 23.07.2025). – Текст : электронный.

© А. Л. Ильиных, А. У. Жампозов, 2025

А. Л. Ильиных^{1✉}

К вопросу об основных тенденциях комплексного развития территорий

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: ilinykh_al@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены основные направления комплексного развития территорий России, а также приведены промежуточные итоги реализации данного мероприятия. Дан перечень основных критериев выбора земельного участка для комплексного развития территорий. Изложены проблемные вопросы реализации проектов комплексного развития территорий. Отражены основные факторы, влияющие на формирование комфортной городской среды.

Ключевые слова: комплексное развитие территорий, земельный участок, городская среда, жилищное строительство, недвижимость

A. L. Ilinykh^{1✉}

On the main trends in the integrated development of territories

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: ilinykh_al@mail.ru

Abstract. The article considers the main directions of integrated development of territories of Russia, and also provides interim results of the implementation of this event. A list of the main criteria for choosing a land plot for integrated development of territories is given. Problematic issues of implementing projects for integrated development of territories are outlined. The main factors influencing the formation of a comfortable urban environment are reflected.

Keywords: integrated development of territories, land plot, urban environment, housing construction, real estate

Введение

В настоящее время развитие городских населенных пунктов и повышение качества городской среды приобретают все большую актуальность и привлекают внимание общественности. Интерес региональных и местных властей к инициативам, связанным с применением комплексного развития территорий (КРТ), вполне объясним: во-первых, город устраняет аварийный жилой фонд и облагораживает депрессивные территории, во-вторых – убыточные объекты после реализации проекта начнут возвращать вложенные инвестиции и приносить поступления в виде налогов [1–5].

Механизм КРТ еще называют «всероссийская реновация», за основу которой взят московский опыт [6].

Комплексное развитие территорий представляется современным подходом к урбанистическому планированию и строительству, направленным на формиро-

вание комфортных условий для жизнедеятельности населения. Основная роль заключается в одновременном развитии различных типов инфраструктуры: жилой, транспортной, социальной [7–10].

Следует сказать о том, что комплексный подход к развитию территорий позволит создать экологичные и сбалансированные пространства, отвечающие ожиданиям городского и сельского населения.

Важно отметить, что учитываются особенности местности, демографические и социальные факторы.

Актуальность темы вызвана тем, что специфические характеристики КРТ являются предпосылками совершенствования механизма управления развитием территорий муниципальных образований. Обеспечение комфортной и безопасной среды для жизни населения является одной из национальных целей развития нашей страны согласно указу Президента РФ № 309 от 07.05. 2024 года [11].

Методы и материалы

При выполнении исследований использовались общие методы: наблюдение, обобщение, сравнение, синтез, системный анализ. Материалами для исследования послужила нормативно-правовая база, регламентирующая земельно-имущественные отношения.

Нормативно-правовая основа градостроительства и его управления в России включает Федеральный закон № 131-ФЗ, Градостроительный кодекс Российской Федерации, Земельный кодекс Российской Федерации (ЗК РФ), а также ряд других федеральных законов, регулирующих различные аспекты городского территориального планирования и градостроительного зонирования [12–14].

Нормативное определение термина «комплексное развитие территорий» закреплено в Градостроительном кодексе Российской Федерации (ГрК РФ), и трактуется, исходя из его положений, как комплекс предусмотренных архитектурно-планировочными документами (в частности, генеральными планами поселений и округов) мероприятий, проводимых в целях формирования комфортной среды проживания и обновления общественных пространств [13].

Результаты и обсуждение

Пресс-служба Минстроя России огласила, что на 2025 год градостроительный потенциал проектов комплексного развития территорий в России составляет 277 млн кв. метров недвижимости [15].

Работа по КРТ начата в России с 2021 года. На сегодняшний день в проработке 1 616 территорий общей площадью 38,65 тыс. гектаров. Общий градостроительный потенциал проектов КРТ составляет 277,3 млн кв. метров недвижимости, из них 204,3 млн кв. метров жилья.

В настоящее время по проектам КРТ введено в эксплуатацию около 2,3 млн кв. метров недвижимости, из которых 1,9 млн кв. метров жилья.

В России согласно проектам КРТ выдано 1 051 разрешение на строительство, утверждено 572 документа по планировке территории, организовано 962 процедуры торгов. Данное обстоятельство показывает, что КРТ в качестве ин-

струмента развития городской среды востребовано, прежде всего, региональными властями и строительными компаниями.

Активно воплощаются в жизнь проекты КРТ по 1 013 территориям общей площадью 22,6 тыс. гектаров.

Одним из важнейших направлений КРТ является переселение граждан из ветхого и аварийного жилья. Согласно этим проектам более 15 тысяч человек переехали из непригодных для жизни домов общей площадью 270 тыс. кв. метров.

В Новосибирской области (НСО) основным направлением в развитии жилищного строительства становится механизм КРТ. По итогам 2024 года в НСО определена 31 территория, подлежащая комплексному развитию, общей площадью 761,51 га с площадью расселяемого жилого фонда 154,59 тыс. кв. м, на которых планируется построить 5 767,55 тыс. кв. м жилья [16].

Реализация комплексного развития территорий в России имеет несколько основных форм (тенденций), адаптированных под конкретные условия региона и потребности населения.

Основные виды комплексного развития территорий рассматривались автором ранее в работе [7].

Одним из основных видов КРТ является развитие жилых территорий, при котором главная роль отводится строительству современных жилых комплексов с соответствующей инфраструктурой. Проекты КРТ подразумевают не только возведение жилых домов, но и создание объектов социальной инфраструктуры: медицинских учреждений, детских садов и школ [17].

Другим направлением КРТ является индустриальное развитие. Акцент нацелен на создание условий для возведения промышленных объектов. В качестве примеров можно назвать технопарки и производственные зоны, содержащие объекты для предприятий, а также прилегающую инфраструктуру: подъездные пути, сети коммуникаций, логистические центры.

Кроме того, нужно упомянуть сельскохозяйственное развитие. В рамках этого вида КРТ усилия направлены на создание инфраструктуры для поддержания аграрного сектора. Прежде всего, развитие дорог, сетей водоснабжения и складских помещений для хранения продукции, что нацелено на повышение эффективности сельского хозяйства и улучшение качества жизни в сельских районах.

В проектах нового строительства в зоне КРТ должны размещаться объекты, предназначенные для обеспечения правопорядка и общественной безопасности.

Законодательно предусматривается синхронизация проектов КРТ с программами модернизации социальной, транспортной и коммунальной инфраструктуры. Застройщикам предстоит подстраиваться под планы муниципалитета в части возведения необходимых городу объектов.

Государственные органы имеют первостепенную роль в реализации проектов комплексного развития. Ими обеспечивается нормативное регулирование, выделяются земли под строительство и контролируется соблюдение земельного законодательства.

Выбор земельных участков для КРТ является важнейшим этапом при планировании, влияющим на успех проекта. При этом, следует учесть большое количество факторов (критериев) для того, чтобы выбранный земельный участок соответствовал целям реализации КРТ и подходил под установленные требования. Среди таких критериев следует выделить: местоположение (географическое расположение), социально-экономические условия, экологическая составляющая, инженерная подготовка (рисунок 1).

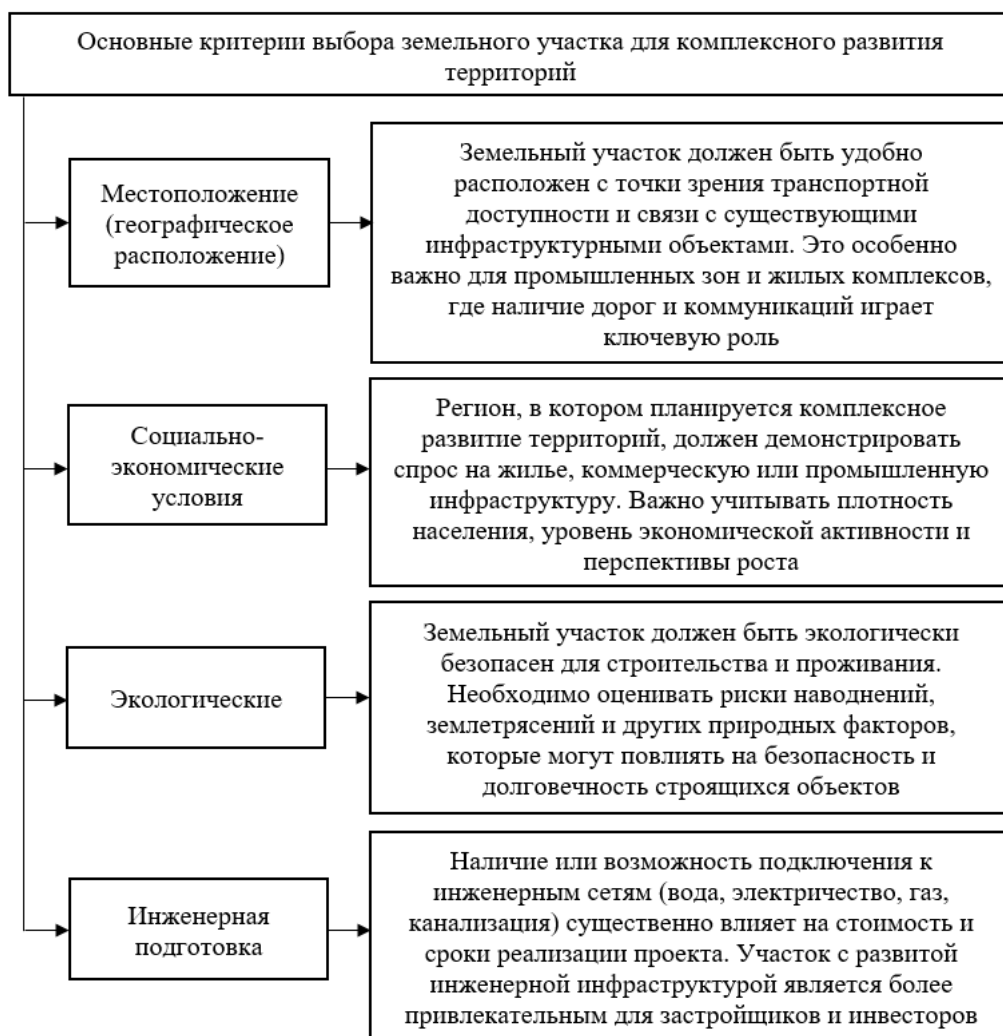


Рис. 1. Основные критерии выбора земельного участка для комплексного развития территорий

Таким образом, правильный выбор земельного участка для КРТ позволяет сократить сроки строительства, минимизировать риски и повысить рентабельность проекта.

Тем не менее, имеются проблемные вопросы реализации проектов комплексного развития застроенных территорий. Согласно данным из открытых источников, с 2022 по 2024 годы прошла серия митингов в нескольких городах нашей страны (Москва, Санкт-Петербург, Архангельск, Красноярск, Тюмень,

Уфа, Южно-Сахалинск, Петрозаводск, Рязань, Новосибирск) – людей не устраивает необходимость переселения или величина денежной компенсации за выкуп участков под их домами, подпадающими под комплексное развитие. В значительной степени это касается земель под домами блокированной застройки (таунхаусами) и частными домами. Предлагаемой денежной суммы, как отмечали протестующие, не было достаточно на покупку комфортного для них жилья [18, 19].

Помимо этого, под КРТ подпадают и привычные для жителей города пространства, например, парковые зоны, где они привыкли прогуливаться, и не хотели бы видеть их разрушения. Такой случай произошел в городе Уфа: собственники гаражей, землю под которыми запланировано комплексно застроить, выступили против сноса принадлежащим им объектов и части прилегающего лесного массива, занятого столетними соснами.

Ещё один проблемный вопрос связан с особенностями самой застройки при КРТ. В части создания объектов инфраструктуры: иногда под КРТ предоставляют участки, на которых по нормативам нет места для размещения социальных объектов, поэтому увеличивается нагрузка для существующих объектов, что тоже вызывает недовольство населения.

Жителям города Санкт-Петербурга удалось добиться приостановления действия программы КРТ до 1 января 2025 года. Данное решение было принято 29 ноября 2023 года депутатами Заксобрания г. Санкт-Петербурга [18].

Население требует «очеловечить» закон о КРТ, а депутаты планируют на федеральном уровне закрепить инициативное и добровольное участие граждан в программе. Кроме того, предлагается разрешить городам федерального значения самим определять, куда переселять жителей хрущевок, попадающих в программу реновации.

В 2024 г. местные жители митинговали по поводу проекта КРТ в Октябрьском районе г. Новосибирска, где под комплексное развитие попал частный сектор. Людей не устраивает перспектива нежелательного переезда с низкой величиной компенсационных выплат.

Собственники недвижимости не против программы комплексного развития территорий. Люди хотят защитить свои имущественные интересы, в том числе при выплате компенсаций или переселении.

В 2025 году прокуратура города Омска в адрес Омского городского совета направила письмо с указанием замечаний в отношении реализуемого проекта КРТ (вопрос застройки территории бывшей ТЭЦ-1 г. Омска). Данный вопрос находится на контроле прокуратуры, в том числе в связи с многочисленными публикациями в средствах массовой информации. По мнению прокуратуры, строительство жилого квартала на рассматриваемой территории не может вестись без учета обеспеченности объектами социальной инфраструктуры [20].

Главная цель проведения КРТ – это улучшение жизни населения. Проекты КРТ должны быть пронизаны идеей защиты субъективных прав и законных интересов граждан, поскольку жители лишаются своего дома, привычных условий (среды обитания) в виде инфраструктуры (школы, медучреждения, парков и са-

дов). К сожалению, может возникнуть ситуация, когда не важно, что будет построено по проекту КРТ вместо многоквартирного жилого дома – торговый центр, завод, другой многоквартирный дом или здание, принадлежащее властям.

К сожалению, не решен вопрос для собственника нескольких земельных участков, часть из которых изымается, что нарушает функциональное единство земельных участков. Не берется во внимание тот факт, что смена целевого назначения земельных участков может снизить рыночную стоимость соседних объектов недвижимости.

Законодательно разрешено изъять недвижимость у собственников, не желающих его освободить для проекта КРТ. Может возникнуть ситуация, когда подобных собственников, у которых недвижимое имущество подлежит изъятию в принудительном порядке, окажется значительно больше (неограниченно больше), чем лиц, получивших выгоду от проекта КРТ.

Необходимо минимизировать возможность манипулирования терминологией и отчетностью в проектах КРТ. Например, попытки чиновников и дружественных им предпринимателей провести уплотнительную застройку территорий вместо реальной реновации, должны быть наказуемы.

Не решен вопрос возврата взносов на капитальный ремонт подлежащего сносу многоквартирного дома (МКД).

При реализации проектов КРТ должны быть гарантированно защищены права собственников недвижимости в равной степени, как физических, так и юридических лиц.

Законодателю целесообразно установить максимальный радиус удаленности новой квартиры от прежнего места жительства собственника недвижимости, подпадающей под проект КРТ. На данный момент, удаленность ограничена территорией населенного пункта или района, что изменит привычное окружение переселенца. При этом, люди понесут существенные денежные расходы на переезд. Жильцы не имеют возможности выбора между альтернативными равноценными жилыми помещениями. Интересы собственников недвижимости могут быть защищены законодательно установленной гарантией предоставления равнозначного и одновременно равноценного жилого помещения взамен изымаемого по проекту КРТ.

В проектах КРТ для формирования комфортной городской среды и устойчивого градостроительного развития городских агломераций представляется необходимым интегрировать различные аспекты – социальные, экономические, экологические и культурные для создания удобных условий жизнедеятельности населения, развития инноваций, соблюдения экологических стандартов, внедрения элементов «умного города».

На этапе разработки проекта КРТ следует руководствоваться принципом формирования комфортной среды, определяемой наличием объектов социально-бытового и культурного обслуживания населения, улично-дорожной сети, рекреационных территорий общего пользования.

К основным факторам, влияющим на формирование комфортной городской среды, относят социальные, нормативно-технические, экологические и архитектурно-градостроительные (рисунок 2).



Рис. 2. Основные факторы, оказывающие влияние на формирование комфортной городской среды

Активное вовлечение органов власти в реализацию проектов КРТ целесообразно по ряду оснований. Поскольку частные инвесторы (застройщики) планируют получить прибыль от проекта КРТ, появляется приоритет в выборе территорий для комплексного развития, выполняемый ими единолично. Для частного инвестора естественным критерием такого выбора является инвестиционная привлекательность территории, получение коммерческого эффекта, определяе-

мого по таким общепринятым критериям как индекс прибыльности, положительная чистая стоимость проекта, сроки окупаемости и т.п. Застройщикам по программе КРТ хочется получить наиболее выгодные участки ближе к центру населенного пункта, где имеется вся необходимая инфраструктура, поскольку освоение окраин значительно дороже, а стоимость квартир там дешевле и продавать их дольше.

Однако, интересы муниципальных властей гораздо шире – они состоят, прежде всего, в ликвидации деградирующих, депрессивных территорий, в обеспечении устойчивого развития территории населенного пункта в целом.

Государственно-частное партнерство (ГЧП) является один из способов комплексного развития общественной инфраструктуры, основанный на долгосрочном взаимодействии государства и бизнеса. Здесь же можно упомянуть концессионное соглашение.

Законодательством о градостроительной деятельности возможные организационно-правовые формы операторов КРТ прямо не определены.

Представляется, что отсутствие ограничений в выборе организационно-правовых форм операторов КРТ можно приветствовать, поскольку это обстоятельство позволит привлечь к реализации КРТ разные уже существующие государственные, региональные или муниципальные юридические лица, обладающие необходимым опытом и штатом сотрудников, способных организовать реализацию крупных строительных проектов.

В комплексном развитии территорий большое значение приобретают цифровые помощники. Например, искусственный интеллект (ИИ) может быть использован для создания комплексных моделей развития территорий, учитывающих многообразие факторов. Созданные ИИ модели смогут определить более эффективные стратегии развития территорий, учитывающие потребности населения и бизнеса. Помимо этого, ИИ можно использовать при анализе больших объемов данных, которые способствуют принятию решений в градостроительном проектировании.

Заключение

Благодаря планированию и эффективному управлению земельными ресурсами КРТ позволит создать комфортную и устойчивую среду для жизни общества. Количество проектов комплексного развития возросло, что увеличивает градостроительный потенциал территорий.

В регионах КРТ могут подлежать земли с добротными домами, собственники которых не хотят переезжать, или с успешно действующими предприятиями, чьи владельцы не планировали закрывать бизнес. Хотя в указанных случаях предусмотрена компенсационная выплата, однако, ее размер не всегда совпадает с ожиданиями людей.

КРТ является комплексным процессом, включающим в себя разработку социальной, транспортной и экологической инфраструктуры. Важнейшим аспектом является учет интересов и потребностей разных слоев населения, что делает каждую территорию самодостаточной и многофункциональной.

Таким образом, комплексное развитие территорий является инструментом, позволяющим повысить уровень жизни людей, а также создать экономически эффективные и экологически устойчивые решения для будущих поколений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вылегжанина В.А., Гиниятов И.А., Добротворская Н.И., Тимонов В.А. Аспекты развития территорий в рамках государственных программ/ В.В. Вылегжанина, И.А. Гиниятов, Н.И. Добротворская, В.А. Тимонов // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XIX Международный научный конгресс, 17–19 мая 2023 г., Новосибирск : сборник материалов в 8 т. Т. 3 : Международная научная конференция «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью». – Новосибирск : СГУГиТ, 2023. – С. 67-75. – Текст: непосредственный.

2. Дубровский А.В. Технологические аспекты разработки принципов эффективного использования земельных ресурсов/ А.В. Дубровский // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XVIII Междунар. науч. конгр., 18–20 мая 2022 г., Новосибирск : сборник материалов в 8 т. Т. 3 : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью». – Новосибирск : СГУГиТ, 2022. – С. 124-131. – Текст: непосредственный.

3. Есжанова И.С., Ильиных А.Л. Проблемы устойчивого развития и его задачи в сфере земельных отношений, землеустройства и кадастра // Вестник СГУГиТ. – 2023. – Т. 28. №6. – С. 99-104. – Текст: непосредственный.

4. Жарников В.Б., Ильиных А.Л. О роли, функциях и задачах исследований состояния земельных ресурсов// Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XVIII Междунар. науч. конгр., 18–20 мая 2022 г., Новосибирск : сборник материалов в 8 т. Т. 3 : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью». – Новосибирск : СГУГиТ, 2022. – С. 132-141. – Текст: непосредственный.

5. Ильиных А.Л. Некоторые вопросы изменения вида разрешенного использования земельного участка// Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XX Международный научный конгресс, 15–17 мая 2024 г., Новосибирск : сборник материалов в 8 т. Т. 3: Международная научная конференция «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью». – Новосибирск : СГУГиТ, 2024. – С. 104-114. – Текст: непосредственный.

6. Три года закону о КРТ. Подводим итоги. – URL: <https://xn--blagapfwapgcl.xn--plai/trigoda-zakonu-o-krt-podvodim-itogi/> (дата обращения: 22.05.2025). – Текст : электронный.

7. Ильиных А.Л. Некоторые вопросы комплексного развития территорий// Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XIX Международный научный конгресс, 17–19 мая 2023 г., Новосибирск : сборник материалов в 8 т. Т. 3 : Международная научная конференция «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью». – Новосибирск : СГУГиТ, 2023. – С. 111-117. – Текст: непосредственный.

8. Кузнецов С.М., Малыгина О.И. Проблемы и перспективы геопространственных данных при внедрении в цифровую экономику для управления территориями/ С.М. Кузнецов, О.И. Малыгина // Регулирование земельно-имущественных отношений в России: правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения : сб. материалов IV Национальной научно-практической конференции, 17–19 ноября 2020 г., Новосибирск. В 3 ч. Ч. 2. – Новосибирск : СГУГиТ, 2021. – С.186-190. – Текст: непосредственный.

9. Риферт Р.Р., Ильиных А.Л. Некоторые вопросы развития застроенных территорий (на примере города Новосибирска)// Регулирование земельно-имущественных отношений в Рос-

сии: правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения : сб. материалов V Национальной научно-практической конференции, 24–26 ноября 2021 г., Новосибирск. В 3 ч. Ч. 2. – Новосибирск : СГУГиТ, 2022. – С. 15-19. – Текст: непосредственный.

10. Шайман Н.В., Ильиных А.Л. К вопросу о государственном кадастровом учете помещений в зданиях – индивидуальных жилых домах // Регулирование земельно-имущественных отношений в России: правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения [Текст] : сб. материалов Национальной научно-практической конференции, 12–16 ноября 2018 г., Новосибирск. – Новосибирск : СГУГиТ, 2019. – С. 266-273. – Текст: непосредственный.

11. О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года // Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2024 г. № 309. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/408892634/> (дата обращения: 23.05.2025). – Текст : электронный.

12. Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации // Федеральный закон от 06.10.2003 № 131-ФЗ. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_44571/?ysclid=lza88mm6gn925087019 (дата обращения: 21.05.2025). – Текст : электронный.

13. Градостроительный кодекс Российской Федерации // Федеральный закон от 29.12.2004 № 190-ФЗ. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/?ysclid=lza84v79fx396676185 (дата обращения: 22.05.2025). – Текст : электронный.

14. Земельный кодекс Российской Федерации // Федеральный закон от 25.10.2001 № 136-ФЗ. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_33773/?ysclid=lza8f4j9j7331580856 (дата обращения: 22.05.2025). – Текст : электронный.

15. Градпотенциал проектов КРТ в России достиг 277 млн кв. метров недвижимости. – URL: <https://stroygaz.ru/news/construction/gradpotentsial-proektov-krt-v-rossii-dostig-277-mln-kv-metrov-nedvizhimosti/> (дата обращения: 24.05.2025). – Текст : электронный.

16. Андрей Травников: Комплексное развитие территорий – в первую очередь, инструмент для реновации неблагоустроенных кварталов в городах. – URL: <https://www.nso.ru/news/70328> (дата обращения: 25.05.2025). – Текст : электронный.

17. Как работает комплексное развитие территорий (КРТ). – URL: <https://gectaro.com/blog/tpost/9k4y3tmse1-kak-rabotaet-kompleksnoe-razvitie-territ> (дата обращения: 25.05.2025). – Текст : электронный.

18. Митинги, письма в мэрию и обращения к президенту: почему люди против КРТ. – URL: <https://xn--b1agapfwapgc1.xn--plai/mitingi-pisma-v-mjeriju-i-obrashhenija-k-prezidentu-pochemu-ljudi-protiv-krt/?ysclid=mdt5wpu9cr223234116> (дата обращения: 25.05.2025). – Текст : электронный.

19. Сахалинцы вышли на массовый митинг против реновации. – URL: https://boosty.to/fraer/posts/57066794-39e5-43db-bdae-ccbb9b224ce0?share=post_link (дата обращения: 25.05.2025). – Текст : электронный.

20. Прокуратура Омска выступила против застройки территории ТЭЦ-1 жилыми домами. – URL: <https://kvnews.ru/news-feed/prokuratura-omska-vystupila-protiv-zastroyki-territorii-tets-1-zhilymi-domami> (дата обращения: 16.07.2025). – Текст : электронный.

© А. Л. Ильиных, 2025

Д. В. Кубраков^{1✉}, Т. Н. Жигулина²

Методический подход к решению проблемы расчета внешнего устаревания для объектов недвижимости, местоположение которых невозможно достоверно определить

¹ Алтайский центр недвижимости и государственной кадастровой оценки,

г. Барнаул, Российская Федерация

² Алтайский государственный аграрный университет,

г. Барнаул, Российская Федерация

e-mail: d_kubrakov@mail.ru

Аннотация. Исследование посвящено решению проблемы расчета внешнего устаревания для объектов недвижимости, местоположение которых невозможно достоверно определить. Цель исследования – разработка методического подхода к решению проблемы расчета внешнего устаревания для объектов недвижимости, местоположение которых невозможно достоверно определить. Теоретическая значимость исследования заключается в развитии положений теории массовой (кадастровой) оценки, в части оценки внешнего (экономического) устаревания объектов недвижимости. Практическая значимость исследования реализована путем разработки методического подхода к решению проблемы расчета внешнего устаревания для объектов недвижимости, местоположение которых невозможно достоверно определить и его внедрения в практику государственной кадастровой оценки на территории Алтайского края. В основу исследования положены выборочный метод, метод парных продаж, метод статистического (регрессионного) моделирования. При проведении группировки объектов оценки были выявлены объекты, местоположение которых невозможно установить до уровня конкретного населенного пункта вследствие отсутствия таковых сведений, либо протяженности объекта. Исходя из этих условий проведена классификация объектов недвижимости, местоположение которых невозможно достоверно определить по уровням кадастровых единиц на: 1) группу объектов, расположенных в границах конкретного муниципального района, без возможности привязки к конкретному населенному пункту (уровень кадастрового района); 2) группу объектов, имеющих общекраевое расположение, без возможности привязки до уровня конкретного муниципального образования (уровень кадастрового округа). Разработанный методический подход позволил производить расчет величин внешнего (экономического) устаревания как среднее, взвешенное по численности населения значение, рассчитанное на базе смоделированных аналогичных величин для каждого сельского населенного пункта в муниципальном образовании, субъекте Российской Федерации.

Ключевые слова: внешнее устаревание, объекты недвижимости, местоположение не определено, государственная кадастровая оценка

D. V. Kubrakov^{1✉}, T. N. Zhigulina²

Methodological approach to solving the problem of calculating external obsolescence for real estate objects, the location of which cannot be reliably determined

¹ Altai Centre for Real Estate and State Cadastral Valuation, Barnaul, Russian Federation

² Altai State Agrarian University, Barnaul, Russian Federation

e-mail: d_kubrakov@mail.ru

Abstract. The research is devoted to solving the problem of calculating external obsolescence for real estate objects whose location cannot be reliably determined. The aim of the study is to develop a

methodological approach to solving the problem of calculating external obsolescence for real estate objects whose location cannot be reliably determined. Theoretical significance of the study lies in the development of the theory of mass (cadastral) valuation in terms of assessing the external (economic) obsolescence of real estate objects. The practical significance of the study is realised by developing a methodological approach to solving the problem of calculating the external obsolescence for real estate objects, the location of which cannot be reliably determined and its implementation in the practice of state cadastral valuation in the Altai Territory. The research is based on the sampling method, the method of paired sales, the method of statistical (regression) modelling. In the course of grouping the objects of assessment, the objects were identified, the location of which cannot be established to the level of a particular settlement due to the lack of such information, or the length of the object. Based on these conditions, the classification of real estate objects, the location of which cannot be reliably determined to the level of cadastral units, was carried out into: 1) a group of objects located within the boundaries of a particular municipal district, without the possibility of linking to a particular settlement (cadastral district level); 2) a group of objects with a county-wide location, without the possibility of linking to the level of a particular municipality (cadastral district level). The developed methodological approach allowed to calculate the values of external (economic) obsolescence as an average, population-weighted value, calculated on the basis of modelled similar values for each rural settlement in a municipality, subject of the Russian Federation.

Keywords: external obsolescence, real estate objects, location not determined, state cadastral valuation

Введение

Одной из основных проблем современного государственного кадастра недвижимости в Российской Федерации является проблема достоверности определения местоположения объектов недвижимости, стоящих на государственном кадастровом учете. В настоящее время в кадастре существуют объекты с реально определенным местоположением и объекты местоположение которых определено условно (до кадастрового квартала, до кадастрового района, до кадастрового округа), такое разделение объектов связано как со спецификой самого объекта (например, трубопровод, расположенный в нескольких муниципальных образованиях), так и с миграцией в современный кадастр сведений, сформированных в предыдущих кадастровых системах, выдвигавших меньшие требования к формируемым объектам и их характеристикам.

Исследованию современной кадастровой системы Российской Федерации посвящены работы А.А. Варламова, С.А. Гальченко, А.П. Карпика, Е.И. Аврунова, В.Н. Ключниченко, Б.В. Жарникова, А.В. Дубровского и др.; в них затронуты вопросы организации и развития кадастровой системы [1-9], проблемы возникновения реестровых ошибок, проблемы установления границ объектов недвижимости [10-12].

В системе государственной оценки сведения о местоположении и характеристиках объектов недвижимости играют прикладной характер и позволяют количественно и качественно охарактеризовать объекты оценки. Несмотря на развитость исследований кадастровой системы современной России, недостаточно исследованными являются вопросы оценки и определения внешнего (экономического) устаревания в отношении объектов недвижимости, местоположение которых невозможно достоверно определить [13].

Цель исследования – разработка методического подхода к решению проблемы расчета внешнего устаревания для объектов недвижимости, местоположение которых невозможно достоверно определить.

Задачи исследования:

- 1) классифицировать объекты недвижимости, местоположение которых невозможно достоверно определить по уровням кадастровых единиц;
- 2) разработать методический подход к решению проблемы расчета внешнего устаревания для объектов недвижимости, местоположение которых невозможно достоверно определить.

Теоретическая значимость исследования заключается в развитии положений теории массовой (кадастровой) оценки, в части оценки внешнего (экономического) устаревания объектов недвижимости.

Практическая значимость исследования реализована путем разработки методического подхода к решению проблемы расчета внешнего устаревания для объектов недвижимости, местоположение которых невозможно достоверно определить и его внедрения в практику государственной кадастровой оценки на территории Алтайского края.

Методы и материалы

В основу исследования положены выборочный метод, метод парных продаж, метод статистического (регрессионного) моделирования.

Использование выборочного метода позволило отобрать наблюдения за ценой предложения объектов недвижимости на рынке в отношении которых методом парных продаж определено значение величин внешнего устаревания и прибыли предпринимателя, положенных затем в основу контроля качества результатов расчета по статистической модели.

Метод статистического (регрессионного) моделирования использован для воспроизводства величин внешнего (экономического) устаревания и величин прибыли предпринимателя с использованием набора независимых факторов.

Исследование проведено на материалах государственной кадастровой оценки зданий, помещений, сооружений, объектов незавершенного строительства, машино-мест, учтенных в Едином государственном реестре недвижимости на территории Алтайского края, проведенной под руководством и непосредственным участием авторов публикации.

Результаты

Концепцией расчета величин внешнего экономического устаревания в оценочной кампании 2023 года при оценке зданий, помещений, сооружений, объектов незавершенного строительства, машино-мест, учтенных в Едином государственном реестре недвижимости на территории Алтайского края, принята необходимость расчета такого показателя до уровня населенного пункта в отношении большинства объектов оценки.

В общем виде процесс расчета величин внешнего (экономического) устаревания, предлагаемый нами, включает сопоставление скорректированных рыночных цен объектов недвижимости индивидуального жилищного строительства с воспроизведенной величиной затрат на воспроизводство объекта недвижимости по формуле:

$$ВУ = \left(\frac{ЦП \cdot K_{\text{торг}} - ЗУ}{ЗВ} - 1 \right) \cdot 100\% \quad , \quad (1)$$

где ВУ – внешнее устаревание;

ЦП – цена предложения объекта-аналога;

$K_{\text{торг}}$ – корректировка на торг;

ЗУ – стоимость земельного участка;

ЗВ – затраты на воспроизводство объекта-аналога.

В отношении тех объектов, где таким образом выявлено экономическое устаревание были дополнены значениями факторов, формирующих внешнее (экономическое) устаревание и проведено корреляционно-регрессионное моделирование величин внешнего (экономического устаревания) в отношении каждого из населенных пунктов на территории Алтайского края.

Вместе с тем, при проведении группировки объектов оценки были выявлены объекты, местоположение которых невозможно установить до уровня конкретного населенного пункта вследствие отсутствия таковых сведений, либо протяженности объекта. Все это создает объективные сложности расчета внешнего устаревания. Однако, наличие таких объектов диктует необходимость его учета.

Исходя из этих условий проведена классификация объектов недвижимости, местоположение которых невозможно достоверно определить по уровням кадастровых единиц на:

1) группу объектов, расположенных в границах конкретного муниципального района, без возможности привязки к конкретному населенному пункту (уровень кадастрового района);

2) группу объектов, имеющих общекраевое расположение, без возможности привязки до уровня конкретного муниципального образования (уровень кадастрового округа).

В отношении части оцениваемых объектов недвижимости, относящихся к группе объектов, расположенных в границах конкретного муниципального образования, без возможности привязки к конкретному населенному пункту, величина внешнего устаревания определяется расчетом средневзвешенного значения из значений внешнего устаревания населенных пунктов в границах соответствующих муниципальных образований.

В перечне объектов оценки, прежде всего это касается протяженных сооружений, имеются объекты, с так называемым общекраевым расположением, то есть относительно местоположения таких объектов возможно указать лишь тот факт, что они расположены на территории Алтайского края. Детальнее осуществить привязку не представляется возможным в силу большой протяженности сооружений, либо отсутствия сведений о прохождении ими конкретных муниципальных образований, отсутствие координат границ.

По итогам анализа перечня объектов, подлежащих государственной кадастровой оценке, сделано допущение, согласно которому при невозможности установления местоположения объекта до уровня муниципального образования, принимается, что данный объект расположен на межселенной территории вне границ городских населенных пунктов.

Наиболее подходящим, а главное технически реализуемым, видится расчет с применением, средневзвешенных смоделированных значений на территории всего субъекта. Таким образом, величина экономического устаревания, для подобных объектов, принимается как среднее, взвешенное по численности населе-

ния значение, рассчитанное на базе смоделированных аналогичных величин для каждого сельского населенного пункта субъекта.

Заключение

Таким образом, проведена классификация объектов недвижимости, местоположение которых невозможно достоверно определить по уровням кадастровых единиц и разработан методический подход, позволяющий производить расчет величин внешнего (экономического) устаревания как среднее, взвешенное по численности населения значение, рассчитанное на базе смоделированных аналогичных величин для каждого сельского населенного пункта в муниципальном образовании, субъекте Российской Федерации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Варламов А.А., Гальченко С.А., Антропов Д.В., Комаров С.И., Шаповалов Д.А. Проблемы кадастров и пути их решения // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2018. – Т. 2. – № 3. – С. 237-251.
2. Гальченко С.А., Варламов А.А. Вопросы развития систем кадастрового учета и регистрации недвижимости в России // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2017. – № 12 (155). – С. 5-12.
3. Сивоконь Е.А., Ключниченко В.Н. Анализ принципов ведения кадастра и кадастровой деятельности // Регулирование земельно-имущественных отношений в России: правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения. 2022. – № 3. – С. 92-96.
4. Ключниченко В.Н., Дубровский А.В. Совершенствование учетных систем недвижимого имущества и природных ресурсов // Приложение к журналу Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. Сборник статей по итогам научно-технической конференции. 2020. – № 11. – С. 184-187.
5. Жигулина Т.Н. Трансформация функций кадастровой системы государства в историческом развитии // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – № 11 (157). – С. 71-78.
6. Жигулина Т.Н., Кострицина М.Н., Мерецкий В.А. Перспективные подходы к обоснованию эффективности землепользования на основе использования кадастровой информации // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – № 6 (152). – С. 81-86.
7. Жарников В.Б. Об историко-методологических основах развития землеустройства и кадастра // Актуальные вопросы образования. 2022. – № 3. – С. 180-184.
8. Жарников В.Б., Ларионов Ю.С., Конева А.В., Стегниенко Е.С. Об исторической роли землеустройства, кадастра и мониторинга земель в формировании современного цифрового пространства страны // Актуальные вопросы образования. 2020. – Т. 2. – С. 132-137.
9. Карпик А.П., Жарников В.Б. О концепциях и закономерностях развития землеустройства, кадастра и мониторинга земель // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). 2019. – Т. 24. № 3. – С. 141-157.
10. Ключниченко В.Н., Дубровский А.В., Евсюкова И.Н. Реестровые ошибки и их влияние на эффективность кадастровой системы // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). 2023. – Т. 28. № 1. – С. 116-124.
11. Жарников В. Б., Ключниченко В. Н., Конева А. В. К вопросу об ошибках в сведениях российского кадастра // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2017. – №2. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-ob-oshibkah-v-svedeniyah-rossiyskogo-kadastra> (дата обращения: 27.04.2025).
12. Аврунев Е.И., Артемов А.В., Крылов Д.А. Проблемные аспекты координатного обеспечения кадастровых работ на территории Российской Федерации // Естественные и технические науки. 2024. – № 7 (194). – С. 89-93.
13. Жигулина Т.Н., Кундиус В.А. Развитие института массовой оценки объектов недвижимости и земельных участков в системе функционирования рынка жилой недвижимости региона. – Барнаул: Издательство Азбука, 2012. – 226 с.

© Д. В. Кубраков, Т. Н. Жигулина, 2025

Д. А. Лукьянов^{1✉}, Е. С. Троценко¹

Анализ использования земель рекреационного назначения на примере Заельцовского парка города Новосибирска

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: favrik@list.ru

Аннотация. В статье рассматривается правовой режим земель рекреационного назначения на примере Заельцовского парка. Авторами предлагается выполнить создание 3D модели Заельцовского парка в программах Renga и Twinmotion для дальнейшего анализа этих территорий.

Ключевые слова: парки, правовой режим, земли рекреационного назначения

D. A. Lukyanov^{1✉}, E. S. Trotsenko¹

Analysis of the use of lands for recreational purposes using the example of Zaeltsovsky Park in Novosibirsk

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: favrik@list.ru

Abstract. The article examines the legal regime of recreational lands using the example of Zaeltsovsky Park. The authors propose creating a 3D model of Zaeltsovsky Park in Renga and Twinmotion programs for further analysis of these territories.

Keywords: parks, legal regime, lands for recreational purposes

Введение

Рекреационные земли – это территории, предназначенные и используемые для организации отдыха, туризма, а также физкультурно-оздоровительных и спортивных мероприятий. В сложившемся порядке, рекреационные зоны являются важнейшим аспектом жизни, они помогают населению отдыхать и поправлять здоровье, культурно просвещаться. На территории таких земель проводятся спортивные и культурные мероприятия для досуга людей. Помимо этого, рекреационные зоны позволяют снижать вред от загрязнения для окружающей среды и людей. Так как древесные, кустарные и другие растения связывают углекислый газ и многие токсичные для людей соединения в процессе фотосинтеза, выделяя кислород, а также не позволяют сильно нагреваться и остывать пространству под кроной, замедляют движения воздушных масс, не давая рассеиваться влаге, и в процессе своей жизнедеятельности испаряют большое количество влаги. Вместе эти факторы улучшают экологическую и климатическую обстановку городских и иных поселений. Правовой режим же таких земель довольно запутан, в виду отсутствия отдельного регламентирующего документа, а потому весьма сложен для понимания [1, 2].

Согласно своду правил «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений», в городах должна существовать непрерывная система озелененных территорий. В мегаполисах на одного жителя должно приходиться не менее 10 м² общегородских зеленых зон, и не меньше 6 м² в жилых районах [1, 3].

Исходя из исследований Роскосмоса совместно со специалистами «Терра Тех» (АО «Российские космические системы»), которые проводились по космическим снимкам в 2022 году, г. Новосибирск находится на 8 месте по степени озеленения территории, доля зеленых насаждений здесь составляет 17 %. Опережают наш город такие города как Пермь (35 %), Екатеринбург (31 %), Уфа (30,9 %), Самара (30,3 %), Воронеж (23,3 %), Ростов-на-Дону (22,6 %), Москва (18,1 %) [3]. Исходя из всего вышесказанного, можно отметить, что рекреационные зоны, такие как парки, скверы и т.д. имеют очень важное значение для жителей города. Поэтому необходимо проводить анализ уже существующих рекреационных зон.

Одной из самых обширных зеленых зон на территории города Новосибирска является Заельцовский парк. Его история начинается еще с 1930 года. Рассмотрим его подробнее.

Методы и материалы

Заельцовский парк находится в ведении муниципального автономного учреждения культуры «ПКИО "ЗАЕЛЬЦОВСКИЙ"» по адресу: г. Новосибирск ул. Парковая 88. Его территория полностью находится в г. Новосибирск, а земли входят в состав земель населенных пунктов. Территория парка делится на 2 участка с кадастровыми номерами: 54:35:000000:13089 в составе территориальной зоны Р-1 и 54:35:000000:663 в составе зоны Р-2 а также весь парк находится в ООПТ природного парка «Сосновый Бор» [4].

Бор разделяется на три функциональные зоны, все три зоны позволяют вести рекреационную деятельность. Заельцовский парк находится внутри зоны рекреации и частично в зоне хозяйственного назначения, это означает, что почти на всей территории парка может вестись экономическая деятельность для обеспечения рекреационных нужд, а под это определение подпадают кафе, веревочный парк, торговые автоматы с кормом для белок и т.д.

Парк культуры и отдыха находится большей своей частью в зоне Р-2, имеющей как основной вид разрешенного использования именно эту категорию, тут же проходит детская железная дорога, которую нельзя было бы разместить в другой части парка с категорией Р-1. В этой зоне располагается классическая парковая зона с пешеходными и велодорожками, и небольшой детской площадкой. Требования к паркам регламентируются специальным сводом правил [2, 5]. Разделение на участки представлено на рисунке 1. Сам парк делится на различные зоны, они представлены на рисунке 2.

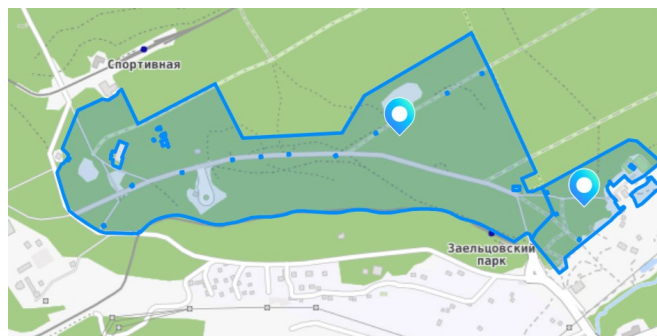


Рис. 1. Разделение на рекреационные зоны парка Заельцовский Р-1 (правая) и Р-2 (левая)

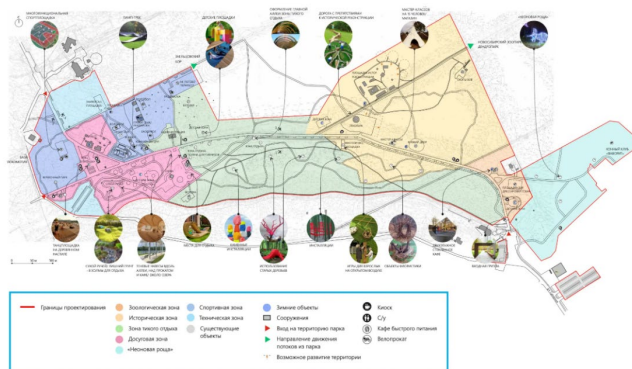


Рис. 2. Функциональные зоны Заельцовского парка

Также на парк действуют правила градостроительного проектирования и благоустройства [5]. Заельцовский парк имеет региональное значение, он предназначен для посетителей из населённых пунктов региона, а потому его транспортная доступность в соответствии с требованиями благоустройства может быть от 1 часа и более [5, 6].

В соответствии с требованиями к благоустройству в парке оборудовано: несколько выходов, обеспечивающих кратчайшие пути движения пешеходов, озеленение составляет более 70 %, организовано наружное освещение, туалеты располагаются каждые 500 м, установлена ливневая канализация, проложены беговые и велодорожки и т.д.

Из функционального деления парка видно, что он является полифункциональным, то есть обслуживает разные группы людей и предназначен для отдыха всего города, в нем нет ярко выраженной основной зоны, поэтому он является многофункциональным и предоставляет своим посетителям разнообразный отдых.

Результаты

Таким образом, для сохранения рекреационных земель и реализации всех потребностей населения необходимо создание цифровых моделей рекреационных земель. Авторами работы предлагается выполнить создание 3D модели Заельцовского парка в программе Renga и программе Twinmotion. Создание 3D модели Заельцовского парка позволит объединить все требования, которым должен соответствовать такой объект регионального значения и выполнить глубо-

кий анализ этой территории. Авторами было выполнено создание малых и больших ландшафтных форм Заельцовского парка в программе Renga (Рис. 3).

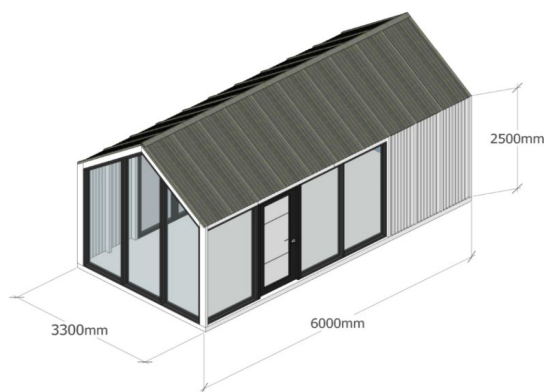


Рис. 3. Пример построения кафе в Заельцовском парке в программе Renga

В дальнейшем планируется объединение всех ландшафтных форм в программе Twinmotion.

Обсуждение

Создание объемных моделей земель рекреационного назначения позволит планировать дальнейшее развитие таких зон и выполнить глубокий анализ этой территории.

Заключение

Рекреационные зоны имеют важное значение для жителей города. Целесообразно создание 3D моделей крупных парков, имеющих региональное значение, таких как Заельцовский парк с целью сохранения и приумножения природного богатства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/28f6eb9cefc7cd0f594d1907f4589201e2647ad/ (дата обращения: 24.04.2025)
2. О Правилах землепользования и застройки города Новосибирска от 24 июня 2009 - docs.cntd.ru – URL: <https://docs.cntd.ru/document/5434237> (дата обращения: 25.04.2025)
3. В Роскосмосе назвали самые зеленые города-миллионники России – URL: <file:///G:/рекреация/В%С2%A0Роскосмосе%20назвали%20самые%20зеленые%20города-миллионники%20России%20-%20Афиша%20Daily.html> (дата обращения: 26.04.2025)
4. НСПД Геоинформационный портал. Публичная кадастровая карта – URL: https://nspd.gov.ru/map?thematic=РКК&zoom=15.345590337130082&coordinate_x=9222215.689178133&coordinate_y=7372010.273116074&theme_id=1&is_copy_url=true (дата обращения: 27.04.2025)
5. "СП 475.1325800.2020. Свод правил. Парки. Правила градостроительного проектирования и благоустройства"(утв. и введен в действие Приказом Минстроя России от 22.01.2020 N 26/пр) – URL: <https://sro-a.ru/upload/medialibrary/b54/SP-475.1325800.2020.-Svod-pravil.-Parki.-Pravila-gradostroit.pdf?ysclid=mapjld9fs7970770208> (дата обращения: 28.04.2025)
6. Федеральный закон "Об особо охраняемых природных территориях" от 14.03.1995 N 33 - ФЗ (последняя редакция) – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_6072/?ysclid=may3u4phat465654177 (дата обращения: 29.04.2025)

© Д. А. Лукьянов, Е. С. Троценко, 2025

М. И. Стрекаловская^{1✉}, Н. И. Добротворская², В. В. Самсонова³

Мониторинг гарей и их последствий на территории Центральной Якутии

¹ Арктический государственный агротехнологический университет,
г. Якутск, Российская Федерация

² Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Российская Федерация

³ Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, г. Якутск, Российская Федерация
e-mail: strekmi16@list.ru

Аннотация. Вся территория Центральной Якутии относится к зоне распространения многолетнемерзлых пород и мерзлотных почв. Лесные и ландшафтные пожары как катастрофические явления природного и техногенного характера образуют гары, на которых нарушается почвенный теплообмен. Как следствие могут активизироваться криогенные процессы. Цель исследования – выявить границы гарей на территории муниципального района «Мегино-Кангаласский улус», как наиболее опасных участков для активного проявления деградации грунтов. Методы исследования: космические снимки Sentinel-2 L2A, анализ индексов лесных пожаров и лесной растительности, библиографический анализ. Выявлено размещение гарей по типам местности и их возможные последствия.

Ключевые слова: лесные пожары, вечная мерзлота, мониторинг, деградация рельефа, Единый государственный реестр недвижимости (ЕГРН)

M. I. Strekalovskaya^{1✉}, N. I. Dobrotvorskaya², V. V. Samsonova³

Monitoring of fires and their consequences in the territory of Central Yakutia

¹ Arctic State Agrotechnological University, Yakutsk, Russian Federation

² Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

³ P.I. Melnikov Permafrost Institute SB RAS, Yakutsk Russian Federation
e-mail: strekmi16@list.ru

Abstract. The entire territory of Central Yakutia belongs to the zone of distribution of permafrost rocks and frozen soils. Forest and landscape fires, as catastrophic natural and man-made phenomena, create burn scars (gari), where soil heat exchange is disrupted. As a result, cryogenic processes may become activated. The aim of the study is to identify the boundaries of burn scars within the municipal district of Megino-Kangalassky Ulus, as the most hazardous areas for active soil degradation. Research methods include satellite imagery from Sentinel-2 L2A, analysis of forest fire and vegetation indices, and bibliographic analysis. The distribution of burn scars by terrain types and their possible consequences have been identified.

Keywords: forest fires, permafrost, monitoring, terrain degradation, Unified State Register of Real Estate (USRRE)

Введение

Участившиеся лесные и ландшафтные пожары на территории Республики Саха (Якутия), в т.ч. в Центральной Якутии представляют серьезную угрозу всей

экосистеме Севера. Помимо гибели лесной растительности, вынужденной миграции животных, птиц и других живых существ последствиями могут быть изменения рельефа местности как следствие таяния вечной мерзлоты.

Мониторинг состояния земель служит источником оперативной информации для принятия управленческих решений в целях рационального использования и охраны земель [1, 5, 9, 10, 11]. Вопросы мониторинга лесов изучены в трудах [2, 8, 9, 22].

Объект исследования Мегино-Кангаласский улус, расположенный в Центральной Якутии в географических координатах с юга на север от 60,7343 0N до 62,4355 0N, с запада на восток от 129,5156 оЕ до 131,7897 оЕ, находится на правом берегу реки Лена напротив г. Якутска. Общая площадь муниципального района 1173305 га, в т.ч. земли лесного фонда 923215 га [19].

По территории улуса проходит железная дорога до п. Нижний-Бестях, дороги федерального значения «Лена» и «Колыма», дороги республиканского значения «Абалах», «Мюрю», «Амга». Строится речной перегрузочный терминал в пгт. Нижний-Бестях, железнодорожная станция. Все 31 населенных пункта улуса соединены дорогами местного значения.

В целом рельеф Мегино-Кангаласского улуса относится к термокарстовому рельефу и «приурочен к террасированным аллювиальным равнинам» [13]. Почвы мерзлотные, преобладает лиственнично-брусничный лес.

Для территории характерны такие риски природного характера как наличие многолетнемерзлых пород, сейсмичность, лесные пожары, кристаллические туманы, заторно-зажорные явления на р. Лена (рис. 1).

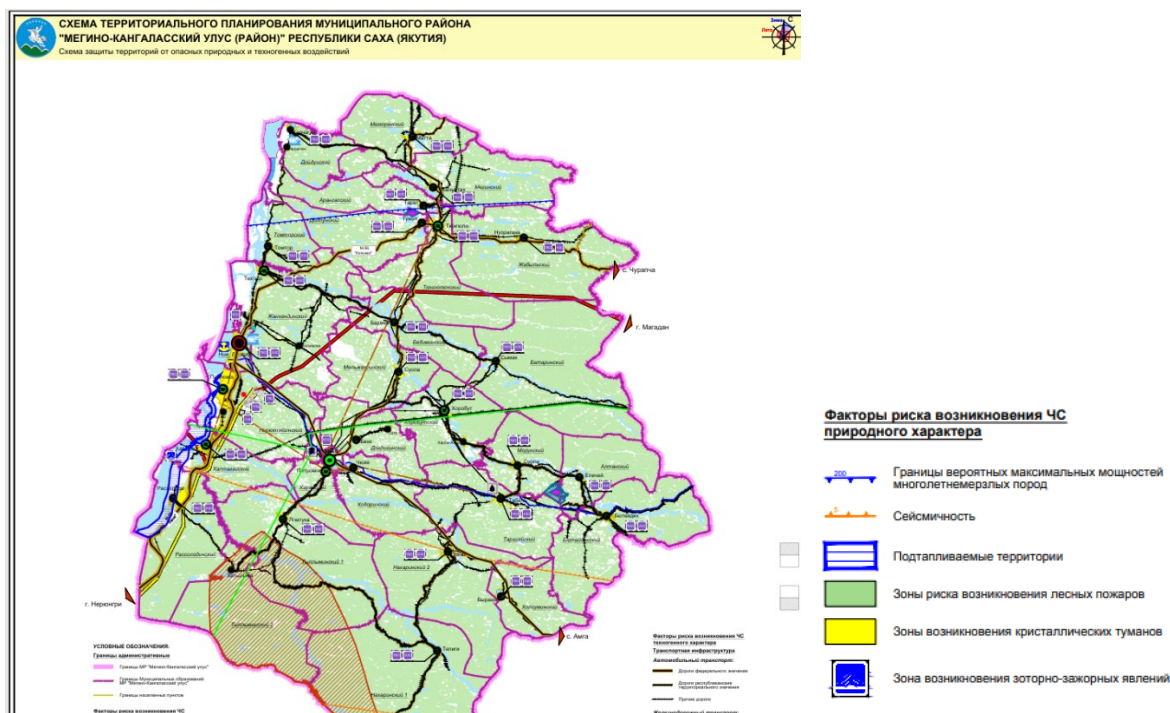


Рис. 1. Фрагмент схемы территориального планирования МР «Мегино-Кангаласский улус (район)». Схема защиты территорий от опасных природных и техногенных воздействий (2015 г.) [21]

Материалы и методы

Для наблюдения за возникновением и распространением лесных и ландшафтных пожаров использованы данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), полученные с оптических космических снимков космического аппарата Sentinel-2 L2A (с поправкой на атмосферу) с сайта свободного доступа. Объектом исследования выступают гари на таежных хвойных лиственничных лесах. В первые годы после пожара активно произрастают березы и только потом лиственница и/или сосна. Поэтому космоснимки получены за активный вегетационный период с августа 2018 г. по 2024 г. при облачности менее 10 %. Снимки загружены с сайта Sentinel Hub [24]. Поиск проводился за вегетационный период с середины мая по конец сентября. Изучены индексы по теме «Лесные пожары»:

- Burned_Area_Detection (BAD) обнаружение сгоревших участков;
- Burn_Area_Index (BAI) – индекс площади ожога;
- нормализованный индекс разницы растительности (NDVI) $(B8-B4)/(B8+B4)$ – это простой, но эффективный индекс для количественной оценки зеленой растительности;
- Moisture_Index – полезны для картирования пожаров и выжженной территории.

По теме «Растительность и лесное хозяйство» изучены индексы:

- Barren_Soil – бесплодная почва;
- EVI – улучшенный индекс растительности, корректирует сигналы почвенного фона и атмосферные влияния.

Для векторизации космических снимков с территорией объекта исследования использовано программное обеспечение QGIS 3.10.

Результаты и обсуждение

Данные исследований показали следующее: при визуальном дешифрировании можно установить выжженную площадь, проследить очаги возгорания, отсутствие накопленной влаги в растениях на местах возгорания, разность индексов вегетации на гарях (более светлые тона) по сравнению с другими участками леса

Изученные материалы спутниковых снимков за период с августа 2018–2024 годы выявили гари на территории муниципального района «Мегино-Кангаласский улус» общей площадью 41 115,56 га, в том числе объект исследования площадью 24 010,27 га. Наибольшая выгоревшая площадь обнаружена на территории Жабыльского и Батаринского наслегов (рис. 2). В результате интенсивного сплошного пожара зафиксировано гибель деревьев на исследуемом участке.



Рис. 2. Гарь 2021 г.:
 а) границы гари на территории МР «Мегино-Кангаласский улус»;
 б) фотоматериалы лесопатологического обследования [16]

По нашим данным гарь расположена на межаласном типе местности, для которого характерен криогенный процесс термокарст (рис.3). Слово «термокарст» происходит от греческих слов «тепло» и «карст» – процесс неравномерного проседания почв и подстилающих горных пород вследствие протаивания льдистых мерзлых пород и вытаивания подземного льда. В результате происходят провалы грунта, образующие в последствии аласы. На территории Центральной Якутии, в том числе МР «Мегино-Кангаласский улус», широко распространены термокарстовые озерные котловины – аласы. Зрелые аласы имеют овальную форму с высотой бортов 6-10 м, на днищах встречаются мелкие бугры, валы пучения, булгунихи и озера (например, алас «Тюнгюлю» площадью более 2000 га). Молодые аласы уступают по размерам: от 50–200 м в поперечнике с высотой бортов 3-5 м. Особенность молодых аласов – наличие полноводных относительно глубоких озер. В рельефе четко выражены аласные долины – вытянутые термокарстовые котловины, соединенные между собой пересыхающими водотоками [13].

По данным исследователей [3, 4, 19] «тесная связь с глубиной протаивания вечной мерзлоты установлена с сомкнутостью крон (коэффициент корреляции 0,59) и проективным покрытием травяно-кустарничкового яруса (коэффициент корреляции 0,12)» [19, С.20). Также, на состояние вечномерзлых грунтов оказывают влияние тип местности и тип леса, от которых зависит проникновение солнечной радиации под полог леса [3, 4]. Например, опавшая хвоя лиственничного леса образует подстилающую поверхность, несущую функцию термоизоляции мерзлотных почв от солнечной инсоляции.

Ученые геокриологи подчеркивают прямую зависимость таяния вечномерзлых грунтов от изменений климата – среднегодовой температуры воздуха, среднегодового количества осадков, мощности и плотности снежного покрова [3, 4,

19, 23]. Как отмечают исследователи для развития термокарста более подходят плоские и слабосклонные участки [12]. Исследователи отмечают повышение среднесуточной температуры воздуха и почвы на гарях, особенно на 1-2-летних. Данный эффект усиливается на гарях, образованных в результате интенсивного сплошного лесного пожара, т.к. отражательная способность гари ниже, чем живого леса. Разница в «верхних слоях почвенного профиля на «молодых» гарях в июле на глубине 5 см выше на 5,2 – 5,6 °С, на глубине 50 см – на 4,3–6,2 °С» [17, С.36]. Для предупреждения активации криогенных процессов необходимо вести содействие естественному лесовосстановлению или проводить мероприятия компенсационного лесовосстановления. Также активно предупреждать возникновение лесных и ландшафтных пожаров, используя различные способы, в том числе и искусственное вызывание дождей.

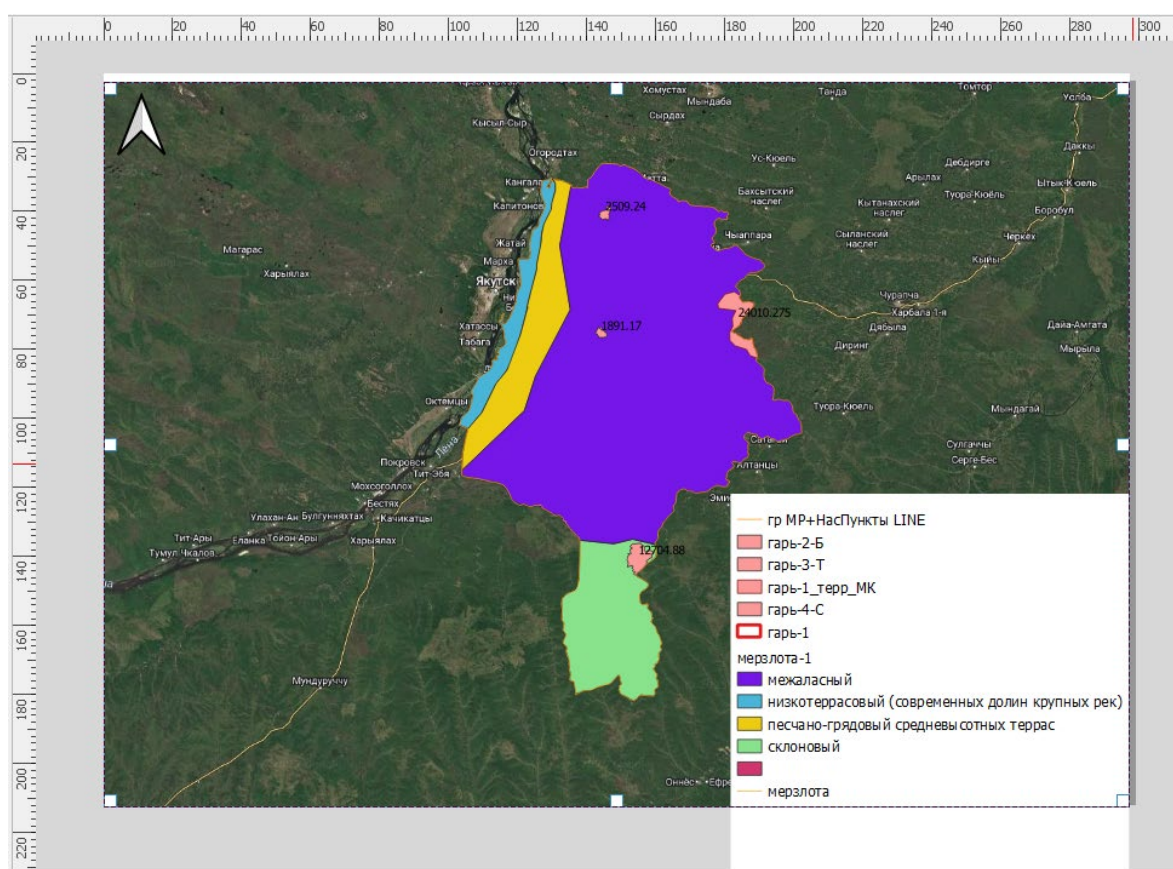


Рис. 3. Тематическая карта «Расположение гарей по типам местности» на территории МР «Мегино-Кангаласский улус»

Сегодня границы гарей на вечномёрзлых грунтах не учитываются в схемах территориального планирования и в ЕГРН [6–8].

Заключение

На основе вышесказанного предлагаем вести учет и регистрацию в ЕГРН границ гарей в зоне вечномёрзлых грунтов, так как на эти участки гари могут

потерять устойчивость как базис для строительства инфраструктурных и иных капитальных объектов. Также, по той же причине в схемах территориального планирования учитывать гари на межселенных территориях и в планах по реконструкции существующих инфраструктурных и иных объектов капитального строения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Варламов, А.А. Мониторинг земель // Варламов А. Л., Захарова С. Н. / Учебное пособие. – М.: ГУЗ, 2000. – 156с. – Текст : непосредственный.
2. Верхотуров, А.А. и др. Мониторинг изменения состояния растительного покрова на участке трассы трубопровода проекта «Сахалин-2» по данным космических съемок / А.А. Верхотуров, В.А. Мелкий, Д.В. Долгополов, Д.В. Лисицкий // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). 2022. Т.27. №4. С. 45-53. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_49605413_29080178.pdf/. Дата обращения 05 мая 2025.
3. Гаврилова, М.К. Тепловой баланс лиственного леса на Лено-Амгинском междуречье / М.К. Гаврилова // Гидоклиматические исследования в лесах Сибири. – М.: Наука, 1967. – С.28-52. – Текст: непосредственный.
4. Гаврилова, М.К. Радиационный режим в лиственных лесах юго-западной Якутии / М.К. Гаврилова // Лесоведение. – 1969.-№1.-С.16-23. - Текст: непосредственный.
5. Гиниятов, И.А. Мониторинг земель и объектов недвижимости: учебное пособие в 2 ч. /Гиниятов И.А. – Новосибирск:СГУГиТ, 2015. – 98 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lib.sgugit.ru/>. Дата обращения 17 октября 2024.
6. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2021 г. – Москва, 2022 г. –206 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosreestr.gov.ru> Дата обращения 10 марта 2025.
7. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2022 г. – Москва, 2023 г. – 186 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://rosreestr.gov.ru/upload/Doc/16-upr/Doc_Nation_report_2022_dop.pdf/. Дата обращения 10 марта 2025.
8. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2023 г. – Москва, 2024 г. – 181 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://rosreestr.gov.ru/upload/Doc/16-upr/Doc_Nation_report_2023\(1\).pdf/](https://rosreestr.gov.ru/upload/Doc/16-upr/Doc_Nation_report_2023(1).pdf/). Дата обращения 10 марта 2025.
9. Губанищева, М.А., Аврунев, Е.И. и др. Методические подходы к установлению границ лесопаркового зеленого пояса / М.А. Губанищева, Е.И. Аврунев, О.В. Гамова, А.И. Каленицкий, В.С. Хорошилов // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). 2023. Т.28. №1. С. 106-115. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Microsoft Word - 1 - Содержание_рус.docx/. Дата обращения 09 апреля 2025.
10. Дубровский, А.В., Добротворская, Н.И., Малыгина, О.И. Перспективное планирование использования земель Новосибирской агломерации / А.В. Дубровский, Н.И. Добротворская, О.И. Малыгина // Интерэкспо-Гео-Сибирь. 2019. Т.4. № 2. С. 145-153. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elibrary.ru/download/elibrary_41259831_40350778.pdf/. Дата обращения 14 мая 2024.
11. Жарников В.Б. Рациональное использование земель и основные условия его реализации // Вестник СГУГиТ. – 2017. – Т. 22, № 3. – С. 171-179. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [elibrary_30037549_56885201.pdf/](https://elibrary.ru/download/elibrary_30037549_56885201.pdf/). Дата обращения 05 мая 2025.

12. Иванов, М.С. Криогенное строение четвертичных отложений Лено-Алданской впадины / М.С. Иванов. - Новосибирск: Наука. 1984. 132 с. – Текст: непосредственный.
13. Информация о результатах государственного мониторинга земель (аналитическая записка). Росреестр. 2018 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosreestr.gov.ru/>. Дата обращения 01 марта 2025.
14. Лебедева, Т.А. и др. Совершенствование мониторинга и оценки лесных земель / Т.А. Лебедева, А.И. Гагарин, Ю.Ю. Копылова, В.Н. Москвин // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). 2016. №4(36). С.191-199. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: elibrary_28102108_21685006.pdf/. Дата обращения 07 апреля 2025.
15. Лебзак, Е.В., Янкелевич, С.С. Геопространственные знания в пространственном развитии территорий на примере лесохозяйственной отрасли / Е.В. Лебзак, С.С. Янкелевич // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). 2022. Т.27 №3. С.123-133. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elibrary.ru/download/elibrary_49295826_94073922/. Дата обращения 05 мая 2025.
16. Лесопатологическое обследование. Акт. URL: Материалы лесопатологических обследований на территории РС(Я). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: . Дата обращения 15 марта 2025.
17. Лыткина, Л.П. Лесовосстановление на гарях Лено-Амгинского междуречья: Центральная Якутия / Л.П. Лыткина. – Новосибирск, Наука, 2010. – 118 с. – Текст : непосредственный.
18. Мерзлотно-ландшафтная карта Якутской АССР масштаба 1:15000000 – Текст: непосредственный
19. Самсонова, В.В. Влияние леса на вечную мерзлоту. Мониторинг и методы исследования / В.В. Самсонова. – Якутск: Якутский госуниверситет, 2001. – 40 с. – Текст: непосредственный.
20. Статистический ежегодник Республики Саха (Якутия) : статистический сборник / редакционная коллегия: И. К. Гаевая (председатель), И. И. Батожергалова, В. А. Константинова. – Якутск : Типография СМИК, 2023. - 544 с. – Текст непосредственный.
21. Семы территориального планирования МР «Мегино-Кангаласский улус (район)». Схема защиты территорий от опасных природных и техногенных воздействий (2015 г.). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fgistp.economy.gov.ru/>. Дата обращения 17 мая 2024.
22. Хамедов В.А. Разработка методики мониторинга лесных земель на основе космических снимков оптического и радарного диапазонов. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [Диссертация.pdf \(sgugit.ru\)](https://sgugit.ru/). Дата обращения 20 марта 2023
23. Holloway J. E., Lewkowicz A. G., Douglas T. A., et al. Impact of wildfire on permafrost land scapes: A review of recent advances and future prospects. // *Permafrost and Periglacial Processes*. – 2020 – V. 31 (3). – P. 1–12. – DOI 10.1002/ppp.2048.
24. Sentinel Hub. Официальный сайт. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Sentinel Hub/– Текст : электронный.

© М. И. Стрекаловская, Н. И. Добротворская, В. В. Самсонова, 2025

Я. А. Лесных¹, А. В. Дубровский¹✉

Технологии геодезайна при планировании развития территорий

Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Российская Федерация,
e-mail: avd5@ssga.ru

Аннотация. В статье рассматриваются современные подходы и инструменты геодезайна, применяемые для эффективного и устойчивого планирования территорий. Проанализированы ключевые технологии, такие как методы системного анализа, пространственного анализа и моделирования, дистанционного зондирования. Особое внимание уделяется практическим примерам применения геодезайна в различных контекстах.

Ключевые слова: геодезайн, устойчивое развитие территорий, рациональное природопользование

Y. A. Lesnykh, A. V. Dubrovsky¹✉

Geodesign technologies in planning territorial development

Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: avd5@ssga.ru

Abstract: The article examines modern approaches and tools of geodesign used for effective and sustainable territorial planning. Key technologies such as methods of system analysis, spatial analysis and modeling, remote sensing are analyzed. Particular attention is paid to practical examples of geodesign application in various contexts.

Keywords: geodesign, sustainable development of territories, rational use of natural resources

Введение

В условиях текущих глобальных изменений, вызванных как антропогенной деятельностью, так и природными процессами, эффективное планирование развития территорий становится особенно актуальным. Быстрый рост городов, изменение климата, необходимость сохранения природных ресурсов и повышение качества жизни населения требуют применения новых подходов и технологий в градостроительстве и территориальном планировании. В этом контексте технологии геодезайна представляют собой инновационный инструмент, позволяющий обеспечить устойчивое и гармоничное развитие территорий.

Современное планирование развития территорий требует комплексного подхода, учитывающего множество факторов: природно-климатические условия, социально-экономическое развитие, инфраструктуру, экологию и культурное наследие.

Также актуальность использования технологий геодезайна связана с необходимостью реализации принципов устойчивого развития территорий. Геодезайн гармонично сочетает картографические, пространственные и экологические

аспекты, что позволяет учитывать интересы различных заинтересованных сторон и эффективно распределять ресурсы. Применение геодезизма способствует минимизации негативного воздействия на окружающую среду и сохранения природных систем.

Методы и материалы

Для выполнения работ по исследованию применения технологии геодезизма для развития территорий применялись методы: системного анализа, пространственного анализа и моделирования, дистанционного зондирования. Также был применен метод кейс-стадии: изучение успешных примеров применения геодезизма в разных регионах и странах для выявления передового опыта и тиражирования в практики градостроительного проектирования.

Результаты

Развитие информационных технологий, таких как геоинформационные системы (ГИС), 3D-моделирование, дроновые технологии и анализ больших данных, открывают новые возможности для планирования и проектирования территорий.

Геодезизм как интегративная дисциплина, объединяющая географические информационные системы (ГИС), пространственный анализ и устойчивое проектирование, представляет собой перспективный инструмент для решения задач эффективного и комплексного управления территориями. Применение технологий геодезизма позволяет учитывать многообразные факторы: социальные, экономические, экологические, и проводить комплексный анализ территории, что способствует созданию более устойчивых и гармоничных урбанистических пространств. Геодезизм, как междисциплинарная область знаний, позволяет интегрировать эти возможности в единую методологию, что делает процесс проектирования более адаптивным. Схема взаимодействия с другими сферами представлена на рис. 1.

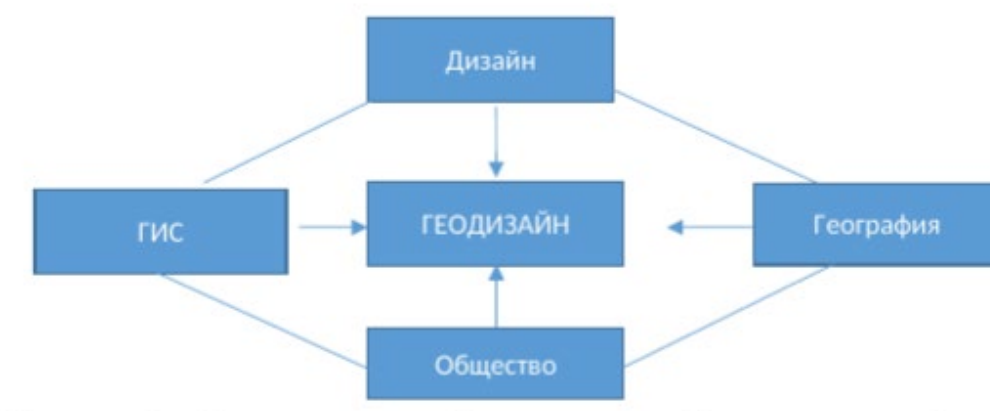


Рис. 1 Схема взаимодействия геодезизма с другими сферами.

Геодизайн способствует созданию проектов, учитывающих баланс между экономическим ростом и сохранением природных ресурсов. Например, можно определить оптимальные зоны для строительства с минимальным воздействием на экосистемы. С помощью технологии геодизайна можно эффективно проектировать транспортные сети, инженерные коммуникации и общественные пространства с учетом существующих условий и потребностей населения. На рис. 2 представлен кампус компании Apple, чей основатель хотел, чтобы кампус был больше похож на заказник, чем на офис. Поэтому 80 процентов территории занимают зеленые насаждения.



Рис. 2. Офисный комплекс Apple Park

Анализ данных о природных опасностях позволяет разрабатывать меры по снижению рисков при развитии территорий.

В крупных городах мира геодизайн используется для реновации районов с учетом исторического наследия и современных требований.

В сельских регионах – помогает оптимизировать использование земель под сельское хозяйство и туризм.

При разработке новых жилых комплексов создаются комплексные модели инфраструктуры с учетом экологических стандартов.

Один из таких объектов находится в г. Ростов-на-Дону, в бизнес-центре «Лига парк». На третьем этаже, на открытой террасе возведен своего рода сквер: живые деревья и кустарники, лавочки и тропинки. Это отличный вариант для крупных городов, застроенных высотными домами и бизнес-центрами. За неимением свободной земли для парков и садов, возводить подобные парки прямо на крыше домов. Пример представлен на рис. 3.

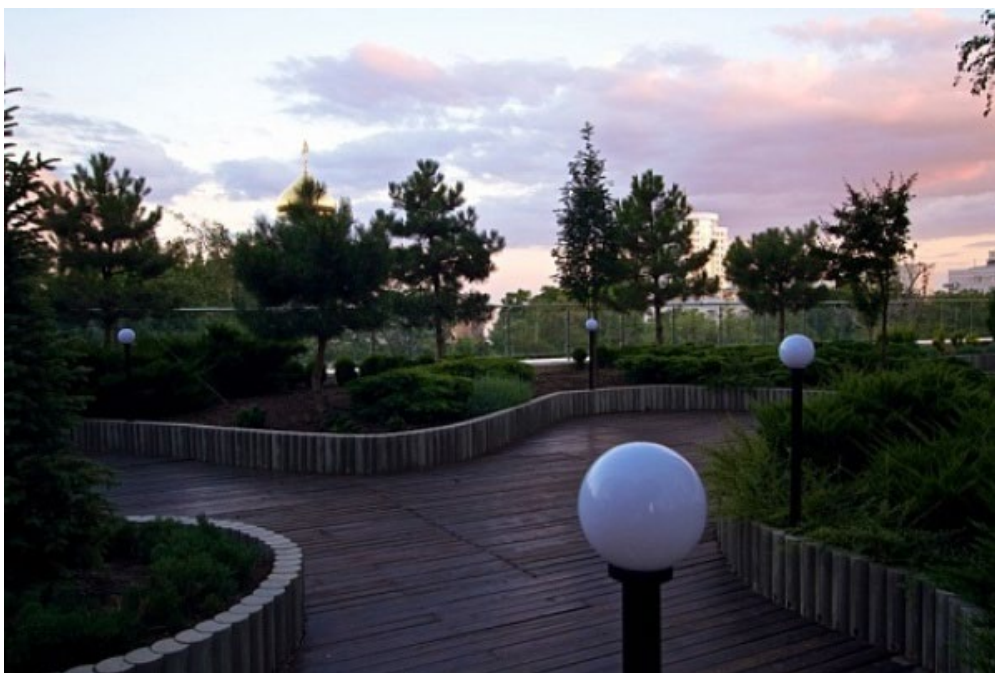


Рис. 3. Бизнес-центр «Лига парк» г. Ростов – на-Дону.

Реальные примеры успешного внедрения технологий геодизайна в различных странах и регионах (таких как создание экопарков, управление водными ресурсами, создание экопоселений) демонстрируют эффективность и предпочтительность экологически ориентированного проектирования природно-общественных геосистем. Это подтверждает обоснованность применения геодизайна как мощного инструмента для устойчивого развития и управления территориями.

Обсуждение

Геодизайн акцентирует внимание на вовлечении сообщества в процесс планирования, что становится особенно актуальным в условиях демократизации управления и активного гражданского общества. Открытые данные, интерактивные карты и визуализации позволяют жителям участвовать в проектировании своей городской среды, выражать свои ожидания и потребности. Это создает более прозрачный и ответственный процесс выработки градостроительных решений.

Заключение

Технологии геодизайна открывают новые возможности для эффективного и устойчивого планирования развития территорий. Интеграция пространственных данных, аналитики и визуализации позволяет создавать проекты, максимально соответствующие потребностям общества и природы. Внедрение этих технологий становится ключевым фактором успешного управления пространственным развитием в условиях современности.

Исследование данной темы не только способствует углублению знаний в области геодизайна, но и служит основой для разработки практических рекомен-

даций для органов власти и общества по более эффективному планированию и использованию ресурсов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Данджермонд, Д. ГИС: проектируя наше будущее [Текст] / Д. Данджермонд / ArcReview №1, 2010 - М.: ООО Дата, 2010 - С. 1 - 3.
2. Дубровский А. В. Возможности применения геоинформационного анализа в решении задач мониторинга и моделирования пространственных структур // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. - 2015. - № 5/С. - С. 220-224
3. Дубровский А.В., Малыгина О.И. Геодизайн – новое направление геоинформационного проектирования. Интерэкспо Гео-Сибирь. 2016. Т. 3. № 2. С. 40-45.
4. Дубровский А. В., Малыгина О. И., Подрядчикова Е.Д. Геоинформационные системы: пространственный анализ и геомоделирование: учеб.-метод. пособие. - Новосибирск: СГУГиТ, 2015. - 69 с.
5. Н. И. Добротворская, А. В. Дубровский, С. Ю. Капустянчик, Е. С. Троценко Эффективное управление экосистемой сельскохозяйственного угодия на основе принципов агроэкологического землепользования /. Зеленая экономика - будущее человечества: Материалы Междунар. науч. - практ. конф., 24, 25 мая 2014 г. - Усть-Каменогорск: ВКГТУ им. Д. Серикбаева, 2014. - С. 63-71.
6. Аксенова, Е. Г. Оценка результатов воздействия хозяйственной деятельности человека на ландшафт [Текст] / Е. Г. Аксенова, А. Г. Шевцова, Т. В. Матвиенко. - Экономика и экология территориальных образований. - 2017. - № 1. - С. 59-63.
7. Дубровский А.В. Методическое и технологическое обеспечение системы эффективного землепользования. Естественные и технические науки, №4 (167), 2022. - М.: ООО "Издательство "Спутник+", 2022.
8. Янин, Е. П. Геохимические последствия хозяйственной деятельности человека [Текст] / Е. П. Янин. - Экологическая экспертиза. - 2017. - № 3. - С. 2-43.
9. Варламов, А. А. Национальная система управления условиями среды обитания - современная парадигма развития России [Текст] / А. А. Варламов, В. Ф. Приходько, Д. А. Шаповалов // Власть. - 2010. - № 7. - С. 24-30.

© Я. А. Лесных, А. В. Дубровский, 2025

П. В. Мучин^{1✉}, М. П. Мучин²

Топографо-геодезические аспекты в дисциплине «Основы землеустройства»

¹Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Российская Федерация

²Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: p.v.muchin@yandex.ru

Аннотация. Представлена оценка авторов по организации и качеству подготовки обучающихся по отдельным магистерским программам. Отмечена необходимость своевременного уточнения (актуализации) учебных планов и рабочих программ дисциплин (РПД). Выполнен анализ содержания РПД «Основы землеустройства», включенной в учебный план магистрантов по профилю подготовки «Управление технологическими процессами в сфере обращения с отходами на объекте экономики» направления «Техносферная безопасность». Подготовлены рекомендации по оптимизации рассмотренной программы и предложения по разработке РПД более соответствующую, по мнению авторов, профилю подготовки.

Ключевые слова: магистерская подготовка, рабочие программы дисциплин, землеустройство, геодезия, топография, управление отходами предприятий

P. V. Muchin^{1✉}, M. P. Muchin²

Topographic and geodetic aspects in the discipline «Fundamentals of land management»

¹Siberian state university of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

²Siberian state university of Telecommunications and Informatics, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: p.v.muchin@yandex.ru

Annotation. The authors' assessment of the organization and quality of training of students in individual master's programs is presented. The need for timely clarification (updating) of curricula and work programs of disciplines (WPD) is noted. An analysis of the content of the WPD "Fundamentals of Land Management" included in the curriculum of master's students in the training profile "Management of Technological Processes in the Sphere of Waste Management at an Economic Facility" of the direction "Technosphere Safety" is performed. Recommendations for optimization of the considered program and proposals for the development of WPD more appropriate, in the opinion of the authors, to the training profile are prepared.

Keywords: disciplines, land management, geodesy, topography, waste management of enterprises is noted

Введение

Опыт работы одного из авторов в учебном процессе по реализации магистерских программ, позволяет отметить, что правовые основы в области образования не всегда обеспечивают желаемый результат при подготовке магистров.

Слово «магистр» можно перевести как «мастер своего дела». На более современном уровне можно сказать, что магистром является широко эрудированный специалист, владеющий методологией научного творчества, современными информационными технологиями, методами получения, обработки и фиксации научной информации.

Важно отметить, что основная цель магистратуры, это углубить специализацию по определённому профессиональному направлению, но при этом позволяет и кардинально сменить профессиональную деятельность. Определяя процедуру подготовки магистров в России, «законодатели» предполагали, что степень (квалификация) магистра позволит специалистам быть более подготовленными к профессиональной деятельности, более успешными в карьерном росте.

Так же отметим, что в России в 2024 году было объявлено о планах реформы системы уровней образования и с 2025 года окончанию магистратуры будет приблизительно соответствовать «специализированное высшее образование». Здесь ключевое слово – «специализированное». [1]

Для поступления в магистратуру обычно достаточно иметь диплом об образовании не ниже высшего – бакалавра или специалиста. Обучение на очной форме 2 года, на очно-заочной и заочной форме обучения – от 2,5 до 3 лет. [2]

Теперь, с учетом вышеизложенного, отметим возможные недостатки при подготовке магистров.

Предлагается рассмотреть следующий пример. По кафедре «Кадастра и территориального планирования» была открыта магистратура по профилю подготовки «Экологическая и техносферная безопасность территорий» направления «Землеустройство и кадастры». В разработке РПД так же участвовали кафедры «Техносферная безопасность» и «Экология и природопользование». Практически, в учебный план подготовки магистров, были включены три основных, достаточно самостоятельные, направления.

В 2017 году, одному из авторов пришлось вести занятия в группе магистрантов, которые имели бакалаврскую подготовку, полученную в 5-и вузах по разным направлениям: техносферная безопасность, экология, юридическое, экономическое, педагогическое и др.

Оценивая полученный уровень знаний «новоиспеченных» магистров, вероятно нельзя утверждать, что они получили «Углубленную специализацию по определённому профессиональному направлению». Возможно они за два года подготовки получили достаточный уровень профессиональных навыков, что смогут начать новую профессиональную деятельность? Например, сможет ли экономист (по диплому бакалавра) полноценно работать на должности кадастрового инженера или специалиста по охране труда, а возможно инженера эколога? На наш взгляд, ответ очевиден.

Обозначенная нами проблема подготовки магистров в России, реализуемая в соответствии с действующими нормативными правовыми актами, существует в большинстве вузов и, соответственно, тема наших исследований достаточно актуальна.

По нашему мнению, так же достаточно актуален вопрос своевременного уточнения (актуализации) учебных планов. Учитывая, что в России продолжает реализовываться регуляторная (правовая) гильотина, необходимо контролировать содержание РПД, а в некоторых случаях критически оценивать целесообразность реализации отдельных дисциплин. Особенно следует учитывать стремительно обновляющееся правовое поле в области охраны труда, промышленной и пожарной безопасности и др., что неизбежно требует пересмотра соответствующих рабочих программ дисциплин.

Методы и материалы

В настоящей работе были определены следующие цели исследования:

1. Кратко проанализировать вклад отдельных дисциплин в освоение профессиональных компетенций подготовки специалистов и бакалавров;

2. На примере дисциплины «Основы землеустройства», включённой в учебный план магистрантов по профилю подготовки «Управление технологическими процессами в сфере обращения с отходами на объекте экономики» направления «Техносферная безопасность»:

- исследовать содержание рабочих программ дисциплины «Основы землеустройства», разработанной в СГУГиТ и других вузах;

- с учётом требований федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС) «Магистратура по направлению подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность», утверждённым приказом Минобрнауки России от 25 мая 2020 г. № 678, отметить целесообразность реализации РПД «Основы землеустройства» при подготовке магистров направления «Техносферная безопасность»; [3]

3. Ознакомиться с учебниками, учебными и учебно-методическими пособиями, рассматривающие вопросы организации топографо-геодезических работ при землеустройстве;

4. Подготовить рекомендации:

- повышающие, по мнению авторов, целесообразность реализации РПД «Основы землеустройства» для магистров направления 20.04.01 «Техносферная безопасность»; [3]

- по разработке РПД с рабочим названием «Топографо-геодезические основы в сфере обращения с отходами» или «Геодезическое обеспечение сферы обращения с отходами».

Далее рассмотрим реализацию поставленных целей исследования.

При подготовке специалистов наиболее важным является освоение обучающимися профессиональных компетенций. В учебный план подготовки включаются дисциплины, которые прямо связаны с будущей профессиональной деятельностью выпускника. Качественное освоение таких дисциплин обеспечивает, как правило, выпускающая кафедра.

Отметим и отдельные «общеобразовательные» дисциплины. Как правило ФГОС большинства направлений подготовки бакалавров и специалистов включают дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» и «Иностранный язык».

«Безопасность жизнедеятельности» в настоящее время реализуется в соответствии с «Примерной программой дисциплины (курса)», рекомендованной Минобрнауки России для всех направлений высшего профессионального образования (бакалавриат и специалитет). Настоящая «Программа» определяет, что студент должен «Знать» и «Уметь» в результате освоения дисциплины. При этом отмечается, что полученные знания и умения должны соответствовать сфере будущей профессиональной деятельности. Соответственно выпускающим кафедрам необходимо не формально относиться к представленным на согласование РПД «Безопасность жизнедеятельности».

На наш взгляд РПД «Иностранный язык» так же должны быть ориентированы на будущую профессиональную деятельность студента.

Далее рассмотрим дисциплину «Основы землеустройства», включённую в учебный план магистров по профилю подготовки «Управление технологическими процессами в сфере обращения с отходами на объекте экономики».

Изучение рабочих программ дисциплины «Основы землеустройства», размещённых в свободном доступе системы интернет, показало, что программы разных вузов в основном совпадают по содержанию и составлялись, как правило, специалистами (учёными) в области сельского хозяйства, то есть не имеющих профессиональную подготовку в области кадастровых (топографо-геодезических) работ. К примеру, в СГУГиТ РПД «Основы землеустройства» подготовлена доктором с-х наук.

С учётом требований ФГОС «Магистратура по направлению подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность» отметим, что содержание РПД «Основы землеустройства» в настоящей редакции, слабо коррелирует с требованиями стандарта в аспекте будущей профессиональной деятельности. Соответственно, на наш взгляд, реализация дисциплины «Основы землеустройства» для магистров направления «Техносферная безопасность» по профилю подготовки «Управление технологическими процессами в сфере обращения с отходами на объекте экономики» возможна с учётом существенной доработки содержания программы.

Так же мы ознакомились с отдельными учебниками, учебными пособиями (УП) и иными учебно-методическими разработками, рассматривающие вопросы организации топографо-геодезических работ при землеустройстве. Кроме учебной литературы, имеющейся в технической библиотеке СГУГиТ, в свободном доступе интернет представлены:

1. Геодезические работы при землеустройстве. УП. Н.Н. Пшеничная. Уссурийск, 2021;
2. Геодезические работы при землеустройстве. УП. Ципинова Б.С. Майкоп, 2016.;
3. Землеустройство с основами геодезии. УП. Глушаков С. Н., и др. Смоленск, 2022;
4. Геодезические работы при землеустройстве. УП. Денисова Е.С. Пенза, 2016.

В результате анализа учебной литературы, рекомендованной для дисциплин «Основы землеустройства» и «Землеустройство», отмечаем, что представленные учебные источники рекомендованы, как правило, при подготовке по направлению 21.03.02 «Землеустройство и кадастры». Соответственно нельзя РПД дисциплины «Основы землеустройства», практически подготовленную для направления подготовки «Землеустройство и кадастры» включать без существенной доработки в учебные планы других направлений подготовки.

Результаты

В результате выполненных исследований подготовлены рекомендации по более качественному освоению основ геодезии и топографии магистрантами профиля подготовки «Управление технологическими процессами в сфере обращения с отходами на объекте экономики» направления 20.04.01 «Техносферная безопасность»:

1. Дальнейшая реализация РПД «Основы землеустройства» возможна только при значительной переработке программы с целью увеличения времени на изучение возможностей применения основ геодезии и топографии при землеустройстве;

2. При обращении с отходами производственной деятельности, часто возникают вопросы размещения (складирования) отходов, определения границ и площадей, объемов, оценки воздействия отходов на окружающую среду и др. В этом случае неизбежно применение методов геодезии и топографии. На наш взгляд становится целесообразным разработать РПД с примерным рабочим названием «Топографо-геодезические основы в сфере обращения с отходами» или «Геодезическое обеспечение сферы обращения с отходами».

Заключение

Выполненные исследования показывают необходимость своевременной актуализации учебных планов и рабочих программ дисциплин. Особенно это важно в условиях действия регуляторной гильотины.

Выпускающим кафедрам следует не формально согласовывать рабочие программы междисциплинарных курсов, включаемых в учебные планы подготовки, так как ФГОС обычно требуют «привязку» полученных знаний и умений к будущей профессиональной деятельности.

Опыт, одного из авторов, проведения нескольких практических занятий по дисциплине «Основы землеустройства» с изучением основ геодезии и топографии в группе магистрантов профиля «Управление технологическими процессами в сфере обращения с отходами на объекте экономики» показал большую заинтересованность обучающихся, что обосновывает целесообразность разработки новой рабочей программы дисциплины с примерным рабочим названием «Топографо-геодезические основы в сфере обращения с отходами» (как вариант - «Геодезическое обеспечение сферы обращения с отходами»). В РПД целесообразно включить не только вопросы применения методов геодезии и топографии, но и требования по обеспечению безопасности, особенно при выполнении работ в полевых условиях, в том числе на участках, связанных с опасными отходами и, соответственно, отнесенных к опасным производственным объектам. [4-13]

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. О некоторых вопросах совершенствования системы высшего образования. Указ Президента Российской Федерации от 12.05.2023 г. № 343 (ред. от 26.06.2023) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1301535009?section=text/>.
2. Федеральный закон от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ (ред. от 08.08.2024) «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/902389617?section=text/>.
3. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность, утверждённый приказом Минобрнауки России от 25.05.2020 г. № 678 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://fgos.ru/fgos/fgos-20-04-01-tehnosfernaya-bezopasnost-678/>.
4. Федеральный закон от 24.07.2007 г. № 221-ФЗ (ред. от 29.10.2024) «О кадастровой деятельности» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://legalacts.ru/doc/federalnyi-zakon-ot-24072007-n-221-fz-o/?ysclid=low7lm86y589865338/>.
5. Федеральный закон от 18.06.2001 г. № 78-ФЗ (ред. от 8.08.2024) «О землеустройстве» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=418417/>.
6. Федеральный закон от 25.10.2001 г. №136-ФЗ (ред. от 8.08.2024). «Земельный кодекс Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=477128/>.
7. Федеральный закон от 30.12.2015 г. № 431-ФЗ (ред. от 8.08.2024) «О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=467223/>.
8. Федеральный закон от 21.07.1997 г. № 116-ФЗ (ред. от 8.08.2024) «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15234/?ysclid=lowapozqlz10339507/.
9. Об утверждении правил установления на местности границ объектов землеустройства. Постановление Правительства Российской Федерации от 20.08.2009 г. № 688 (ред. от 17.05.2016) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/902171592/>.
10. Мучин П.В. Мучин М.П. Исследование правовых основ обеспечения безопасности при выполнении геодезических, кадастровых, землеустроительных и иных работ в полевых условиях // Регулирование земельно-имущественных отношений в России: правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения : сб. материалов IV Национальной научно-практической конференции с международным участием, 17–19 ноября 2020 г., Новосибирск. В 3 ч. Ч. 2. – Новосибирск : СГУГиТ, 2021. С. 272-277.
11. Мучин П.В. Мучин М.П. Нестерцова С.Е. Особенности обеспечения безопасности при организации полевых кадастровых (геодезических) работ на опасных производственных объектах // Регулирование земельно-имущественных отношений в России: правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения : сборник материалов VII Национальной научно-практической конференции с международным участием, 21–24 ноября 2023 г., Новосибирск. В 3 ч. Ч. 2. – Новосибирск : СГУГиТ, 2024. С. 215-222.
12. СТО–30845203.41–2019 «Охрана труда и техника безопасности при выполнении кадастровых работ», утвержденный решением Коллегии Ассоциации Саморегулируемая организация «Межрегиональный союз кадастровых инженеров». Протокол № 19 от 30.05.2019 г. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://sromski.ru/01.01.01.05/29.aspx/>.
13. СТО-30845203.16-2023 «Проведение кадастровых работ, результатом которых является подготовка карты-плана территории», утвержденный решением Коллегии Ассоциации Саморегулируемая организация «Межрегиональный союз кадастровых инженеров». Протокол № 27/2023 от 14.07.2023 г. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://sromski.ru/01.01.01.05/29.aspx/>.

© П. В. Мучин, М. П. Мучин, 2025

В. А. Соколов^{1✉}, А. А. Злобин, О. Ю. Москвич

Стратегия развития лесного комплекса в кедровых лесах Сибири

¹Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН, г. Красноярск, Российская Федерация
e-mail: sokolovva@ksc.krasn.ru

Аннотация. В последние годы разработаны различные концепции и стратегии развития лесного сектора Российской Федерации и ее субъектов. Одной из них является Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года. К сожалению, Стратегия была направлена в основном на развитие лесопромышленного комплекса практически без учета интересов лесного хозяйства – неотъемлемой составной части лесного сектора России. Учитывая экстенсивный уровень лесного хозяйства России, разработка стратегии его развития будет оставаться актуальной еще длительное время. Вполне естественно, это будет касаться и стратегии организации комплексного лесопользования в кедровых лесах. Разработка такой стратегии будет являться центральным ядром нового руководства по организации и ведению хозяйства в кедровых лесах Сибири. Запрет рубки кедра без анализа состояния участков кедровых лесов являлся популистским решением, не основанном на мнении многих специалистов лесного хозяйства, но учитывающим массовые выступления общественности в СМИ в защиту кедра от промышленной рубки, а также неспособность государственного управления противостоять массовой вырубке кедровых лесов в лесосырьевых базах предприятий лесной промышленности. При правильной организации лесного хозяйства в кедровых лесах запрет рубки кедра – это анахронизм, дилетантское решение.

Ключевые слова: кедровые леса, рубки, лесное хозяйство, Сибирь

V. A. Sokolov^{1✉}, A. A. Zlobin, O. Yu. Moskvich

Forest complex development strategy for the Siberian cedar forests

¹Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Science Siberian Branch,
Krasnoyarsk, Russian Federation
e-mail: sokolovva@ksc.krasn.ru

Abstract. The various concepts and strategies for the forest sector development of the Russian Federation and its regions have been devised in recent years. The Forest Complex Development Strategy of the Russian Federation until 2030 has been one of these public documents. Unfortunately, the Strategy was mainly aimed at developing the timber industry complex disregarding the interests of forestry that is an integral part of the Russian forestry sector. Given the extensive level of the Russian forestry, elaboration of a strategy for its development will remain relevant for a long time. It is reasonable that this will also include a strategy for the integrated management of cedar forests. The elaboration of such a strategy will be the central core of the new management guidelines for the organization and management of Siberian cedar forests. The prohibition of cedar harvesting without analyzing the condition of the cedar forest areas was a populist decision that was not based on the forestry expert opinions, but taking into account mass public statements in the media in defense of cedar against industrial harvesting, as well as the failure of public administration to resist the large-scale deforestation of cedar forests by forest business. With proper organization of forestry in cedar forests, prohibition of cedar harvesting is an anachronism, an amateurish decision.

Keywords: cedar forests, harvesting, forestry, Siberia

Введение

В 1990 г. было утверждено разработанное Институтом леса и древесины им. В. Н. Сукачева Сибирского отделения Академии наук СССР «Руководство по организации и ведению хозяйства в кедровых лесах (кедр сибирский)» в качестве действующего и в настоящее время норматива, реализующего целый ряд постановлений государственных органов власти бывшего СССР. «Руководство...» явилось результатом попытки решения так называемой «проблемы кедра», которая была вызвана недостатком знаний на тот период о лесообразовательных процессах в этой формации. Дело «проблемы кедра» дошло даже до того, что в бывшем СССР в 1989 г. были запрещены рубки главного пользования в кедровых лесах, что означало фактически прекращение ведения хозяйства в них [18].

Этим волевым решением были проигнорированы результаты исследований природы кедровых лесов Сибири, которыми предлагалось с учетом экономических условий и биологических закономерностей произрастания кедровых лесов рационально использовать комплекс древесных и недревесных ресурсов [8, 5, 14-15, 28, 11, 27, 17, 2, 13, 3, 10, 7, 25, 23, 12, 22, 1, 16, 19].

Таким образом, появилась «кедровая проблема», разрешить которую до сих пор не удастся науке и практике. Три точки зрения на кедровую проблему сформулировал Г. В. Крылов [9, с. 5–6]: «Первая: кедр – священная, очень ценная и очень красивая древесная порода, которую нельзя рубить, а нужно только сохранять и оберегать. Вторая: кедр – обычная хвойная порода, которую нужно рубить наравне с другими хвойными... Третья: кедр – действительно ценная древесная порода, разносторонне полезная и образующая сложные леса многообразного значения, в которых надо вести разумное комплексное лесное хозяйство по подлинно научному плану». Г. В. Крылов предлагает придерживаться третьей позиции. Эту точку зрения мы разделяем.

Методы и материалы

В работе использовался аналитико-статистический метод исследований. Анализу подлежали данные учета лесного фонда по кедровым лесам Сибирского федерального округа (СФО) за период с 1961 по 2020 гг.

Структура кедровых лесов характеризуется количественными и качественными показателями, которые раскрывают эколого-экономическое содержание лесов. Леса, как биологический объект, находятся в постоянном развитии под влиянием природно-исторических и антропогенных факторов. Изучение развития леса необходимо для оценки результатов деятельности человека, постановки задач мониторинга и прогнозирования структуры лесного фонда на ближнюю и отдаленную перспективу.

Результаты

Динамика площади кедровых лесов по СФО приведена в таблице. За период с 1961 г. произошли существенные изменения. Площадь кедровников увеличи-

лась на 5232,6 тыс. га или на 25,5 %. Динамика общих запасов в кедровых лесах по субъектам СФО также носит положительный характер. Увеличение составило 2173,82 млн м³, или 71,3 %. В целом, положение с сохранностью кедровников в Сибири выглядит благополучно.

Таблица 1

**Динамика площади кедровых лесов
по Сибирскому Федеральному округу, тыс. га**

Субъекты РФ	Годы учета		Изменения с 1961 по 2020 гг.
	1961	2020	
Алтайский край	748,2	38,6	398,4
Республика Алтай		1108,0	
Кемеровская область	196,0	161,0	–35,0
Новосибирская область	40,6	43,8	3,2
Омская область	123,0	138,7	15,7
Томская область	2957,2	3662,9	705,7
Красноярский край	7911,1	9688,8	2621,3
Республика Хакасия		843,6	
Иркутская область	5330,9	6877,5	1546,6
Республика Тыва	3248,0	3224,7	–23,3
Всего	20555,0	25787,6	5232,6

Примечание: Республика Алтай ранее входила в состав Алтайского края, Республика Хакасия – в состав Красноярского края.

Обсуждение

Цель стратегии комплексного лесопользования в кедровых лесах Сибири – разработка форм, методов и технологий использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов, направленных на совершенствование организации устойчивого лесопользования.

Содержание стратегии должно учитывать основополагающие факторы:

- основы организации устойчивого лесопользования (достоверность данных о лесных ресурсах, их эколого-экономическая оценка и доступность, принципы и параметры организации хозяйства в кедровых лесах, дорожное строительство, лесная инфраструктура, способы и технологии рубок, охрана окружающей среды и сохранение биоразнообразия);
- разработка руководства по организации и ведению хозяйства в кедровых лесах Сибири;
- формы и методы частно-государственного партнерства в сфере использования кедровых лесов;
- повышение экономической эффективности использования кедровых лесов;
- соблюдение интересов местного населения.

Соответствие систем ведения лесного хозяйства принципам устойчивого управления должно оцениваться при помощи ряда критериев и индикаторов, среди которых следует выделять сохранение лесов в хорошем жизненном состоянии, повышение их вклада в депонирование углерода, сохранение защитных (водоохранных и почвозащитных) и ресурсных (древесных и недревесных) функций, сохранение биоразнообразия, усиление социально-экономических функций леса.

Необходимо признать, что качество окружающей среды в большей степени зависит от экосистемных функций леса, чем от ресурсных. Эти функции пока не могут быть точно оценены. Но понимание того, что растущий лес более значим, чем срубленные деревья, обозначает необходимость перехода к экосистемному планированию и лесоуправлению. Существующее лесное планирование уделяет основное внимание моноресурсному подходу, т. е. древесинопользованию. Этот односторонний подход необходимо срочно изменить.

По выводу В. Н. Седых [19, с. 205], «выдающиеся конкурентные свойства кедра, позволяющие занимать господствующее положение в составе сложных насаждений в развитии множества лесных сукцессий и тем самым надолго вытеснять любых лесообразователей с их местообитаний, необходимо всегда учитывать при разработке любых руководств и рекомендаций ведения лесного хозяйства в кедровых лесах».

Этот вывод подтверждает динамика площади кедровых лесов Сибири. За период с 1961 по 2020 гг. площадь кедровых лесов увеличилась на 25,5 %, несмотря на пожары, очаги вредителей леса и интенсивные рубки до 1989 г. Кроме того, новые знания о восстановительно-возрастной динамике кедровых лесов предоставляют возможность отнесения к ним потенциальных кедровников, т. е. насаждений коротко-производных березняков и осинников с наличием в подросте и втором ярусе кедра, что позволит установить реальную площадь молодняков и средневозрастных насаждений кедра, которая отсутствует в официальном учете лесного фонда [12, 21, 16, 30, 19, 4, 29].

В соответствии с Руководством... (1990), кедровые леса на основе комплексной оценки разделяются на хозяйственные категории – типы комплексного пользования. Принцип их выделения заключался в объединении лесных массивов или отдельных участков леса, однородных по условиям местопроизрастания, выполняемым функциям, строению насаждений, их ресурсно-экологической и селекционной оценке, в которых необходимо проведение однородных хозяйственных мероприятий. По сути, хозяйственные категории – типы комплексного использования, тождественны хозяйственным секциям, выделяемым лесоустройством для организации и ведения хозяйства в лесных объектах.

Вышеуказанные рекомендации Руководства... применялись на практике чаще всего фрагментарно, а качество проведения хозяйственных мероприятий более всего зависело от отношения работников к поставленным задачам [6].

Существует ошибочное мнение, что «проблема кедра» обострилась в начале XXI века в связи с изменением условий использования кедровых лесов. На основе методологического подхода разрабатывается и формируется схема класси-

фикации комплексного использования кедровых лесов для достижения целей устойчивого лесопользования. Фактически эта схема завуалированно повторяет классификацию хозяйственных категорий – типов комплексного пользования Руководства... (1990). В общем виде она сводится к трем основным приоритетным видам лесопользования: экологическое, недревесное ресурсное и пользование древесными ресурсами. В рамках этих видов лесопользования В. И. Желдак [6] рекомендует выделять типы приоритетно-целевого назначения лесов, которые явно усложняют организацию лесопользования в кедровых лесах.

Стратегия комплексного лесопользования должна иметь четкую практическую направленность, понятную для специалистов лесного хозяйства. По мнению Б. Е. Чижова, И. А. Бежа [29], важно не увеличивать площади кедровых лесов, а сохранить существующие и потенциальные кедровники и перевести кедровое хозяйство на интенсивный и рентабельный уровень. Расходы на ведение хозяйства следует дифференцировать, исходя из целевого назначения конкретных типов комплексного пользования.

Особо важной является проблема проведения рубок в кедровых лесах. Предыдущее изложение убедительно показывает необходимость их назначения и проведения. Следует провести тщательный анализ различного вида рубок, осуществленных в лесных районах Сибири.

Из вышеизложенного следует, что проблемой является разработка и внедрение научно обоснованных методов ведения рубок в кедровых лесах, направленных на их полноценное восстановление. Для этого необходимо получение законодательного разрешения на выполнение опытных научных работ по разработке новых методов и способов рубок в кедровых лесах, способствующих сохранению и поддержанию их экологических и биосферных функций.

Заключение

В практике лесного хозяйства всегда актуальным является вопрос – что считать кедровыми лесами? Требования лесоустроительных инструкций по отнесению кедра к преобладающей породе постепенно менялись в сторону уменьшения единиц в составе насаждений: от 4–5 единиц по лесоустроительной инструкции 1964 г. до 2–3 единиц по лесоустроительным инструкциям последних лет. На наш взгляд, это связано с надуманной проблемой «спасения» кедра.

По действующей лесоустроительной инструкции (2022) и Руководству... (1990) кедровыми лесами являются насаждения с долей участия кедра в составе 3 единицы и более. По мнению Н. М. Дебкова [4, с. 37], «Необходимо рассмотреть возможность рубки псевдокедровых насаждений с долей кедра 3–4 ед. в составе, где преобладают другие породы. Часто можно встретить насаждения, в которых насчитываются 30–40 деревьев кедра диаметром примерно 60–80 см (на завершающей стадии восстановительно-возрастной динамики) и 500–1000 деревьев других пород (если посчитать запас, то там не менее 3 ед. кедра, по сути же, это не кедровник). В таких насаждениях, как показала практика, лесопромышленный интерес представляет не кедр, а сопутствующие породы в количестве 6–7 ед. по запасу. Также необходимо установить для кедровников критерии по гу-

стоте как это принято для лесосеменных плантаций (например, не менее 120 экз. кедрa). Логика следующая: если речь идет о кедре как об орехоплодной породе, то почему до сих пор отнесение к кедровникам рассчитывается исходя из запаса древесины?». Учитывая вышеизложенное, целесообразнее считать кедровыми насаждения с долей участия в составе 4–5 единиц, в зависимости от типологической и возрастной структуры.

Следует вернуться к 20-летним классам возраста кедровников. Переход на 40-летние классы возраста был вызван в свое время гиперболизацией естественной спелости кедровников [23–24]. Исследования лаборатории лесоустройства и лесной таксации Института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН на постоянных пробных площадях в Саянах не подтвердили вывод уральских ученых [20, 22, 12, 21, 16, 26].

Вопрос о рубках в кедровых лесах всегда стоял очень остро. Одна часть исследователей и практиков считает, что при рубке кедрa к нему надо относиться так же, как и другим хвойным породам. Другая часть полагает, что сплошные рубки в кедровых лесах должны быть запрещены, а их проведение возможно только выборочными способами.

По Н. П. Поликарпову [15, с. 45], «можно ли сейчас ставить вопрос о повсеместном запрещении рубок в кедровниках? Мы считаем – нет, это было бы непозволительной роскошью». Он указывает, что комплексное хозяйство в кедровых лесах может быть доходным только при условии пользования древесиной. Эта точка зрения возобладала при разработке «Руководства...».

На наш взгляд, так называемая «проблема кедрa» заключается не в том, что его надо спасать от вырубki и др., а в том, что его надо спасать от деградации в результате необоснованных запретов рубок, которые ведут к накоплению перестойных (буреломных, сухостойных, пожароопасных) древостоев. Исходя из этого вывода и необходимо разрабатывать стратегию комплексного лесопользования в кедровых лесах Сибири, исключая бесхозяйственные потери ценной кедровой древесины.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бобринев В. П., Пак Л. Н., Фищенко В. В. Кедровые леса Восточного Забайкалья. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. 264 с.
2. Воевода И. Н., Рузманов Я. С. Стратегия освоения кедровых лесов Сибири // Лесная пром-сть, 1979. № 4. С. 17–18.
3. Воробьев В. Н. Биологические основы комплексного использования кедровых лесов. Новосибирск: Наука, 1983. 254 с.
4. Дебков Н. Опыт ведения лесного хозяйства в кедровых лесах в период запрета промышленной рубки // Устойчивое лесопользование. 2015. № 3(43). С. 32–37.
5. Добровольский В. К. Кедровые леса СССР и их использование. М.: Изд-во «Лесная пром-сть», 1964. 187 с.
6. Желдак В. И. Концептуальная схема классификации комплексного использования и целевого назначения кедровых лесов для обеспечения устойчивого лесопользования // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015. № 3. С. 62–69.
7. Кедровые леса Сибири / Семечкин И. В., Поликарпов Н. П., Ирошников А. И. и др. Новосибирск: Наука, 1985. 258 с.

8. Колесников Б. П., Смолоногов Е. П. Некоторые закономерности возрастной и восстановительной динамики кедровых лесов Зауральского Приобья // Проблемы кедра. Материалы научно-производственной конференции по комплексному использованию и воспроизводству кедровых лесов. 15–17 сентября 1959 г. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1960. С. 21–31.
9. Крылов Г. В. Народнохозяйственное значение кедровых лесов и задачи лесоводственной науки // Использование и воспроизводство кедровых лесов. Новосибирск: Наука, 1971. С. 5–15.
10. Крылов Г. В., Таланцев Н. К., Козакова Н. Ф. и др. Кедр. М.: Лесн. пром-сть, 1983. 216 с.
11. Лебков В. Ф. Организация хозяйства в горных лесах Южной Сибири. Красноярск: Красноярское книжное изд-во, 1967. 288 с.
12. Основы управления лесами Сибири / Соколов В. А. Красноярск: Изд-во СО РАН, 1997. 308 с.
13. Парфенов В. Ф. Комплекс в кедровом лесу. М.: Лесн. пром-сть, 1979. 240 с.
14. Поликарпов Н. П. Горные кедровые леса Сибири и научные основы лесоводственных мероприятий в них. Красноярск: Красноярское книжное изд-во, 1966а. 34 с.
15. Поликарпов Н. П. Рубки и возобновление в кедровниках // Рубки и возобновление в лесах Восточной Сибири. Материалы межобластной конференции по обмену опытом. Красноярск: Красноярское книжное изд-во, 1966б. С. 45–82.
16. Поляков В. И. Черневые кедровники Западного Саяна: контроль и прогнозирование хода роста. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. 181 с.
17. Седых В. Н. Формирование кедровых лесов Приобья. Новосибирск: Наука, 1979. 110 с.
18. Седых В. Н. Проблема кедра. Существует ли она? // Базовые проблемы перехода к устойчивому управлению лесами России – учет лесов и организация лесного хозяйства. Материалы международного семинара. 6–7 декабря 2007 г. Красноярск, 2007. С. 55–57.
19. Седых В. Н. Динамика равнинных кедровых лесов Сибири. Новосибирск: Наука, 2014. 232 с.
20. Семечкин И. В. Правильный учет кедровых лесов – основа их рационального использования // Использование и воспроизводство кедровых лесов. Новосибирск: Наука, 1971. С. 43–59.
21. Семечкин И. В. Структура и динамика кедровников Сибири. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. 253 с.
22. Семечкин И. В., Поликарпов Н. П., Ирошников А. И. и др. Кедровые леса Сибири. Новосибирск: Наука, 1985. 258 с.
23. Смолоногов Е. П. Эколого-географическая дифференциация и динамика кедровых лесов Урала и Западно-Сибирской равнины (эколого-лесоводственные основы оптимизации хозяйства). Свердловск: УрО РАН, 1990. 258 с.
24. Смолоногов Е. П., Поздеев Е. Г. Организационные основы ведения хозяйства в кедровых лесах Урала и Западно-Сибирской равнины (пособие для работников лесного хозяйства). Екатеринбург, 1995. 106 с.
25. Соколов В. А. Организация хозяйства по составляющим породам в лесах Восточного Саяна // Лесное хоз-во. 1987. № 2. С. 54–56.
26. Соколов В. А., Кузьмик Н. С. Оценка кедровых лесов Сибири // Лесное хозяйство. 2013б. № 6. С. 13–14.
27. Спиридонов Б. С. Экономические основы комплексного использования кедровых лесов Сибири. М.: Наука, 1968. 168 с.
28. Хлатин С. А. Хозяйство в кедровых лесах. М.: Лесн. пром-сть, 1966. 212 с.
29. Чижев Б. Е., Бех И. А. Кедровые леса Западно-Сибирской равнины, хозяйство в них. Пушкино: ВНИИЛМ, 2014. 164 с.
30. Шушпанов А. С., Кузьмичев В. В. Прогноз сукцессий в лиственных и кедровых лесах Восточного Саяна // Вестник КрасГАУ. 2013. № 1. С. 79–84.

О. В. Климов^{1✉}, С. П. Казьмин²

Экологическое состояние водного объекта у санатория «Берёзка» в Красноярском крае

¹Сибирский региональный научно-исследовательский гидрометеорологический институт,
г. Новосибирск, Российская Федерация

²Западно-Сибирское отделение Института леса им. В. Н. Сукачёва СО РАН - филиал ФГБНУ
«Федеральный исследовательский центр "Красноярский научный центр СО РАН"»,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: klimov@sibnigmi.ru

Аннотация. В прошлом веке в 25 км от города Зеленогорска Красноярского края на искусственном водохранилище реки Большая Камала был создан санаторий «Берёзка». В конце столетия вода в водоёме начала интенсивно цвести, увеличился слой ила. Было принято решение очистки ложа водохранилища путём спуска воды. Бульдозеры соскребали ил со дна водоёма. Часть ила вывозили на машинах, а часть из-за нехватки техники сгребали с левого и правого берега к центру, тем самым частично перегородив правую часть водохранилища от левой косой, протяжённостью около 300 м, почти на половину уходящей в центр водоёма. Ширина косы в некоторых местах составила 9 метров. Водоём вновь заполнили «чистой» водой. В 2016 году находиться на его берегу было неприятно: хлопья сине-зелёных водорослей на поверхности, неприятный резкий запах, очень низкая прозрачность. Возможными причинами высокой степени эвтрофирования водохранилища на реке Большая Камала, проявляющемся в интенсивном цветении сине-зелёными водорослями могут быть снижение проточности из-за зарегулирования речного стока, поступлении биогенных элементов веществ из затопленных почв, с промышленными, хозяйственно-бытовыми и сельскохозяйственными стоками, из донных отложений, разлагающихся остатков фитопланктона и высшей водной растительности. Водоохранилище на реке Большая Камала, являясь характерным равнинным водохранилищем, обладает низкой проточностью, высоким содержанием органического вещества, подвергается всем факторам техногенеза, так как река проходит через населённые пункты вверх по течению и проходит вдоль железной дороги. Было предположено, что тормозящим фактором эффективности искусственной альголизации водохранилища на р. Большая Камала является антропогенное влияние, заключающееся в создании косы, которая привела к снижению проточности, повышению температуры воды, интенсивному цветению ядовитыми сине-зелёными водорослями.

Ключевые слова: озеро, илистость, цветение, водохранилище, антропогенное происхождение

O. V. Klimov^{1✉}, S. P. Kazmin²

The ecological state of the water body at the «Berezka» sanatorium in the Krasnoyarsk territory

¹Siberian Regional Research Hydrometeorological Institute, Novosibirsk, Russian Federation

²West Siberian Branch of the Sukachev Institute of Forest SB RAS - Branch of the Federal
Research Center "Krasnoyarsk Science Center", Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: klimov@sibnigmi.ru

Abstract. In the last century, the Berezka sanatorium was created 25 km from the city of Zelenogorsk in the Krasnoyarsk Territory on an artificial reservoir of the Bolshaya Kamala River. At the end of the century, the water in the reservoir began to bloom intensively, and the silt layer increased. It was decided to clean the reservoir bed by draining the water. Bulldozers were scraping silt from the bottom of the reservoir. Some of the silt was removed by cars, and some, due to lack of equipment, were raked from the

left and right banks to the center, thereby partially blocking the right side of the reservoir from the left oblique, about 300 m long, almost half extending into the center of the reservoir. The width of the spit in some places was 9 meters. The reservoir was filled with "clean" water again. In 2016, it was unpleasant to be on its shore: flakes of blue-green algae on the surface, an unpleasant pungent smell, and very low transparency. Possible reasons for the high degree of eutrophication of the reservoir on the Bolshaya Kamala River, manifested in the intense blooming of blue-green algae, may be reduced flow due to overregulation of river flow, the influx of nutrients from flooded soils, industrial, domestic and agricultural runoff, from bottom sediments, decomposing remnants of phytoplankton and higher aquatic vegetation. The reservoir on the Bolshaya Kamala River, being a characteristic lowland reservoir, has a low flow rate, a high content of organic matter, and is subject to all factors of technogenesis, since the river passes through populated areas upstream and runs along the railway. It was assumed that the inhibiting factor of the effectiveness of artificial algolization of the reservoir on the Bolshaya Kamala River is the anthropogenic influence, which consists in the creation of a spit, which led to a decrease in flow, an increase in water temperature, and an intense flowering of poisonous blue-green algae.

Keywords: lake, siltiness, flowering, reservoir, anthropogenic origin

Введение

ФГБУ «СибНИГМИ» в период 17–19 сентября 2024 г. были проведены исследования гидрологического режима и русловых процессов на водохранилище у санатория «Берёзка», расположенного в 25 км от г. Зеленогорска Красноярского края на водотоках Большая Камала и Сыргил. Цель работ – определить возможность и целесообразность выполнения дноуглубительных работ для установления и поддержания благоприятных экологических условий на водохранилище. В состав работ входили: сбор и систематизация исходных данных; анализ многолетних данных по уровневому режиму, расходам воды, изменений русла на основе имеющихся навигационных карт, русловых и спутниковых съемок; натурные наблюдения для получения исходных данных о гидрологическом режиме водных объектов. Гидрометеорологические изыскания проводились в соответствии с требованиями действующих нормативных документов [1-4].

В административном отношении рассматриваемый район находится в южной части Красноярского края. Поверхность территории полого-увалистая равнинная, расчленённая долинами рек с пологими склонами и заболоченными днищами, балками и оврагами, охватывает в основном территорию занятой лесостепью. По гидрологическому районированию территория относится к Красноярско-Рыбинскому району [5]. Река Большая Камала является левым притоком реки Кан, длина водотока – 56 км, площадь водосбора – 460 км². В гидрологическом отношении Большая Камала и Сыргил являются неизученными реками. Пункты наблюдений за водным режимом рек по данным Росгидромета отсутствуют. Водохранилище создано грунтовой плотиной. Назначение – рекреационное. Режим регулирования – сезонный. Максимальная глубина – 3,82 м, средняя глубина – 2,19 м. Площадь зеркала при НПУ – 0,32 км². Полный объем водохранилища (при НПУ) – 0,85 млн. м³. Полезный объем водохранилища – 0,80 млн. м³. Годовой ход уровня воды в водохранилище характеризуется периодами весеннего наполнения с одновременной сработкой в летне-осенний и зимний периоды.

Методы и материалы

В состав полевых работ включались: промеры глубин на водоёме, расположенном на реке Большая Камала; измерение скорости течения и расходов воды

на водотоках Большая Камала и Сыргил; отборы проб воды для определения химического состава, следующих ингредиентов: азот аммонийный, азот нитритный, гидрокарбонаты, ХПК, нитраты, нефтепродукты, гидрокарбонаты, хлориды, марганец, магний, медь, цинк, алюминий, кальций, натрий и калий. Для получения морфометрических характеристик водохранилища проводилась батиметрическая съёмка рельефа дна водоёма по профилям.

Для уточнения рельефа дна акватории водохранилища с помощью навигационного эхолота Fishfinder 250, установленного на маломерном судне, были проведены промеры глубин дна в 50 точках. Результаты батиметрической съёмки послужили исходным материалом для построения цифровой модели карты в масштабе 1:10 000 с использованием программного пакета ArcInfo 9.3. На карте дано изображение подводного рельефа при помощи изобат (линий равных глубин). Сечение изобат проведено через 1 м. Для большей наглядности карта дополнена послойной окраской синих оттенков (рис. 1).

Согласно данным наблюдений максимальная длина водоёма по руслу реки составила в период измерений 837 м, средняя ширина около 320 м, средняя глубина – 2,24 м. Полный объём – 599962 м³, площадь зеркала – 0,27 км². Рельеф дна является одним из факторов, влияющих на экологическую ситуацию водоёма. Оказывая воздействие на направление и скорость придонных течений, он в большей степени определяет пути переноса загрязняющих веществ и области их накопления. Рельеф дна озера (пруда) в целом выровненный и не имеет резких перепадов. Отмечаются отдельные локальные впадины. Максимальные глубины дна зафиксированы в нижней зоне водоёма в районе дамбы (до 3,5–4,0 м) и ~ 200 м севернее санатория «Берёзка» (до 4,5 м). В прибрежной части выделяется мелководная зона, в пределах которой глубина изменяется от 0 до 2 м.

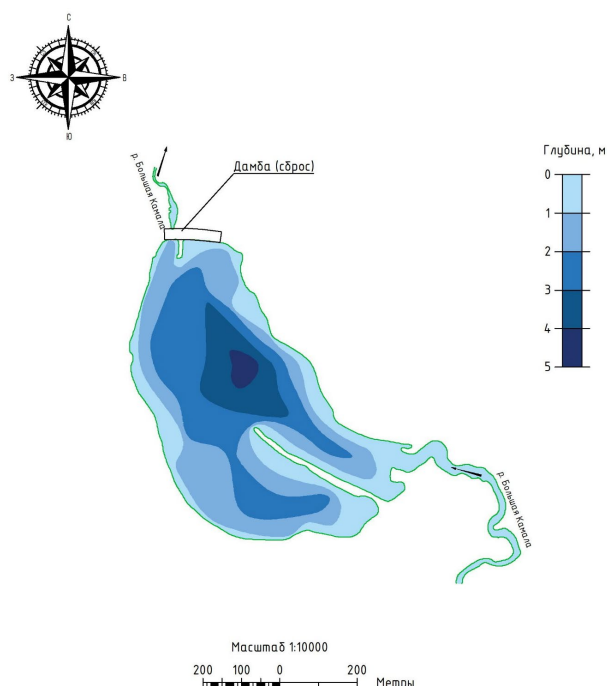


Рис. 1. Батиметрическая карта водохранилища на р. Большая Камала

В период наблюдений производилось обследование водоохранной зоны вдоль побережья пруда с различной растительностью, при котором определялось наличие эрозионных процессов на пойме. При дешифрировании и анализе космоснимков, топокарт различного масштаба выявлено состояние экосистем – природные и естественные ландшафты и нарушенные антропогенные площади на исследуемых участках. Поток поверхностных и подземных вод зависит от геоморфологии и направлен от возвышенных поверхностей в сторону понижения.

Результаты

Проведённые исследования показали, что загрязнение водохранилища является аллохтонным (привнесённым). Постоянное поступление в водоём биогенных веществ от промышленных и сельскохозяйственных предприятий, расположенных вверх по течению реки Большая Камала, способствуют бурному размножению сине-зелёных водорослей и снижают эффективность работы хлореллы. Коса, перегораживающая водоём, антропогенного происхождения. В результате очистки ложа от донных отложений, препятствует проточности воды, являясь причиной повышением температуры в воде и загрязнения водоема. Искусственно созданная коса способствует повышению уровня грунтовых вод в водоохранной зоне и заболачиванию площадей, приближенных к урезу воды в пруду.

В 2015–2016 гг. было проведено исследование трофического состояния водоема. В результате была выявлена проблема интенсивного загрязнения водохранилища, расположенного на территории санатория-профилактория «Березка». Проблема эта заключалась в неудовлетворительных показателях прозрачности воды (7 см), высокой концентрации хлорофилла, низком содержании растворенного в воде кислорода, неприятный запах, наличие на поверхности хлопьев водорослей. Все это указывало на наличие процессов, ведущих к его превращению в болото, статус водоема был определен, как «высокоэвтрофный».

Возможными причинами высокой степени эвтрофирования водохранилища р. Большая Камала, проявляющемся в интенсивном цветении сине-зелёными водорослями могут быть снижение проточности из-за зарегулирования речного стока, поступлении биогенных элементов веществ из затопленных почв, с промышленными, хозяйственно-бытовыми и сельскохозяйственными стоками, из донных отложений, разлагающихся остатков фитопланктона и высшей водной растительности. Водоохранилище р. Большая Камала, являясь характерным равнинным водохранилищем, обладает низкой проточностью, высоким содержанием органического вещества, подвергается всем факторам техногенеза, так как река проходит через населенные пункты вверх по течению и проходит вдоль железной дороги.

Для поиска источника загрязнения были выбраны 8 станций вдоль р. Большая Камала и ее притоков, предположительно претерпевающие антропогенное влияние. Химический и гидробиологический анализы проб воды по станциям исследования указывает на негативное влияние г. Бородино на качество воды р. Ирша (левого притока р. Большая Камала) и, следовательно, водотока Большая Камала. Вместе с тем, на подходе к водохранилищу у санатория «Берёзка» качество воды заметно улучшается, что можно объяснить интенсивностью процессов самоочищения. Изменение качества воды также наблюдается в левой (юго-восточной) части водохранилища, лишенного проточности из-за косы, протяженностью около 300 м.

Заключение

Химсостав и характерные черты гидрохимического режима поверхностных вод обуславливаются комплексом природных факторов, основными из которых являются климатические условия, геолого-геоморфологическое строение территории, характер почв и растительного покрова, а также влиянием техногенеза. Взвешенные частицы уменьшают прозрачность воды, тем самым уменьшая проникновение в нее света, что в свою очередь снижает фотосинтез водных растений и аэрацию водной среды. Взвешенные вещества влияют на температуру и состав растворенных компонентов поверхностных вод, они способствуют заилению дна в зонах с малой скоростью течения, оказывают неблагоприятное воздействие на жизнедеятельность водных организмов. Взвешенные вещества – это гумусовые соединения либо примеси, содержащие в своем составе железо. Количество данных веществ зависит от природных условий, где находится водоём. Нерастворенные формы частиц представлены в минеральном виде - частицы песка, глины, в форме органических веществ техногенной природы – нефтепродуктов и т.п. Содержание нитратов определяет потенциальную продуктивность водоёмов и имеет важное значение для рыбохозяйственных целей. Присутствие значительных количеств азотистых соединений является одним из показателей загрязнения поверхностных вод.

Таким образом, тормозящим фактором в эффективности, проводимых мероприятий по искусственной альголизации водохранилища р. Большая Камала, является антропогенное влияние, заключающееся:

- в создании косы, которая привела к снижению проточности, повышению температуры воды, интенсивному цветению ядовитыми сине-зелеными водорослями;
- поступление загрязняющих веществ от притоков, в частности, от реки Ирша, проходящую через г. Бородино.

Благодарности

Исследование выполнено в соответствии с договором №2024-53/ВБ от 17.10.2024г. между ИГиМ СО РАН и ФГБУ «СибНИГМИ» - «Выполнение научно-исследовательских работ по разработке обоснованных предложений о необходимости проведения дно-углубительных работ и оценке их влияния на гидрологический режим на участке р.Большая Камала, ручей Сыргил и озера на реке Б.Камала».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. "Об утверждении форм и порядка представлений сведений, полученных в результате наблюдений за водными объектами, заинтересованными федеральными органами исполнительной власти, собственниками водных объектов и водопользователями". Приказ МПР РФ от 6 февраля 2008 г., № 30 (ред. от 13.04.2012 с изменениями, вступившими соответственно 14.09.2012 и 03.05.2015).
2. Правила гидрографической службы. Съёмка рельефа дна: требования и методы. - МО СССР, ГУНиО, 1984. - 264 с.
3. Водный кодекс Российской Федерации от 3 июня 2006 года, № 74-ФЗ (с изменениями от 30.12.2023года). - М.: ЗАО "Кодекс", 2011. - 69 с.
4. СП-33-101-2003. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. Издание официальное.. - М.: Госстрой России 2004. - 74 с.
5. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т.16. Ангара-Енисейский район. Вып.1. Енисей.- Л., Гидрометеиздат, 1973. -723 с.

© О. В. Климов, С. П. Казьмин, 2025

С. В. Жила^{1✉}, Е. А. Тюткова¹, И. В. Фуряев¹

Перспективы лесоправления в нарушенных темнохвойных насаждениях Сибири

¹Институт леса им. В. Н. Сукачева ФИЦ КНЦ СО РАН,
г. Красноярск, Российская Федерация
e-mail: getgain@mail.ru

Аннотация. В последние десятилетия темнохвойные леса Сибири подвергаются масштабной деградации из-за инвазии уссурийского полиграфа (*Polygraphus proximus* Blandford). Этот агрессивный ксилофаг, ранее не характерный для сибирских экосистем, стал ключевым фактором ослабления пихтовых насаждений в Красноярском крае. В сочетании с климатическими изменениями (рост температур, засухи) это привело к катастрофической гибели лесов в южных и центральных районах Сибири. Сохранение темнохвойных лесов Сибири требует комплексного подхода, сочетающего в себе мониторинг и прогнозирование за состоянием древостоев в нарушенных насаждениях, санитарные и лесовосстановительные меры, биологические методы борьбы с вредителями и долгосрочную адаптацию лесного хозяйства к климатическим изменениям. Также важным направлением является не только адаптация нормативной базы, но и разработки научно-обоснованных подходов переработки сухостойной древесины. В данной работе приведены современные стратегии лесоправления в условиях массового усыхания темнохвойных древостоев.

Ключевые слова: нарушенные пихтовые насаждения, изменения климата, инвазия полиграфа уссурийского, пожарная опасность темнохвойных насаждений, отпад древесины, лесоправление, основные полимерные компоненты

S. V. Zhila^{1✉}, E. A. Tyutkova¹, I. V. Furyaev¹

Prospects for forest management in disturbed dark coniferous forests of Siberia

¹V. N. Sukachev Institute of Forest SB RAS, Krasnoyarsk, Russian Federation
e-mail: getgain@mail.ru

Abstract. In recent decades, dark coniferous forests of Siberia have been subject to large-scale degradation due to the invasion of four-eyed fir bark beetle (*Polygraphus proximus* Blandford). This aggressive xylophage, previously uncharacteristic of Siberian ecosystems, has become a key factor in the weakening of fir stands in the Krasnoyarsk Territory. In combination with climate change (rising temperatures, droughts), this has led to catastrophic forest loss in the southern and central regions of Siberia. Preservation of dark coniferous forests of Siberia requires a comprehensive approach that combines monitoring and forecasting the condition of stands in disturbed stands, sanitary and forest restoration measures, biological methods of pest control and long-term adaptation of forestry to climate change. Another important area is not only the adaptation of the regulatory framework, but also the development of scientifically based approaches to the processing of dead wood. This paper presents modern forest management strategies in the context of massive drying out of dark coniferous stands.

Keywords: damaged fir stands, climate change, invasion of four-eyed fir bark beetle, fire hazard of dark coniferous stands, timber loss, forest management, main polymer components

Введение

Бореальные лесные экосистемы Сибири представляют собой важнейший компонент глобальной климатической системы, выполняя функцию существенного стока атмосферного углерода [1]. Согласно современным исследованиям [1,2], их углерододепонирующая способность оказывает компенсаторное воздействие на углеродный баланс, нивелируя часть эмиссий, генерируемых тропическими лесными массивами и североамериканскими бореальными лесами. В условиях антропогенных климатических изменений поддержание экосистемных функций российских бореальных лесов становится стратегически важной задачей для обеспечения глобальной экологической устойчивости и стабилизации климатической системы. Темнохвойные лесные экосистемы на обширных территориях Сибири ежегодно испытывают комплексное негативное воздействие биотических и абиотических факторов, таких как, массовые размножения насекомых-ксилофагов, распространение фитопатогенов, пирогенную нагрузку, все эти факторы неминуемо ведут к трансформации лесорастительных условий [3,4]. Указанные изменения обуславливают устойчивую тенденцию к сокращению площадей коренных темнохвойных насаждений, что актуализирует необходимость разработки научно обоснованных подходов к адаптивному управлению лесными ресурсами.

Масштабное усыхание темнохвойных лесов, вызванное инвазией уссурийского полиграфа (*Polygraphus proximus* Blandford), наблюдается на территории Сибири уже свыше десятилетия [5,6]. Экспансия данного фитофага существенно интенсифицировалась вследствие учащения экстремальных засушливых периодов, зарегистрированных в последние десятилетия, что привело к значительному снижению резистентности темнохвойных древостоев [7].

Согласно современным прогнозам, ожидается дальнейшая экспансия вторичного ареала уссурийского полиграфа с образованием новых очагов инвазии. На текущий момент наблюдается полная колонизация вредителем территории от южных до восточных и западных границ региона, охватывающей все равнинные и предгорные лесные массивы с участием пихты сибирской (*Abies sibirica* Ledeb.). Особую тревогу вызывает активная экспансия вида в северном направлении [8,9].

Массовое усыхание и гибель темнохвойных древостоев в нарушенных насаждениях, неизбежно приводит к трансформации лесного полога, насаждения утрачивают свои важнейшие экологические функции: водоохранную, средообразующую и углерододепонирующую [10].

Массовый отпад деревьев в нарушенных темнохвойных насаждениях способствует увеличению запасов горючих материалов. Меняющиеся вследствие инвазии вредителя лесорастительные условия, приводят к увеличению запаса крупнотравных видов и как следствии большей пожароопасности. Запас живого напочвенного покрова в нарушенных насаждениях увеличился более чем в два раза по сравнению ненарушенными [11,12].

Современные экологические и экономические условия диктуют необходимость разработки научно обоснованных подходов к утилизации и дальнейшего применения сухостойной древесины в деградированных лесных массивах. Как показывают исследования [13,14] данный ресурс обладает значительным потен-

циалом для многоцелевого использования при условии соблюдения экологических и технологических требований.

Исходя из вышесказанного, необходимо всесторонне изучить степень деградации нарушенных темнохвойных насаждений, а также их дальнейшую трансформацию. Важной задачей, с точки зрения эффективного лесопользования является реализация потенциала сухостойной древесины, путем её переработки в продукцию с высокой добавленной стоимостью.

Методы и материалы

Для оценки нарушенности и перспектив восстановления, поврежденных уссурийским полиграфом насаждений нами, было заложено четыре пробные площади (ПП) с разной степенью деградации древесного полога. Изучаемые пробные площади разделены по степени давности воздействия короеда. На ПП1 и ПП2, расположенных в Мининском лесничестве (55°99'с.ш. и 92°06'в.д.), было зафиксировано значительное усыхание древесного полога (до 80 %). На ПП3 и ПП4, расположенных в Емельяновском лесничестве (56°13'с.ш. и 91°59'в.д.), усыхание пихты составило 45-50 %.

Район исследований относится к Среднесибирской равнине, расположен в ее южно-таежной части, на стыке с горной системой Восточного Саяна. Район входит в территорию водораздела бассейнов рек Оби и Енисея, для которого характерно наличие обширных плоскогорий, а также плоских водораздельных гор, высотой до 877 м. Климат района умеренно-континентальный, с холодной длинной, зимой и жарким, коротким летом. Для района характерно достаточное и даже избыточное количество осадков. Почвы подзолистые, имеют развитый гумусовый горизонт, выраженную кислую реакцию.

Темнохвойные насаждения с преобладанием пихты сибирской (*Abies sibirica* Ledeb.) относятся к крупнотравно-зеленомошному типу леса. Древостои одноярусные, с хорошо развитым подлеском из спиреи (*Spiraea salicifolia* L.), рябины (*Sorbus aucuparia* L.) и малины лесной (*Rubus idaeus* L.). Средний возраст древостоев составляет 120-130 лет. Древостои в насаждениях относятся к III классу бонитета, средний диаметр варьирует от 18 до 22 мм, средняя высота от 20 до 25 м, полнота 0,5-0,7.

Для определения жизненного состояния нарушенных насаждений, в следствии инвазии полиграфа уссурийского, на пробных площадях проведено обследование насаждений в соответствии с общепринятыми таксационными методиками. На каждой пробной площади закладывались 50-ти метровые трансекты, на которых проводились работы по учету отпада деревьев, после вспышки уссурийского полиграфа (*Polygraphus proximus* Blandford).

В ходе проведенной работы были взяты керны из деревьев пихты погибшей в результате воздействия короеда. После подготовки образцов проводились дендрохронологические исследования, с применением современного оборудования, для определения возраста гибели деревьев на пробных площадях с применением перекрёстной датировки.

Для изучения перспектив дальнейшей переработки мертвой древесины производили оценку содержания в ней основных полимерных компонентов, с применением метода термического анализа (термогравиметрия (ТГ)). Для этого брались

образцы древесины (сквозные керны) на высоте 1,3 м у четырех групп деревьев. Первая группа – контрольные насаждения пихты сибирской (5 шт.) (контрольная площадь – ТГ0), вторая группа – насаждения пихты сибирской давности гибели 5 лет (5 шт.) (ТГ5), третья группа – насаждения пихты сибирской давностью гибели 10 лет (5 шт.) (ТГ10), четвертая группа – насаждения пихты сибирской давностью гибели 20 лет (5 шт.) (ТГ20). Образцы аккуратно измельчали в древесную пыль, кондиционировали в течении трех недель при относительной влажности воздуха ~ 65 %, затем измеряли с использованием метода термического анализа.

Результаты

В ходе исследования жизненного состояния темнохвойных насаждений с доминированием пихты сибирской (*Abies sibirica* Ledeb.), подвергшихся воздействию уссурийского полиграфа (*Polygraphus proximus* Blandford), проводилась комплексная оценка, учитывались такие параметры как, степень деградации древостоев, экологические последствия инвазии, а также временная динамика повреждений.

Анализ полученных данных выявил выраженную корреляцию между такими параметрами как интенсивностью патологических изменений, продолжительностью воздействия инвазионного вида и глубиной экологических последствий.

На пробных площадях ПП3 и ПП4, где первые признаки инвазии *P. proximus* были зарегистрированы приблизительно 10 лет назад, наблюдались начальные стадии деградации. В то время как площадях ПП1 и ПП2, испытывающей воздействие массовой популяции вредителя в течение уже 20 лет, зафиксированы катастрофические нарушения лесной экосистемы.

Проведенные исследования на пробных площадях выявили выраженную негативную динамику состояния древостоев, коррелирующую со степенью их нарушенности. Выявлено существенное сокращение доли витальных особей пихты сибирской (*Abies sibirica* Ledeb.) под воздействием ксилофага, с учетом давности инвазии наблюдается прогрессирующее увеличение доли ослабленных деревьев (на 25–40 %), деревьев в стадии усыхания (на 15–30 %), а также сухостойных стволов (до 35 % от общего состава). Ослабленные деревья характеризовались: заметно изреженной кроной, потерявшей цвет хвоей, сложно определяемым приростом текущего года, очень часто, у таких деревьев, были выявлены признаки суховершинности.

Массовая деградация и гибель древостоев в нарушенных лесных экосистемах, закономерно вызывает структурно-функциональную трансформацию лесного полога. Данный процесс сопровождается критическим снижением ключевых экосистемных функций.

Изучения содержания основных полимерных компонентов в древесине погибших деревьев проводили методом термического анализа. Данный метод рассматривается в настоящее время как комплексный и чувствительный метод быстрого обнаружения молекулярных различий (изменений) в древесине, пораженной грибными инфекциями [15], что крайне важно для оценки эффективного лесопользования и осуществления грамотной хозяйственной деятельности в нарушенных насаждениях.

Представленный аналитический метод получил широкое распространение в исследованиях физических характеристик древесного субстрата, обеспечивая

комплексную оценку межмолекулярных взаимодействий между основными структурными компонентами [16].

Образцы древесины пихты различались по содержанию гемицеллюлоз. Из рис. 1 видно, что с увеличением давности гибели насаждения снижается содержание гемицеллюлоз в клеточных стенках древесины пихты.

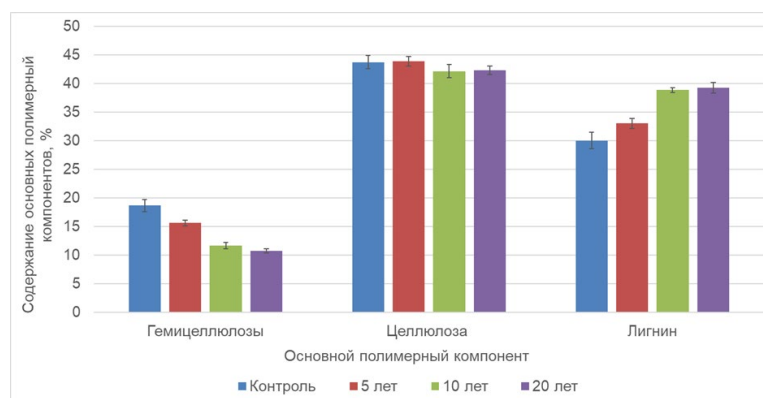


Рис. 1. Распределение основных полимерных компонентов в древесине в зависимости от давности гибели древостоев

В образцах ТГ20 содержание гемицеллюлоз уменьшилось на 72 % по сравнению с таковыми из ТГ0. Полученные данные дают нам право предполагать, что в образцах из ТГ5-ТГ20 может развиваться бурая гниль [17]. Грибы бурой гнили разрушают гемицеллюлозу и целлюлозу, которые формируют структуру древесины. Целлюлоза разрушается перекисью водорода (H_2O_2), которая образуется при распаде гемицеллюлозы. В результате этого типа гниения древесина сжимается, приобретает коричневую. Кроме того, было обнаружено постепенное увеличение содержания лигнина в образцах древесины пихты из ТГ5-ТГ20. Установлено, что древесина пихты из ТГ10 и ТГ20 содержит на 30 % лигнина в клеточных стенках по отношению к ТГ0. Лигнин – это биополимер, который соединяется с целлюлозой, образуя лигноцеллюлозный комплекс, который придает прочность и долговечность клеточным стенкам растений. Из-за своей высокой стабильности лигнин не может быть разрушен путем простого разложения. Повышение содержания лигнина в клеточных стенках образцов пихты из насаждений, нарушенных полиграфом уссурийским может быть объяснено сложным процессом разрывов связей в лигноуглеводной матрице между гемицеллюлозами и лигнином в процессе грибковой атаки.

Обсуждение

В условиях современных реалий, разработка и применение рационального использования сухостойной древесины в нарушенных темнохвойных насаждениях приобретает особую актуальность. Данный ресурс обладает значительным потенциалом для многоцелевого применения. Для успешного решения данной проблемы необходимо всестороннее изучение процессов деградации темнохвойных насаждений и их последующей трансформации. Научное обоснование использования сухостойной древесины должно включать комплексный анализ ди-

намики деградиационных процессов, оценку временных параметров трансформации древесного вещества и детальное изучение биохимических изменений в поврежденных древостоях.

С точки зрения эффективного лесоуправления, особую роль представляет реализация ресурсного потенциала сухостойной древесины путем ее переработки в продукцию с высокой добавленной стоимостью.

Перспективным направлением является разработка программ утилизации, учитывающих специфику лесного фонда определенного лесного района, наличие перерабатывающей инфраструктуры и рыночный спрос на продукцию. Только сочетание всех этих условий позволит создать комплексную систему управления ресурсами сухостойной древесины.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку и интегрированных решений, позволяющих максимально реализовать потенциал сухостойной древесины как важного ресурса для устойчивого развития лесного хозяйства в условиях меняющейся среды.

Заключение

Метод термогравиметрии показал свою эффективность при изучении изменения основных полимерных компонентов в древесине пихты, при поражении ее полиграфом уссурийским и в следствии поражения грибковой инфекцией.

Выявлен тренд на истощение гемицеллюлоз и целлюлозной компонент в образцах пихты сибирской при увеличении срока давности гибели насаждения.

Установлено, что содержание лигнина увеличивается в образцах древесины пихты из насаждений, погибших 10 и 20 лет назад. По-нашему мнению, грибы бурой гнили, разлагающие древесину, в первую очередь нацелены на углеводы, оставляя лигнин модифицированным и потенциально ценным для валоризации. Полученные данные позволят более точно и рационально планировать и осуществлять лесохозяйственную деятельность в нарушенных насаждениях.

Перспективным направлением для осуществления эффективной лесохозяйственной деятельностью является разработка, на основе полученных данных, научно обоснованных технологий утилизации сухостойной древесины, аккумулирующейся в нарушенных насаждениях. Решение этой комплексной задачи требует не только разработки прогностических моделей изменения физико-механических свойств древесины в зависимости от временного фактора нарушенности, но и изучения динамики биодеструкционных процессов в погибших древостоях, с учетом создания инновационных технологий переработки деградированной древесины.

Благодарности

Работа выполнена в рамках государственного задания Института леса ФИЦ КНЦ СО РАН - FWES-2024-0007.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Schepaschenko, D. Moltchanova, E. Fedorov, S. Karminov, V. Ontikov, P. Santoro, M. See, L. Kositsyn, V. Shvidenko, Romanovskaya A. Russian Forest Sequesters Substantially More Carbon than Previously Reported // Sci. Rep. 2021. 11. 12825.

2. Готье С., Бернье П., Куувилайнен Т., Швиденко А., Щепашенко Д. Бореальные леса и глобальные изменения // Устойчивое лесопользование. 2016. № 2(46). С. 2–7.

3. Voronin V. I., Sofronov A. P., Morozova T. I., Oskolkov V. A., Sukhovol'skii V. G., Kovalev A. V. The landscape-specific occurrence of bacterial diseases in dark-coniferous forests on Khamar-Daban range (Southern Cisbaikalia) // *Geogr. Nat. Resour.* 2019. № 4. P. 56–65.
4. Kharuk, V. I., Im, S. T., Petrov, I. A., Dvinskaya, M. L., Shushpanov A. S., Golyukov A. S. Climate-driven conifer mortality in Siberia // *Glob. Ecol. Biogeogr.* 2020. 30. P. 543–556.
5. Астапенко С. А., Ягунов М. Н., Голубев Д. В., Сашко Е. В. Оценка воздействия и распространения насекомых-вредителей в лесах Красноярского края на примере полиграфа уссурийского // *Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций: материалы IV Всерос. науч.-практ. конф., г. Железногорск, 2014 г.* Железногорск: СПСА, 2014. С. 46–51.
6. Баранчиков Ю. Н., Демидко Д. А., Лаптев А. В., Петько В. М. Динамика отмирания деревьев пихты сибирской в очаге уссурийского полиграфа // *Вестн. МГУЛ–Лесн. вестн.* 2014. Т. 18, № 6. С. 132–138.
7. Кривец С. А., Керчев И. А., Бисирова Э. М., Пац Е. Н., Чернова Н. А., Демидко Д. А., Мухортова Л. В., Пашенова Н. В., Петько В. М., Баранчиков Ю. Н. Механизмы экспансии и роль уссурийского полиграфа в современных сукцессионных процессах сибирской тайги: итоги трехлетних исследований // *Вредители и болезни древесных растений России. VIII Чтения памяти О.А. Катаева: материалы Междунар. конф. (Санкт-Петербург, 18-20 нояб. 2013 г.).* СПб., 2014. С. 41–42.
8. Soldatov V. V., Golubev D. V., Ostroshinskaya E. M., Gninenko Y. I. *Polygraphus proximus* in the Krasnoyarsk territory // *Invasive dendrophilous organisms: challenges and protection operations.* Pushkino: VNIILM. 2019. P. 104–109.
9. Полиграф уссурийский продолжает распространение в Красноярском крае. 25.11.2022. (Электронный документ) // (<https://krasnoyarsk.rcfh.ru/presscenter/novosti/poligraf-ussuriyskiy-prodolzhaet-rasprostranenie-v-krasnoyarskom-krae>). Проверено 12.11.2024.
10. Кривец С. А., Керчев И. А., Бисирова Е. М., Волкова Е. С., Астапенко С. А., Ефременко А. А., Косилов А. Ю., Кудрявцев П. П., Кузнецова Ю. П., Пономарев В. И., Потапкин А. Б., Тараскин Е. Г., Титова В. В., Шиловосов А. О., Баранчиков Ю. Н. Обзор современного вторичного ареала уссурийского полиграфа (*Polygraphus proximus* Blandford) на территории Российской Федерации // *Российский журнал биологических инвазий.* 2024. № 1. С. 49–69.
11. Бакшеева Е. О., Головина А. Н., Морозов С. А. Лесовозобновление и пожароопасность пихтовых насаждений, поврежденных полиграфом уссурийским // *Хвойные бореальной зоны.* 2021. т. XXXIX. № 6. С. 443–450.
12. Жила С. В., Фуряев И. В., Ковалева Н. М. Оценка запасов лесных горючих материалов в поврежденных полиграфом уссурийским пихтовых древостоях Красноярского края // *Сибирский лесной журнал.* 2023. № 6. С. 76–84.
13. Barrette J., Thiffault E., Saint-Pierre F., Wetzel S., Duchesne I., Krigstin S. Dynamics of dead tree degradation and shelf-life following natural disturbances: can salvaged trees from boreal forests ‘fuel’ the forestry and bioenergy sectors? // *Forestry: An International Journal of Forest Research.* 2015. № 88(3). P. 275–290.
14. Bowyer J. L., Shmulsky R., Haygreen J. G. *Forest Products and Wood Science // An Introduction.* 4th edn. Iowa State Press. 2007. – P. 576.
15. Slimen A., Barboux R., Mihajlovski A., Moularat S., Leplat J., Bousta F., Di Martino P. High diversity of fungi associated with altered wood materials in the hunting lodge of “La Muette”, Saint-Germain-en-Laye, France // *Mycol. Prog.* 2020. № 19. P. 139–146.
16. Gupta B. S., Bjorn, Jelle B. P., Tao Gao. Application of ATR-FTIR Spectroscopy to Compare the Cell Materials of Wood Decay Fungi with Wood Mould Fungin // *International Journal of Spectroscopy.* 2015. – P. 7.
17. Wei W., Tongqi Y., Baokai C., Yucheng D. Investigating lignin and hemicellulose in white rot fungus-pretreated wood that affect enzymatic hydrolysis // *Bioresource Technology.* 2013. V. 134. P. 381–385.

© С. В. Жила, Е. А. Тюткова, И. В. Фуряев, 2025

К. С. Байков¹✉, А. В. Паштецкий², В. А. Крючкова²

Растительные ресурсы России онлайн

¹Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Российская Федерация

²Главный ботанический сад имени Н. В. Цицина РАН
e-mail: kbaikov2018@mail.ru

Аннотация. В настоящей публикации впервые анонсируется мультидисциплинарный сетевой научно-образовательный проект «Растительные ресурсы России онлайн». Первый этап выполнения проекта предусматривает создание актуального биогеоинформационного блока с авторизованным доступом в систему, возможностью создания общероссийского и региональных информационных модулей, проведения научно-образовательных мастер-классов, тематических семинаров, других вспомогательных функций. Биогеоинформационная научно-образовательная платформа «Растительные ресурсы России онлайн» в некоторых своих чертах сходна с интернет-ресурсом «Плантариум», при этом основным источником наполнения геоинформационных таблиц предусмотрен международный банк пространственных данных о биоразнообразии «iNaturalist».

Ключевые слова: растительность, ресурсные сосудистые растения, цветовая шкала

K. S. Baykov¹✉, A. V. Pashtetskiy², V. A. Kryuchkova²

Plant resources of Russia online

¹Siberian State University of Geosystems and Technologies,
Novosibirsk, Russian Federation

²Moscow Botanical Garden of Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation
e-mail: kbaikov2018@mail.ru

Abstract. This publication announces for the first time the multidisciplinary network scientific and educational project "Plant Resources of Russia Online". The first stage of the project involves the creation of an up-to-date biogeoinformation block with authorized access to the system, the ability to create all-Russian and regional information modules, conduct scientific and educational master classes, thematic seminars, and other auxiliary functions. The biogeoinformation scientific and educational platform "Plant Resources of Russia Online" is in some ways similar to the Internet resource "Plantarium", while the main source of filling the geoinformation tables is the international bank of spatial data on biodiversity "iNaturalist".

Keywords: vegetation, resource vascular plants, color scale

В настоящей статье описаны лишь общие контуры мультидисциплинарного сетевого научно-образовательного проекта «Растительные ресурсы России онлайн». Номенклатурный, он же таксономический модуль, синхронизирован с международным банком сведений о названиях растений Plants of the World Online (POWO) и содержит данные о латинских и русских названиях видов сосудистых растений России, представляющих особую ценность как ресурсные объ-

екты исследования. На первом этапе планируется ограничить их число списком из 75–100 видов. В качестве критериев отбора видов для включения в приоритетный список авторы предлагают общее число наблюдений на территории России и очевидный интерес к ним со стороны граждан России и региональных органов власти (деревья и кустарники, а также многолетние травы, имеющие хозяйственное значение как пищевые, кормовые, лекарственные, декоративные и др.).

В качестве наиболее значимых примеров таких растений приведем следующие: Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*) 44196 наблюдений на дату 28.05.2025, Крапива двудомная (*Urtica dioica*) 33594 наблюдения, Одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale*) 31380 наблюдений, Клён ясенелистный (*Acer negundo*) 31004 наблюдения, Чистотел большой (*Chelidonium majus*) 27194 наблюдения, Мать-и-Мачеха (*Tussilago farfara*) 26612 наблюдений, Тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium*) 26349 наблюдений, Бодяк полевой (*Cirsium arvense*) 26293 наблюдения, Клевер луговой (*Trifolium pratense*) 25586 наблюдений, Полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris*) 25050 наблюдений (рис. 1); список видов и статистические показатели наблюдений сгенерированы с помощью интернет-ресурса iNaturalist 28.05.2025).

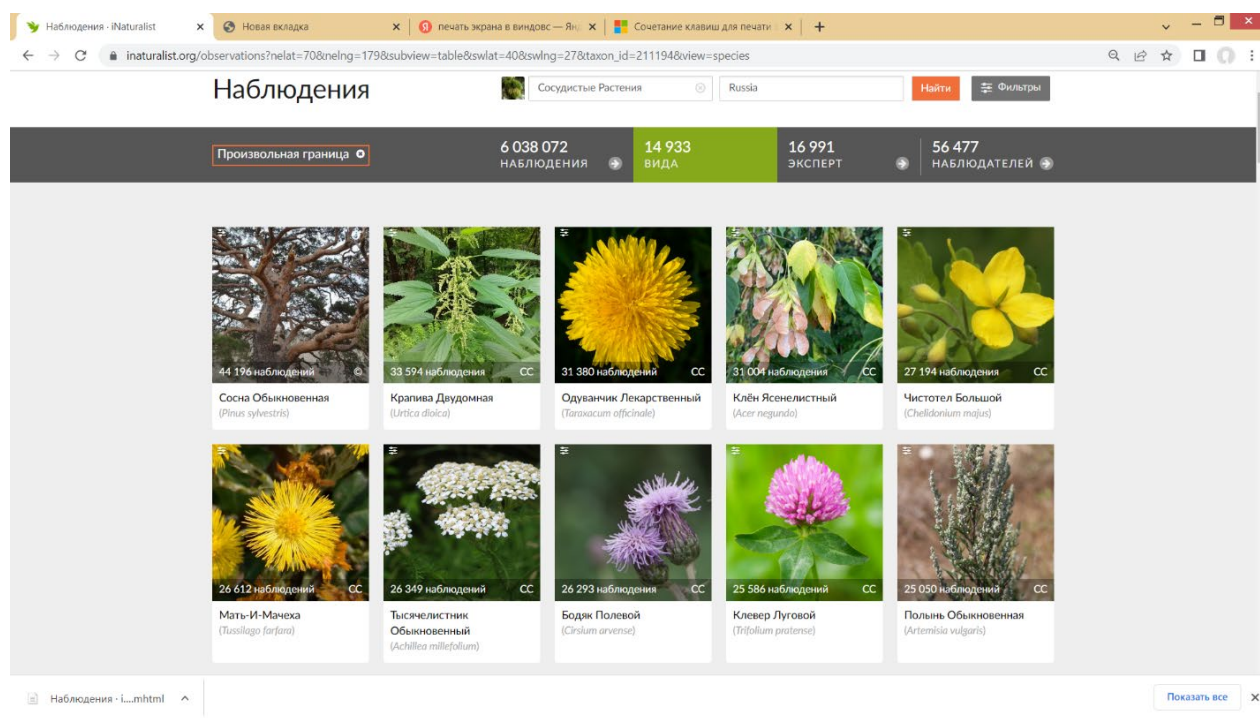


Рис. 1. Десять видов ресурсных сосудистых растений, лидирующих по числу наблюдений в России (более 25000 наблюдений для каждого вида).

Для оценки вероятности наблюдения вида в других точках потенциальной области распространения, в том числе в труднодоступных регионах, включая северные и арктические территории, а также горные системы, будут сгенерированы прогнозные климатические ареалы видов и составлено их подробное описание в высоком пространственном разрешении. Эта часть проекта будет выпол-

нена в профильных лабораториях научно-исследовательских институтов и высших учебных заведений Российской Федерации. Иллюстративный пример такого прогнозного ареала, сгенерированного методом максимальной энтропии для Сосны обыкновенной, представлен на рис. 2.

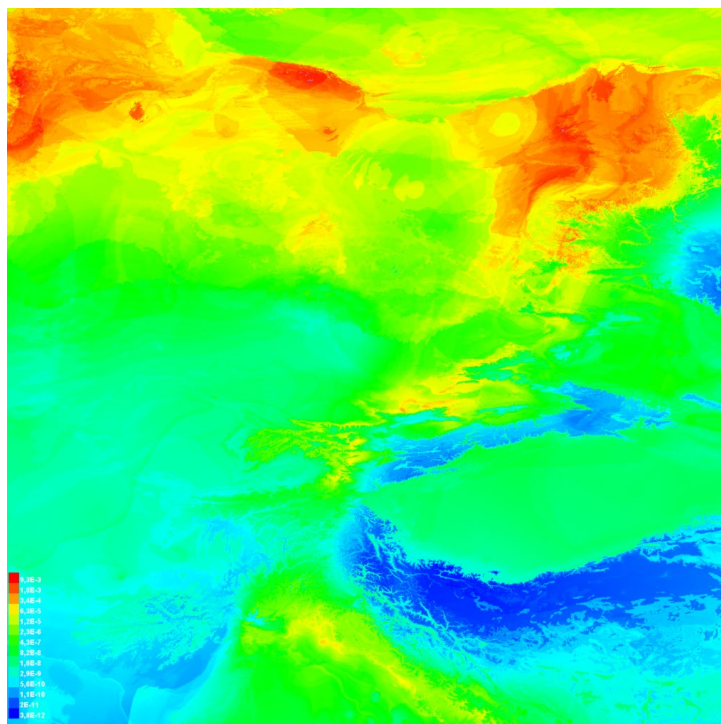


Рис.2. Фрагмент прогнозного ареала Сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) в рамке координат 30.0–60.0 с.ш. и 60.0–90.0 в.д. Модель построена с учетом 19 биоклиматических предикторов. Цветовая шкала соответствия вероятности наблюдения вида в разных участках ареала представлена в нижнем левом углу рисунка. Наиболее благоприятные участки ареала локализованы в северной полосе фрагмента ареала и показаны красным цветом.

С помощью таких прогнозных моделей будут подготовлены описания участков ареала для каждого ресурсного вида сосудистых растений России: общая площадь, состояние локальных популяций, основанное на климатических особенностях мест их обитания, прогнозные значения биомассы, качества растительного сырья и другие количественные показатели, необходимые в ресурсоведении. Будут подготовлены списки локаций с наиболее высокими показателями, для которых будут проведены дополнительные натурные обследования. В результате будет достигнут высокий уровень научного прогноза, необходимый для принятия обоснованных управленческих решений как в масштабе государства, так и отдельных регионов, с учетом местных особенностей. Фрагмент такого списка с расчетными модельными значениями количественных показателей представлены в таблице 1. Модель построена с учетом 19 биоклиматических предикторов.

Таблица 1

Количественные значения показателя вероятности наблюдения Сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) в разных участках ареала вида (RP), рассчитанные для модели, построенной по 19 биоклиматическим предикторам. Представлены первые 15 локаций с наиболее высокими значениями показателя RP

1	2	3	4
1	56.832232	60.352066	0.008278241704905502
2	56.797014	60.550402	0.005965333369593627
3	56.801034	60.535993	0.005951091714495774
4	56.799678	60.527592	0.005923954694353879
5	56.788703	60.577258	0.005262896276015173
6	57.144340	73.144307	0.004515432665939962
7	56.887413	60.247355	0.004476858603886306
8	57.260509	72.495012	0.004398096347154123
9	57.252262	72.511058	0.004345989443903824
10	57.228097	72.517407	0.004317537286576668
11	57.228611	72.515629	0.004311058935439889
12	57.222329	72.514336	0.004296376428133646
13	56.946231	72.710144	0.004279223600591330
14	56.755778	60.668304	0.004275400587577672
15	56.944369	72.706308	0.004272776115631006

В таблице 1: 1 – порядковый номер локаций; 2 – значение широты, в градусах; 3 – значение долготы, в градусах; 4 – значение вероятности наблюдения, сырое (raw prediction).

Наиболее высокие значения сырой вероятности (raw prediction, далее по тексту RP) характерны для локаций, расположенных в окрестностях Верх-Исетского водохранилища на западной окраине Екатеринбурга (таблица 1, локация 1, $RP=0.008278$), а также в Юго-Западном лесопарке города Тюмень (таблица 1, локация 2–4, $0.00597 > RP > 0.00526$). Значения вероятности наблюдения Сосны обыкновенной в других локациях модельного участка ареала вида не превышают 0.005. В состав первых 20 локаций с высокими значениями вероятности наблюдения ресурсного вида, вошла также группа локаций, расположенных на севере Омской области между поселком Тевриз и селом Большие Уки (таблица 1, локация 8–13; $0.00439 > RP > 0.00427$).

Для детализированной оценки влияния гидротермического режима на рост и развитие растений ресурсных видов мы рекомендуем для построения климатических прогнозных моделей их распространения дополнительно к набору биоклиматических предикторов применять набор 48 климатических предикторов. Фрагмент такого прогнозного ареала для Сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) в рамке координат 30.0 – 60.0 с.ш. и 60.0 – 90.0 в.д. для модели, построенной с учетом 19 биоклиматических и 48 климатических предикторов, представлен на рисунке 3. При их общей внешней сходности (рис. 2), модель, построенная с учетом 19 биоклиматических и 48 климатических предикторов, характеризуется более высокой пространственной детализацией. Изменился набор и последователь-

ность локаций с наиболее высокими значениями вероятности наблюдений. Так, лидирующие позиции заняла компактная пространственная группа локаций, расположенных на севере Омской области в обширных массивах заболоченных березово-сосновых лесов между поселком Тевриз и селом Большие Уки (таблица 2, локации 1–11; $0.00467 > RP > 0.00414$). За данной группой локаций следует другая, расположенная заметно южнее и восточнее – в окрестностях Новосибирского Академгородка, примыкает с запада к университетскому городку, так называемые Лисьи горки (таблица 2, локации 12 – 15; $0.00416 > RP > 0.00406$).

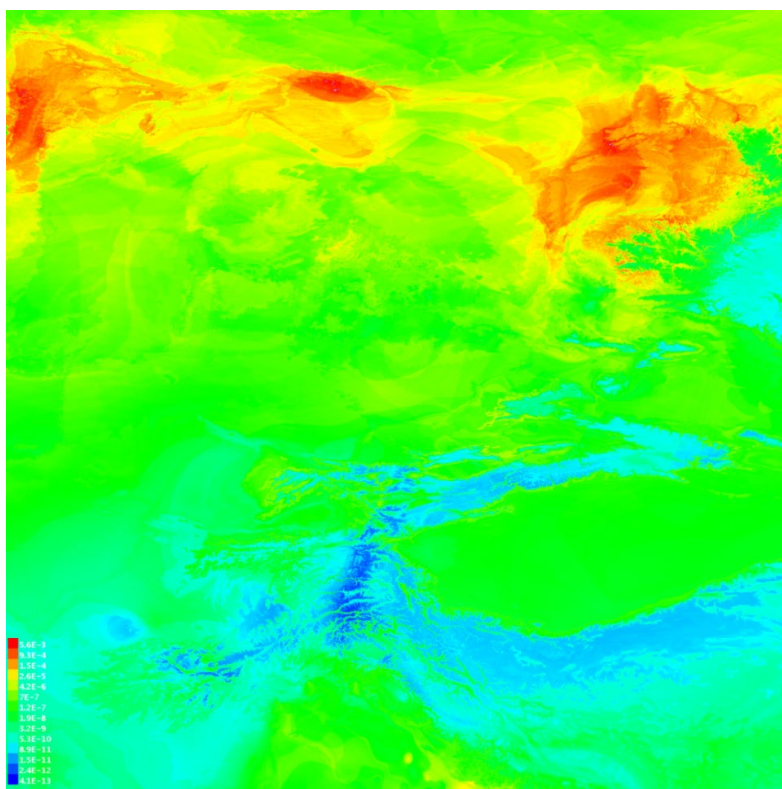


Рис. 3. Фрагмент прогнозного ареала Сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) в рамке координат 30.0–60.0 с.ш. и 60.0–90.0 в.д. для модели, построенной с учетом 19 биоклиматических и 48 климатических предикторов. Цветовая шкала соответствия вероятности наблюдения вида в разных участках ареала представлена в нижнем левом углу рисунка. Наиболее благоприятные участки ареала локализованы в северной полосе фрагмента ареала и показаны красным цветом.

Следовательно, полученные пространственные модели высокого разрешения, сопоставленные со значениями вероятности наблюдений растений ресурсного вида в разных участках ареала, позволяют установить участки, имеющие высокий потенциал как источники генофонда вида, реализованного в наиболее благоприятных условиях среды обитания.

Таблица 2

Количественные значения показателя вероятности наблюдения Сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) в разных участках ареала вида (RP), рассчитанные для модели, построенной по 19 биоклиматическим и 48 климатическим предикторам. Представлены первые 15 локаций с наиболее высокими значениями показателя RP.

1	2	3	4
1	57.255354	72.507765	0.004664837548673709
2	57.276852	72.209490	0.004281839524168655
3	57.291516	72.242797	0.004254486587158818
4	57.282614	72.197575	0.004250966307929567
5	57.228802	72.516810	0.004243357274197387
6	57.225465	72.506588	0.004212761525345394
7	57.290158	72.209281	0.004207263329435462
8	57.270916	72.238108	0.004200303799066851
9	57.274008	72.243353	0.004188730155155965
10	57.224166	72.514298	0.004144116676067991
11	57.265837	72.229887	0.004061371007543805
12	54.842234	83.074808	0.004046092328394746
13	54.848245	83.076095	0.004057183286060666
14	54.852051	83.081361	0.004067675600646479
15	54.875338	83.085734	0.004160846717018003

В таблице 2: 1 – порядковый номер локации; 2 – значение широты, в градусах; 3 – значение долготы, в градусах; 4 – значение вероятности наблюдения, сырое (raw prediction).

Мультидисциплинарный сетевой научно-образовательный проект «Растительные ресурсы России онлайн» направлен на формирование экспертного сообщества, способного ответить на современные вызовы экономического развития России в сфере рационального использования и воспроизводства растительных ресурсов России. Ядром программы станет информационный блок, позволяющий оперативно, в режиме онлайн, генерировать ответы на актуальные запросы: что, где, в каком количестве, в каком качестве, имеется в распоряжении субъекта, округа и суммарно Российской Федерации. Особое внимание будет сосредоточено на восстановлении растительных ресурсов вокруг крупных промышленных комплексов, обеспечивающих добычу и переработку полезных ископаемых. При выполнении программы будут активно задействованы инструменты и средства искусственного интеллекта. Специализированный робот будет производить подсчет площадей ареалов ресурсных видов, производить мониторинг таких площадей в краткосрочной ретроспективе и среднесрочной перспективе, по индикаторам растительного покрова рассчитывать запасы лесных, луговых, степных, почвенных ресурсов, решать специализированные задачи для принятия эффективных решений по управлению территориальными комплексами.

Образовательный модуль проекта предполагает проведение мастер-классов в государственных учреждениях среднего и высшего образования. Планируется

удвоение числа натуралистов-наблюдателей, регистрирующих новые места произрастания видов растений каждые пять лет. На данный момент их численность превысила 56 тысяч человек.

Биоресурсный блок программы включает научно-образовательную деятельность сети ботанических садов России, университетов России и федеральных научных центров, других научных учреждений. Основу этой деятельности составляют биоресурсные коллекции живых растений и гербарных фондов, их содержание, хранение, управление, цифровизация.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Плантиум: Растения и лишайники России и сопредельных стран. URL: <https://www.plantarium.ru> (дата обращения: 26.05.2025).
2. iNaturalist: A Community for Naturalists. URL: <https://www.inaturalist.org> (accessed: May 19, 2025).
3. Plants of the World Online. URL: <https://powo.science.kew.org> (accessed: May 15, 2025).
4. Phillips S. J. A brief tutorial on Maxent. Network of conservation educators and practitioners, center for biodiversity and conservation, American Museum of Natural History // Lessons in Conservation. – 2009. – Vol. 3. – P. 108–135. URL: https://www.amnh.org/content/download/141371/2285439/file/LinC3_SpeciesDistModeling_Ex.pdf (дата обращения: 22.05.2025).
5. Коросов А. В. О применении алгоритмов Maxent в экологии // Принципы экологии. – 2024. – №1. – С. 80–96. DOI 10.15393/j1.art.2024.14742
6. WorldClim. Maps, graphs, tables, and data of the global climate. URL: <https://worldclim.org> (accessed: May 05, 2025).

© К. С. Байков, А. В. Паитецкий, В. А. Крючкова, 2025

О. Г. Бендер¹✉

Оценка продуктивности хвои горных экотипов кедра сибирского

¹Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН,
г. Томск, Российская Федерация
e-mail: obender65@mail.ru

Аннотация. Исследовали особенности фотосинтеза, дыхания и продуктивность хвои разного возраста горных экотипов *Pinus sibirica* Du Tour, выращенных на юге Томской области. Исследовали два горных экотипа: нижняя часть лесного пояса (350 м над ур. м.) и граница верхней части лесного пояса (окрестности Западно-Саянского перевала, 1900 м над ур. м.). Возраст привитых деревьев составил 20 лет. В начале роста, на свету отмечали только выделение углекислоты. По достижении 51% у высокогорного и 48% у низкогорного длины хвои от конечной отмечали начало поглощения CO₂. Во второй декаде июня интенсивность фотосинтеза выходила на плато, значимо не отличалась между экотипами и начинала снижаться в августе. В октябре фотосинтез у обоих экотипов был одинаковый и меньше в 6–8 раз по сравнению с летним периодом. Значительное снижение и выход на плато темнового дыхания у обоих экотипов отмечали по окончании роста хвои. Видимый фотосинтез двухлетней хвои возрастал в мае, выходил на стабильные высокие значения в июне – июле, снижался в августе. В октябре ассимиляция CO₂ была минимальной. Темновое дыхание возрастало с мая по июль, оставалось стабильным и самым высоким в июле–сентябре, и уменьшалось в октябре. Весь вегетационный период, выделение углекислоты было достоверно выше у высокогорного экотипа. Фотосинтетическая продуктивность однолетней хвои обоих экотипов значимо не отличалась и составила 6,2 (350 м над ур. м.) и 6,39 (1900 м над ур. м.) г CO₂ · г⁻¹ сухой массы за вег. период. Продуктивность двухлетней хвои составила 12,43 и 11,05 г CO₂ · г⁻¹ сухой массы за вег. период в низкогорье и высокогорье, соответственно.

Ключевые слова: дыхание, фотосинтез, горные экотипы ex situ, *Pinus sibirica*

О. G. Bender¹✉

The needle productivity evaluation of Siberian stone pine mountain ecotypes

¹Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS, Tomsk, Russian Federation
e-mail: obender65@mail.ru

Abstract. The photosynthesis, respiration and productivity of different age needles of the *Pinus sibirica* Du Tour mountain ecotypes grown in the south of the Tomsk region were studied. Two mountain ecotypes were studied: the lower part of the forest boundary (350 m above sea level) and the upper part of the forest boundary (the vicinity of the West Sayansky Pass, 1900 m above sea level). The age of the grafted trees was 20 years. At the beginning of needle growth, only the carbon dioxide emission in the light was noted. Upon reaching 51% needles length of the high-mountain ecotype and 48% needles length of the low-mountain ecotype, the beginning of CO₂ absorption was noted. In the second decade of June, the photosynthesis intensity reached a plateau, did not significantly differ between ecotypes, and began to decrease in August. In October, photosynthesis of both ecotypes was the same and reduced by 6–8 times compared to the summer period. A significant decrease and reaching the plateau of dark respiration in both ecotypes was noted at the end of the

needle growth. The netto-photosynthesis of two-year-old needles increased in May, reached stable high values in June and July, and decreased in August. In October, CO₂ assimilation was minimal. Dark respiration increased from May to July, remained stable and highest in July-September, and decreased in October. Throughout the growing season, carbon dioxide emissions were significantly higher in the high-mountain ecotype. The photosynthetic productivity of current- year-old needles of both ecotypes did not differ significantly and amounted to 6,2 (350 m above sea level) and 6,39 (1900 m above sea level) g CO₂ • g⁻¹ dry weight growth period⁻¹. The productivity of one-year-old needles was 12,43 and 11,05 g of CO₂ • g⁻¹ dry weight growth period⁻¹ in the low- mountain and high-mountain ecotypes, respectively.

Keywords: respiration, photosynthesis, mountain ecotypes ex situ, *Pinus sibirica*

Введение

Бореальные леса представляют собой один из крупнейших наземных источников углерода на Земле [1]. Ранние исследования показали постоянное увеличение запасов углерода в бореальных лесах с усиливающимися тенденциями в области поглощения углерода, как в Евразии, так и в Северной Америке [2]. Однако бореальные леса могут превратиться из чистого поглотителя углерода в чистый источник углерода в ответ на потепление климата [1]. Годовой чистый обмен углекислым газом в экосистеме представляет собой небольшую разницу между ежегодным интегрированным дыханием экосистемы и поглощением углекислого газа в результате фотосинтеза [3].

Фотосинтез и дыхание в листьях составляют важные глобальные потоки углерода, которые тесно связаны внутри растения с помощью биохимических и физиологических механизмов, которые чутко реагируют на изменение температуры окружающей среды. Согласно моделям Crous с сотрудниками [4], потепление климата может вызвать снижение интенсивности фотосинтеза и увеличение дыхания, в этом случае сток углерода уменьшится. Либо при потеплении интенсивность фотосинтеза не изменится, но увеличится эмиссия CO₂ в результате увеличения активности дыхания. Модели реакций бореальных древесных растений на потепление климата очень противоречивы и вызывают многочисленные споры в научных кругах.

В нашем исследовании мы попытались имитировать потепление климата, перемещая высокогорный экотип кедра сибирского в условия более теплого климата юга Томской области и оценить отклик газообменных процессов.

Цель настоящего исследования состояла в выявлении особенностей фотосинтеза, дыхания и продуктивности хвои разного возраста горных экотипов *Pinus sibirica* Du Tour, при выращивании в условиях юга Томской области.

Методы и материалы

Исследования проводили на научном стационаре «Кедр» в 30 км к югу от г. Томска. Объектом исследования служили привои кедра сибирского, выполненные черенками с маточных деревьев на саженцы местного экотипа. Маточные деревья произрастали вдоль Западно-Саянского высотного профиля.

Для исследования были выбраны два горных экотипа: нижняя часть лесного пояса (окрестности г. Абаза, 350 м над ур. м.) и граница верхней части лес-

ного пояса (окрестности Западно-Саянского перевала, 1900 м над ур. м.). На момент исследований возраст привитых деревьев составил 20 лет. Для измерений газообменных процессов были выбраны по пять деревьев в каждом экотипе. Средняя высота и диаметр деревьев составили 9,6 м и 20 см у низкогорного экотипа и 7,3 м и 15 см у высокогорного экотипа. Показатели CO_2 -газообмена хвои прошлого (двухлетняя хвоя) и текущего года (однолетняя хвоя) формирования измеряли при помощи инфракрасного портативного газоанализатора Li 6400XT (LiCor, Ltd, США) и листовой камеры Standart 2×3 (Li-Cor Ltd, США). Определение видимого фотосинтеза проводили при освещении в камере $1500 \text{ мкмоль} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ и температуре в пределах 22–24 °С. Значения газообмена при ФАР равным нулю принимали как активность темнового дыхания. Измерения проводили с конца мая до середины октября. За весь вегетационный период было сделано 12 точек наблюдений. Статистическую значимость различий между независимыми выборками оценивали с помощью критерия Манна-Уитни в программе Statistica 8.

Результаты

Исследования динамики роста хвои текущего года формирования показали, что в первую дату наблюдений длина хвои высокогорного экотипа была больше, чем у низкогорного (табл.1). Рост хвои с высоты 1900 м над ур. моря заканчивался на две недели раньше, чем с 350 м над ур. моря.

Таблица 1

Динамика линейного роста однолетней хвои кедров сибирского горных экотипов

Примечание. В числителе приведены средние значения и стандартные ошибки. В знаменателе, длина хвои в процентах от конечной длины. Жирным шрифтом выделены длины и даты окончания роста хвои.

В связи с различными темпами роста и развития хвои у горных экотипов, наблю-

Высота над ур. моря, м	Даты наблюдений								
	24.05.	02.06.	09.06.	15.06.	23.06.	29.06.	07.07.	17.07.	21.07.
350	<u>13,3±2</u> 12	<u>33,7±2</u> 30	<u>34,3±3</u> 30	<u>54,0±4</u> 48	<u>76,0±4</u> 67	<u>95,7±4</u> 84	<u>108,3±5</u> 95	<u>113,3±5</u> 99	<u>113,5±3</u> 100
1900	<u>18,3±3</u> 23	<u>43,5±3</u> 54	<u>40,7±3</u> 51	<u>55,3±4</u> 69	<u>79,0±5</u> 98	<u>79,7±5</u> 99	<u>80,0±3</u> 99	<u>80,0±4</u> 99	<u>80,6±3</u> 100

дали отличия интенсивности газообменных процессов (рис. 1).

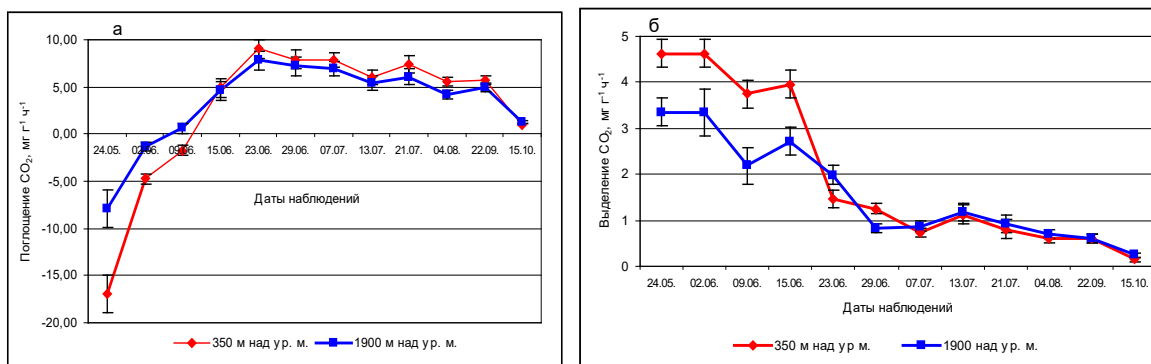


Рис. 1. Сезонная динамика фотосинтеза (а) и дыхания (б) однолетней хвои горных экотипов кедров сибирского.

Так, на начальных этапах роста на свету отмечали только выделение углекислоты (рис. 1, а). При этом величина дыхания хвои на свету с границы леса была достоверно меньше в два раза. Возможно, это связано с тем, что хвоя высокогорья начинает раньше свой рост и имеет более сформированный фотосинтетический аппарат в начале вегетационного периода. По достижении 51% у высокогорного и 48% у низкогорного длины хвои от конечной отмечали начало поглощения CO_2 . Во второй декаде июня интенсивность фотосинтеза выходила на плато, значимо не отличалась между экотипами и начинала снижаться в августе. В октябре интенсивность фотосинтеза была в у обоих экотипов одинаковой и меньше в 6–8 раз по сравнению с летним периодом.

В начале роста хвои интенсивность темнового дыхания характеризовалась высокими значениями, при этом у высокогорного экотипа была на 30 % меньше, чем у низкогорного (рис. 1, б). Значительное снижение и выход на плато темнового дыхания у обоих экотипов отмечали по окончании роста хвои. В октябре выделение углекислоты было минимальным и в 3–5 раз меньше, чем в летние месяцы.

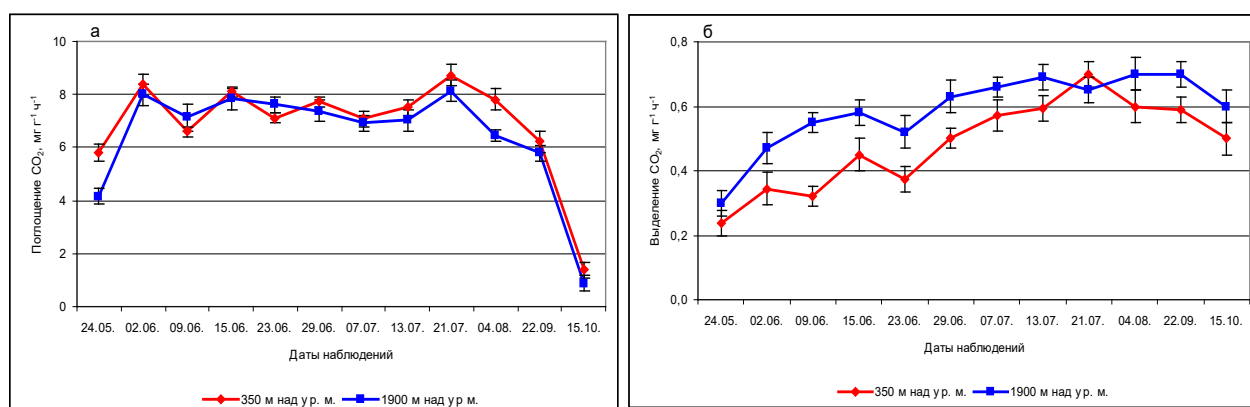


Рис. 2. Сезонная динамика фотосинтеза (а) и дыхания (б) двухлетней хвои горных экотипов кедров сибирского.

Другой характер сезонных изменений газообмена отмечали у двухлетней хвои горных экотипов. Значения видимого фотосинтеза возрастали в мае, выходили на стабильные высокие значения в июне – июле, начинали снижаться в августе (рис. 2, а). В октябре интенсивность ассимиляции CO_2 была минимальной, в 6 раз ниже, чем в летний период. Значимые отличия между двумя экотипами по активности фотосинтеза отмечали в мае и августе, в остальные даты наблюдений, отличия были недостоверны.

В отличие от однолетней хвои, где наблюдали постепенное снижение интенсивности темнового дыхания в течение вегетационного периода, у двухлетней хвои дыхание возрастало с мая по июль, оставалось стабильным и самым высоким в июле-сентябре, и уменьшалось в октябре (рис. 2, б). Следует отметить, что практически весь вегетационный период, выделение углекислоты было достоверно выше у высокогорного экотипа.

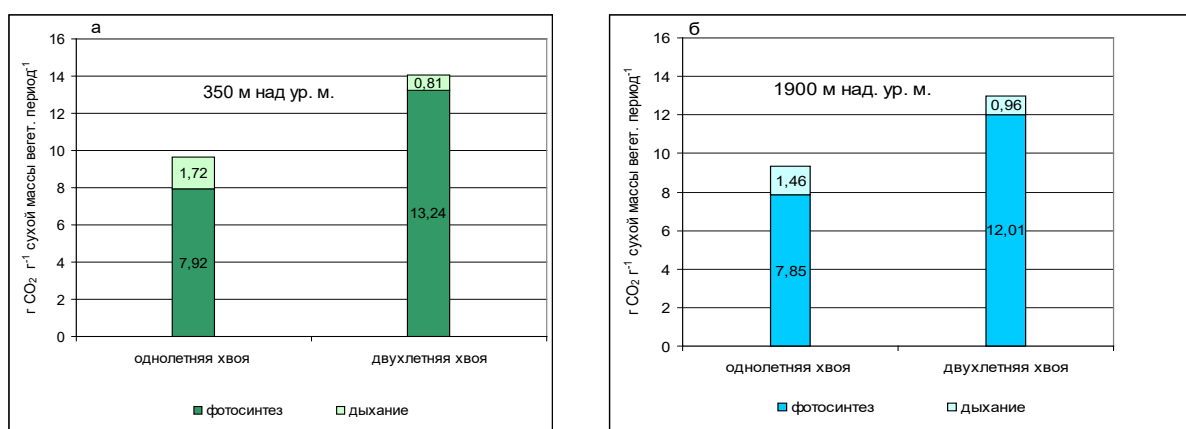


Рис. 3. Поглощение и выделение углекислоты однолетней и двухлетней хвоей низкогорного (а) и высокогорного (б) экотипов кедра сибирского за вегетационный период.

Для оценки продуктивности хвои различных экотипов за вегетационный период были рассчитаны величины поглощенного и выделенного углекислого газа (рис. 3). Фотосинтетическую продуктивность определяли как разность между поглощенной и выделенной углекислотой за период наблюдений, который составил 146 дней. Анализ полученных данных показал, что фотосинтетическая продуктивность однолетней хвои обоих экотипов значимо не отличалась и составила 6,2 и 6,39 г $\text{CO}_2 \cdot \text{г}^{-1}$ сухой массы за вегетационный период у низкогорного и высокогорного экотипов, соответственно. Достоверно большей продуктивностью характеризовалась двухлетняя хвоя с нижней точки профиля по сравнению с хвоей аналогичного возраста с верхней точки. Их величины составили 12,43 и 11,05 г $\text{CO}_2 \cdot \text{г}^{-1}$ сухой массы за вегетационный период в низкогорье и высокогорье, соответственно. Следует отметить, вклад двухлетней хвои в продукционный процесс был более высоким, чем однолетней хвои у обоих экотипов. Так, продуктивность двухлетней хвои низкогорного экотипа была в 2 раза выше, чем од-

нолетней. У высокогорного экотипа этот показатель двухлетней хвои превышал продуктивность однолетней хвои в 1,7 раза.

Обсуждение

Анализ фотосинтетической и дыхательной деятельности однолетней хвои горных экотипов показал, что изучаемые газообменные процессы зависели от степени сформированности хвои. Световое дыхание высокогорного экотипа имело более низкие значения и положительный баланс CO_2 наступал раньше, т.к. хвоя имела более сформированную структуру и раньше заканчивала рост, чем хвоя из низкогорья. Тесная связь между активностью фотосинтеза, дыхания и степенью сформированности листового аппарата была показана ранее на сосне обыкновенной. Максимальная интенсивность фотосинтеза наступала при достижении хвоей сосны около 70 % от конечной площади и продолжалась 1,5 – 2 месяца [5]. Наши результаты показали, что, действительно, максимальные значения фотосинтеза у хвои низкогорного экотипа наблюдались при достижении длины хвои 69 % от конечной. В отличие от предыдущего результата, максимальная активность ассимиляции у высокогорного экотипа наступала только по достижении 98 % длины хвои. Возможно, это связано с тем, что при высоких темпах роста хвои высокогорья, при делении клеток мезофилла не успевают сформироваться количественно и качественно хлоропласты. Наши предположения подтверждаются данными Цельникер с соавторами [5], которые показали видоспецифичность формирования ассимиляционного аппарата хвойных пород. Так к моменту начала нетто-фотосинтеза концентрация хлорофилла составляла 70 % у хвои ели и 40 % у сосны от его уровня в период максимальной интенсивности фотосинтеза.

На начальных этапах роста однолетняя хвоя потребляет на свое развитие ассимиляты, поступающие из хвои предыдущих лет формирования. Поэтому понятна высокая ассимилирующая активность двухлетней хвои, которая должна поставить пластические вещества в растущую хвою и неассимилирующие органы. У обоих экотипов двухлетняя хвоя имеет высокие значения поглощения CO_2 уже в начале вегетационного периода, при этом они сохраняются до сентября.

Снижение продуктивности двухлетней хвои у высокогорного экотипа обусловлено более низким фотосинтезом в начале и конце вегетационного периода. Возможно, это связано с особенностями функционирования ассимиляционного аппарата в естественных условиях произрастания маточных для деревьев в условиях короткого горного лета и эти особенности закреплены генетически. Продуктивность хвои с границы леса снижается и в результате более высокого темнового дыхания. Ранее Семихатовой с соавторами [6] было показано, что высокая интенсивность дыхания характерна для растений холодных местообитаний, у которых возрастает потребность в интермедиатах и энергии для успешного существования в суровых условиях севера. Наши предыдущие исследования так же показали более высокое темновое дыхание у северных экотипов кедра сибирского [7]. Таким образом, показанная нами высокая интенсивность дыхания у се-

верного экотипа кедра сибирского свидетельствует о наличии наследственной составляющей в температурной адаптации.

Заключение

Таким образом, показали, что продуктивность однолетней хвои за вегетационный период не отличалась у низкогорного и высокогорного экотипов. У обоих экотипов фотосинтетическая продуктивность двухлетней хвои значительно превышала аналогичный показатель однолетней хвои. Двухлетняя хвоя с нижней части профиля характеризовалась большей продуктивностью, чем двухлетняя хвоя с границы леса благодаря более высокой интенсивности фотосинтеза в начале и конце вегетации. Дальнейшие исследования и расчет продуктивности всей кроны и дыхательных затрат неассимилирующими органами (ствол и ветви) позволят выяснить причины отставания в росте высокогорных экотипов.

Благодарности

Работа выполнена в рамках госзадания ИМКЭС СО РАН.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Bradshaw C. J. A., Warkentin I. G. Global estimates of boreal forest carbon stocks and flux // *Glob. Planet. Chang.* 2015. V. 128. P. 24–30.
2. Yang H., Ciais P., Frappart F., Xiaojun Li X., Brandt M., Fensholt R., Fan L., Saatchi S., Besnard S., Deng Z., Bowring S., Wigneron J.-P. Global increase in biomass carbon stock dominated by growth of northern youngforests over past decade // *Nat. Geosci.* 2023. V. 16. P. 886–892.
3. Chapin F. S., Woodwell G. M., Randerson J. T., Rastetter E. B., Lovett G. M., Baldocchi D. D., Clark D. A., Harmon M. E., Schimel D. S., Valentini R., Wirth C., Aber J. D., Cole J. J., Goulden M. L., Harden J. W., Heimann M., Howarth R. W., Matson P. A., McGuire A. D., Melillo J. M., Mooney H. A., Neff J. C., Houghton R. A., Pace M. L., Ryan M. G., Running S. W., Sala O. E., Schlesinger W. H., Schulze E.-D. Reconciling carbon-cycle concepts, terminology, and methods // *Ecosystems.* 2006. V. 9. P. 1041–1050.
4. Crous K. Y. Plant responses to climate warming: physiological adjustments and implications for plant functioning in a future, warmer world // *American Journal of Botany.* 2019. V. 106. P. 1–3.
5. Цельникер Ю. Л., Малкина И. С., Ковалев, А. Г., Чмора С. Н., Мамаев В. В., Молчанов А. Г. Рост и газообмен CO₂ у лесных деревьев. – М.: Наука, 1993. – 256 с.
6. Семихатова О. А., Иванова Т. И., Кирпичникова О. В. Растения Севера: дыхание и его связь с продукционным процессом // *Физиология растений.* 2009. Т. 56. № 3. С. 340–350.
7. Бендер О. Г. Газообмен и содержание фотосинтетических пигментов у широтных экотипов кедра сибирского в опыте *ex situ* // *Сибирский лесной журнал.* 2020. № 5. С. 28–36.

© О. Г. Бендер, 2025

С. К. Фарбер^{1✉}, А. А. Мартынов¹, Н. С. Кузьмик¹

Влияние внешних воздействий на лесные экосистемы Сибири

¹Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН – обособленное подразделение
ФИЦ КНЦ СО РАН, г. Красноярск, Российская Федерация
e-mail: sfarber@ksc.krasn.ru

Аннотация. Обсуждается влияние внешних воздействий на устойчивость лесных экосистем. Традиционно считается, что пожары, рубки, вредители влияют на леса негативно. Однако значение внешних воздействий в действительности многоаспектное. Посредством выполнения роли механизма гомеостаза осуществляется воспроизводство коренных насаждений. За счет удаления древостоя, создается сама возможность омоложения насаждений - возможность начала нового цикла сукцессии.

Ключевые слова: Лесные экосистемы, внешние воздействия - пожары, рубка вредители, сукцессии, лесообразовательный процесс

S. K. Farber^{1✉}, A. A. Martynov¹, N. S. Kuzmik¹

The impact of external influences on Siberian forest ecosystems

¹Federal Research Center Krasnoyarsk Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch V. N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch
e-mail: sfarber@ksc.krasn.ru

Abstract. The influence of external influences on the stability of forest ecosystems is discussed. Traditionally, it is believed that fires, logging, and pests negatively affect forests. However, the significance of external influences is actually multidimensional. By acting as a mechanism of homeostasis, the reproduction of indigenous plantings is carried out. By removing the stand, the very possibility of rejuvenation of plantings is created - the possibility of starting a new cycle of succession.

Keywords: Forest ecosystems, external influences - fires, logging, pests, successions, forest formation process

Экологическое значение внешних воздействий. В настоящее время прева-
лирует мнение об отрицательных последствиях естественных и антропогенных
воздействий. Так, по мнению А. В. Брюханова [1] в сибирской тайге уже не оста-
лось нетронутых лесных массивов, остались только мало нарушенные. А. В. Се-
лиховкин, А. П. Смирнов [2] утверждают, что ежегодная площадь лесов, прой-
денных пожарами в Российской Федерации исчисляется миллионами гектар, а
площадь очагов массового размножения вредителей леса – от 300 тыс. га до двух
миллионов гектаров в год.

Неизбежные нарушения в лесах от внешних воздействий трактуются одно-
сторонне - только как негативные, наносящие ущерб. В действительности же по-
следствия внешних воздействий значительно более многоаспектные. И кроме

очевидных, нежелательных для человека, есть и позитивные. Из них следует выделить омоложение древостоев, имеющее определяющее значение для существования популяций древесных пород. Действительно, сохранение (воспроизводство) лесных экосистем возможно только при условии ухода предыдущего поколения древостоя. Функция уничтожения древостоев выполняется благодаря внешним воздействиям, которые выступают в качестве условия сохранения экологического (динамического) равновесия с факторами среды обитания. Получается, что без внешнего влияния существование лесных экосистем Сибири невозможно. Благодаря этим воздействиям не покрытые лесом земли перемежаются с насаждениями разного возраста, таким образом, поддерживается непрерывный режим формирования мозаичности выделов, что важно для сохранения биоразнообразия растительного и животного мира. По А. А. Корчагину [3] современная растительность образовалась посредством непрерывных вековых смен с наложением катастрофических воздействий.

Лесообразовательный процесс за тысячелетия хорошо отрегулирован. Без хозяйственного вмешательства в таежных лесах Сибири освобождение места для новых поколений древостоев выполняют лесные пожары и вредители леса. Оба варианта признаются как нежелательные. Для человека периоды времени в десятки и тем более сотни лет - чрезмерно много. Для природы же фактор времени несущественен. Лесообразовательный процесс нуждается только в наличии механизма гомеостаза, обеспечивающего последовательную смену поколений.

Пожары. В светлохвойных насаждениях положительная роль лесных пожаров давно осмыслена и подробно изложена в работах ведущих ученых лесоводов. В. В. Фуряев, Л. П. Злобина [4] - сосняки существуют как устойчивая лесорастительная формация только благодаря лесным пожарам; С. Н. Санников [5] - существование популяции сосны обеспечивается лесными пожарами; П. А. Цветков [6] - лесные пожары являются определяющим эколого-эволюционным фактором существования лиственничных насаждений. В огне пожара сгорает подрост темнохвойных пород, что предотвращает непосредственную смену светлохвойной лесной формации на темнохвойную. Лиственные породы (береза, осина) возобновляются на гарях в течение ближайших послепожарных лет. За счет уничтожения огнем дернины и частичной минерализации почвы создаются благоприятные условия для появления последующего естественного возобновления сосны и лиственницы. При условии наличия достаточного количества семенных деревьев период лесовосстановления сосны и лиственницы не превышает 5-7 лет. При отсутствии семенных деревьев период лесовосстановления затягивается на 10 и более лет. При недостаточном количестве подроста сосны и лиственницы лесовосстановление протекает со сменой пород (на лиственные). Результат – экосистемы светлохвойных лесов после лесного пожара сохраняются.

Основное направление пирогенной сукцессии на гарях темнохвойных насаждений - со сменой пород на лиственные (березу, осину). В. С. Поляков [7] приводит описание этого процесса. Через 5–10 лет, после того как лиственные породы формируют ярус, появляется подрост из пихты и ели. Фаза производных лиственных лесов выполняет важную экологическую функцию. Восстанавлива-

ется почвенное плодородие, что обеспечивает поддержание производительности следующего поколения хвойных древостоев. Через 70–90 лет после пожара темнохвойные породы вновь завоевывают господство в древостое. К 150 годам пихтово-еловые древостои начинают разрушаться и уже второе поколение темнохвойных пород вклиниваются в первый ярус. Таким образом, восстановление коренных хвойных пород занимает значительный промежуток времени, на порядок больший, чем в варианте сукцессии без смены пород. Полагаем, именно поэтому положительная роль пожаров в темнохвойных древостоях в литературе практически не обсуждается. Тем не менее она есть, причем ровно та же самая, как и для сосново-лиственничных насаждений. Лесные пожары и здесь выполняет свою функцию – освобождают территорию, создавая возможность омоложения темнохвойных древостоев и значит темнохвойных лесных экосистем.

Рубки. Экологические последствия промышленной заготовки древесины по сути копируют экологические последствия лесных пожаров. Посредством рубок древесина изымается, в пожаре – уничтожается огнем. Процессы лесовосстановления после рубок и пожаров также имеют тождественные черты. Если предел устойчивости лесной экосистемы не превышен, то далее древостой восстанавливаются (со сменой или без смены пород). В противном случае начинается сукцессионный цикл качественно иной экосистемы. Выводы лесных пирологов о положительном значении лесных пожаров можно распространить и на промышленную заготовку древесины. Разумеется, правила рубок и технология заготовки древесины должны соблюдаться. Результат же промышленных рубок в виде древесного ресурса важен для человека, а результат в виде омоложения (последующего воспроизводства) насаждений важен для сохранения популяций древесных пород.

Вредители леса. Список вредителей обширен. Деятельность вредителей в лесорастительных условиях Сибири способствует изреживанию древостоев. Наличие высокой захламленности и сравнительно небольшие полноты древостоев объясняется именно деятельностью вредителей леса. Чаще вредители полностью не уничтожают насаждение, их роль – накопление горючего материала. Далее следует очистка территории пожаром и создаются условия для начала нового цикла сукцессии.

Сибирский шелкопряд распространён в зоне южной тайги, и в отличие от других видов вредителей, способен полностью погубить древостой темнохвойных насаждений. Причем масштабы поражения в период вспышек массового размножения сибирского шелкопряда сопоставимы с гибелью лесов от пожаров. Гусеницы уничтожают хвою темнохвойных деревьев. Древостой засыхает и постепенно выпадает, образуя валеж. Появляются вторичные вредители, паразитирующие на сухостое, валеже, а также на неповрежденных деревьях. Захламленность на шелкопрядниках препятствует лесовосстановлению. Условие необходимое для начала лесовосстановления – лесной пожар. И поскольку пожароопасность на этих территориях высокая, то пожары здесь фактически предопределены. В. В. Фуряев [8, 9] приводит описание влияния пожаров на лесовосстановление шелкопрядников Кеть-Чулымского междуречья. Интенсивность горения

здесь превосходит в десятки раз низовые пожары. После пожара (зачастую неоднократного) лесовосстановление протекает, как и на обычных гарях темнохвойных насаждений - со сменой пород - наблюдается хорошее возобновление лиственных пород. Однако такого рода сценарий лесовосстановления на шелкопрядниках реализуется далеко не всегда. Д. Л. Гродницкий [10] считает, что в большинстве случаев лесовосстановление на нарушенных вредителями территориях протекает с еще более существенными затруднениями. После гибели древостоя, вследствие резкого осветления разрастаются лесные травы и образуется дернина. Мертвый древостой уже не забирает влагу из почвы, постепенно образуется болото. Погибшие деревья гниют и выпадают. В течение 10 лет шелкопрядники превращаются в непроходимую свалку гниющего валежа. Как результат - процесс лесовосстановления затягивается на дополнительные десятки лет. И далее следует важный вывод - сибирский шелкопряд представляет реальную угрозу существованию темнохвойной тайги Сибири.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Брюханов А. В. (https://wwf.ru/upload/iblock/b16/obzor_sibirskie_lesa.pdf).
2. Селиховкин А. В., Смирнов А. П. Лесные пожары, вредители и болезни леса: проблемы и решения // Междисциплинарный научный и прикладной журнал «Биосфера» - 2015. - Т. 7. - №3. - С. 315-320.
3. Корчагин А. А. Современная динамика лесной растительности на европейском севере СССР // Лесоведение. - 1968. - № 3. - С. 30-35.
4. Фуряев В. В., Злобина Л. П. Нарушенность пожарами лесов Нижнего Приангарья // География и природные ресурсы. - 1996. - № 3. - С. 47-52.
5. Санников С. Н. Лесные пожары как эволюционно-экологический фактор возобновления популяции сосны в Зауралье // Горение и пожары в лесу: Материалы совещания. - Красноярск: ИЛИД СО АН СССР, 1973. - С. 236-277.
6. Цветков П. А. Устойчивость лиственницы Гмелина к пожарам в северной тайге Средней Сибири: монография // Красноярск: СибГТУ, ИЛ СО РАН, 2007. - 252 с.
7. Поляков В. С. Рост пихтово-еловых древостоев Енисейского района Красноярского края // Учет лесосырьевых ресурсов и устройство лесов. Красноярск: ИЛИД СО АН СССР, 1964. - С. 19-30.
8. Фуряев В. В. Влияние пожаров и массовых размножений сибирского шелкопряда на формирование лесов Кеть-Чулымского междуречья // Вопросы лесоведения. - 1970. - С. 408-421.
9. Фуряев В. В. Возобновление леса на гарях в шелкопрядниках Кеть-Чулымского междуречья // Лесное хозяйство. - 1967. - № 9. - С. 41-43.
10. Гродницкий Д.Л. Сибирский шелкопряд и судьба пихтовой тайги // Природа, 2004. - №11. - С. 49-55.

© С. К. Фарбер, А. А. Мартынов, Н. С. Кузьмич, 2025

О. А. Савченко^{1,2✉}, Н. Ф. Чуенко¹, М. В. Рева¹, А. Ю. Луговская³

Проблемы нормирования содержания диоксида углерода в окружающей среде, и его влияние на человека

¹ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора,
г. Новосибирск, Российская Федерация

²БУЗОО «Территориальный центр медицины катастроф» Министерства здравоохранения
Российской Федерации, г. Омск, Российская Федерация

³Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: Savchenkooa1969@mail.ru

Аннотация. Сохранение здоровья трудоспособного населения России, установление причин и механизмов возникновения профессиональной заболеваемости с целью её предупреждения у лиц, находящихся под длительным воздействием факторов производственной среды, тяжести и напряжённости трудового процесса, особенно в условиях повышенного содержания диоксида углерода в окружающей среде, остаётся достаточно актуальной проблемой. Определена прямая зависимость между концентрациями диоксида углерода в воздухе закрытых помещений и развитию у человека чувства дискомфорта, ухудшения самочувствия, снижения работоспособности, приводящих к ошибкам в действиях, затруднению дыхания, развитию синдрома хронической усталости, потери самоконтроля, потери сознания и смерти из-за паралича дыхания. Полученная по результатам исследования информация будет способствовать изучению вопроса нормирования, контроля и профилактики содержания диоксида углерода в высоких концентрациях (от 1 000, ppm), как одного из факторов риска для здоровья человека, а также разработки и утверждения методической базы для мониторинга и контроля этого показателя с целью профилактики отрицательного воздействия.

Ключевые слова: Проблемы нормирования, окружающая среда, влияние диоксида углерода на здоровье человека, использование растений

O. A. Savchenko^{1,2✉}, N. F. Chuenko¹, M. V. Reva¹, A. Ur. Lugovskaya³

Problems of carbon dioxide rationing in the environment and its impact on humans

¹Federal Budgetary Institution “Novosibirsk Research Institute of Hygiene” of Rospotrebnadzor,
Novosibirsk, Russian Federation

²BUZOO "Territorial Center of Disaster Medicine" of the Ministry of Health
of the Russian Federation, Omsk, Russian Federation

³Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: Savchenkooa1969@mail.ru

Abstract. Maintaining the health of the able-bodied population of Russia, establishing the causes and mechanisms of occupational morbidity in order to prevent it in people who are under prolonged exposure to environmental factors, the severity and intensity of the labor process, especially in conditions of increased carbon dioxide in the environment, remains a rather urgent problem. A direct relationship has been determined between the concentrations of carbon dioxide in indoor air and the development of a person's discomfort, deterioration of well-being, decreased performance, leading to errors in actions, difficulty breathing, the development of chronic fatigue syndrome, loss of self-

control, loss of consciousness and death due to respiratory paralysis. The information obtained from the results of the study will contribute to the study of the issue of rationing, control and prevention of carbon dioxide in high concentrations (from 1,000 ppm) as one of the risk factors for human health, as well as the development and approval of a methodological framework for monitoring and controlling this indicator in order to prevent negative effects.

Keywords: Problems of rationing, the environment, the impact of carbon dioxide on human health, the use of plants

Введение

Сохранение здоровья трудоспособного населения России, установление причин и механизмов возникновения профессиональной заболеваемости с целью её предупреждения у лиц, находящихся под длительным воздействием факторов производственной среды, тяжести и напряжённости трудового процесса [1], особенно в условиях повышенного содержания диоксида углерода в окружающей природной среде (ОПС), остаётся достаточно актуальной проблемой.

Проблемы охраны здоровья и жизни граждан, и ОПС государство решает комплексно, через совершенствование функционирования системы здоровьесбережения граждан Российской Федерации (РФ) и развитием направления экологической медицины [2].

Анализ исследовательской информации показал, что люди всегда подвергались воздействию мельчайших частиц в результате пыльных бурь, вулканического пепла и других природных процессов и наши системы организма хорошо приспособлены для защиты от этих потенциально опасных факторов [3], однако, концентрация диоксида углерода в России до сих пор является ненормируемым показателем.

Диоксид углерода – продукт метаболизма, необходимый для жизнеобеспечения организма, который при избыточном содержании в воздухе оказывает неблагоприятное воздействие на организм, а в высоких концентрациях может быть токсичным. Учитывая, что строго регламентированные нормативы по содержанию двуокиси углерода в жилых и общественных помещениях отсутствуют. Исходя из вышеизложенного, вопрос о необходимости нормирования концентрации диоксида углерода в общественных, производственных, а особенно в образовательных организациях, а также разработка методики оценки фактического содержания CO_2 в помещениях, особенно предназначенных для воспитания и обучения детей, требуют пристального внимания в плане профилактики неблагоприятного влияния на организм обучающихся [4].

Целью исследований являлось проведение анализа имеющихся доступных научных исследований по установлению воздействия диоксида углерода в разных концентрациях на организм человека, установить возможные пути нормирования содержания диоксида углерода в окружающей среде, для снижения его пагубного влияния на организм человека.

Методы и материалы

Аналитические, токсикологические, гигиенические и статистические методы исследования. Объектом исследования явились результаты оригинальных исследований по изучению влияния диоксида углерода на организм человека,

поиск возможных путей нормирования содержания диоксида углерода в окружающей среде, для снижения его воздействия на организм человека.

Результаты

Анализ результатов исследований показал, что средние концентрации диоксида углерода в сухом атмосферном воздухе составляют 0,035-0,04 об.% (350-400 ppm). Также считается, что в помещении уровень диоксида углерода не должен превышать атмосферные значения примерно в 1,5 раза, то есть до 450-800 ppm. (или 0,45-0,8 л/м³). Для жилых и административных помещений допустимым параметром концентрации диоксида углерода в воздухе считается ~ 600 ppm. Оптимальные и допустимые уровни концентрации диоксида углерода в помещении установлены ГОСТом 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях». Примерное содержание загрязнений в наружном воздухе приведено в табл. 1.

Таблица 1

Примеры содержания загрязнений в наружном воздухе

Местность	Концентрация в воздухе			
	CO ₂ , см ³ /м ³	CO, мг/м ³	NO ₂ , кг/м ³	SO ₂ , мкг/м ³
Сельская местность, существенные источники отсутствуют	350	1	5-35	5
Небольшой город	375	1-3	14-40	5-15
Загрязненный центр большого города	400	2-6	30-80	10-50

Примечание: приведенные значения являются среднегодовыми, их не следует использовать при проектировании, поскольку максимальные концентрации будут выше. Для более подробной информации следует выполнить оценку загрязнений на месте

Оптимальным содержанием называются показатели, обеспечивающие нормальное состояние организма и ощущение комфорта, допустимые – значения, которые при длительном воздействии на человека могут привести к ощущению дискомфорта, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности, но при этом не вызывают ухудшение здоровья

В Европейском союзе нет всесторонних юридически обязательных норм по качеству воздуха в помещениях. Вместо этого существует множество оценочных величин, которые называются ориентировочными или целевыми. В Германии в качестве гигиенической ориентировочной величины согласно стандарту (DIN 1946 часть 2) применяется значение диоксида углерода 0,15 % об. (= 1500 ppm). Ориентировочные значения по концентрации диоксида углерода в помещениях были опубликованы Комиссией по гигиене воздуха в помещении (IRK) Федерального министерства окружающей среды и Государственным органом по здравоохранению [5, 6].

Ряд стран опубликовал нормы и рекомендации по вентиляции в зданиях, включая школы, в которые входят положения об ограничении концентрации диоксида углерода в воздухе помещений. В Финляндии максимально допустимая концентрация CO₂ в используемом помещении при нормальных погодных усло-

виях составляет 1200 ppm. В норвежских и шведских нормах для жилых помещений, школ и офисов установлена максимальная концентрация диоксида углерода 1000 ppm. В Дании, согласно нормам органа по охране труда, содержание диоксида углерода в детских садах, школах и офисах не должно превышать 1000 ppm. Воздухообмен считается недостаточным, если несколько раз в день на короткое время концентрация диоксида углерода превышает значение 2000 ppm [6, 7].

Особую озабоченность представляет мониторинг концентрации диоксида углерода в помещениях детских дошкольных и средних общеобразовательных учреждений, а также профессионального обучения. Всего за один учебный час в классе этот показатель только за счёт воздуха, выдыхаемого учениками и учителями, повышается до 1500 ppm и более, а после 90 минут занятий фиксировались значения порядка 2700 ppm. В конце занятия это вызывает повышенную усталость и ослабление внимания – симптомы, которые прямо мешают обучению и преподаванию [6, 8].

Исследование, проведённое в США, позволило сделать вывод, что концентрация CO₂ в учебных классах прямо влияет на посещаемость учеников. Повышение концентрации CO₂ до 1000 ppm ведёт к снижению посещаемости на 10-20 %. Согласно другому исследованию, каждые лишние 100 ppm CO₂ снижают годовую посещаемость учеников на 0,2 % [6, 9]. Также было установлено, что повышение кратности вентиляции может снизить заболеваемость детей на 10-17 % [6, 8].

Исследование, проведённое в России, показало, что в учебных классах в состоянии спокойного бодрствования концентрация CO₂ вырастет до 1000 ppm, а при физической активности превысит норму. К тому же для обеспечения оптимального содержания диоксида углерода в помещении требуется увеличение воздухообмена, что отражено в рекомендациях по борьбе с CO₂. Так, воздухообмен, требуемый для обеспечения концентрации CO₂ 1000 ppm, составляет 33 м³/ч, а для обеспечения концентрации 500 ppm - 200 м³/ч. В формировании заболеваний и смерти у человека имеют концентрации диоксида углерода от 1 000 ppm до 10 000 ppm. При концентрациях диоксида углерода от 500 до 5 000 частей на миллион очевидны линейные физиологические изменения в системе кровообращения, сердечно-сосудистой и вегетативной системах. При кратковременном воздействии диоксида углерода в концентрациях от 1 000 частей на миллион нарушаются когнитивные функции, включая анализ и синтез информации в коре головного мозга, а также снижается скорость и качество принятия решений [10].

Обсуждение

Анализ доступных результатов исследований, опубликованных как в российских, так и зарубежных источниках, показал значительное внимание к проблеме содержания диоксида углерода в закрытых помещениях, обусловленном стремительным ростом его концентрации в воздушной среде [4].

Влияние различных концентраций CO₂ в воздухе помещений на функциональное состояние и здоровье человека, свидетельствует, что при концентрациях от 1 000 CO₂, ppm до 10 000 CO₂, ppm в формировании заболеваний и смерти у человека. В концентрациях от 500 до 5 000 частей CO₂, на миллион очевидны линейные физиологические изменения в системе кровообращения, сердечно-со-

судистой и вегетативной системах. При кратковременном воздействии CO_2 , начиная с 1 000 частей на миллион, нарушаются когнитивные функции, включая анализ и синтез информации в коре головного мозга, а также снижается скорость и качество принятия решений. Изменения в вегетативных системах из-за низкого уровня воздействия CO_2 могут включать эти эффекты [2].

Постоянный рост содержания диоксида углерода в атмосфере городов делает поддержание безопасного и комфортного для человека уровня диоксида углерода в помещении с помощью вентиляционных систем более энергозатратным в отсутствие его принудительного удаления из помещения.

Проводимые в настоящее время исследования в области экологии, медицины, биологии, ботаники, обозначают развивающееся перспективное направление – использование средоулучшающих свойств растений для нормализации микроклимата воздушной среды, а также для профилактики и лечения заболеваний человека [11-19]. Следует также отметить, что растения не должны быть причиной снижения нормативных значений коэффициента естественной освещенности в помещениях [15]. Использование растений с целью снижения содержания диоксида углерода в атмосфере, и для благоустройства территорий организаций (учреждений) направлено на создание условий для нормализации экологической обстановки (воздух, почва, вода), через высадку деревьев и кустарников на заболоченных участках, очистку территории предприятия (учреждения) от строительных, производственных и бытовых отходов и другие мероприятия [18].

В настоящее время многие авторы признают, что наиболее эффективными способами контроля за содержанием диоксида углерода является постоянный мониторинг качества воздушной среды с использованием различных приборов (приборы для измерения диоксида углерода, логгеры данных, многофункциональные приборы) и очистка воздуха в помещениях, где находятся люди, для чего используют очистители воздуха (основанные на методе абсорбции загрязняющих веществ), а также фитокомпозиции комнатных растений, и дополнительное проветривание помещений. Технический результат достигается путём размещения в помещении комнатных растений в виде фитомодулей согласно биологическим требованиям к освещенности, своевременному уходу за растениями, в том числе их почвенный полив и опрыскивание; комнатные растения выбирают с учетом неприхотливости в уходе, отсутствия их антагонистического аллелопатического воздействия друг на друга, отсутствия сенсibiliзирующих свойств, обеспечения газопоглотительной активности, нейтрализации воздушных загрязнителей различного происхождения, продуцирования кислорода и наличия транспирирующих свойств. Фитомодули содержат комнатные растения, которые обладают транспирирующей и повышенной газопоглотительной способностью (например, *Chlorophytum comosum*, *Sansevieria trifasciata* и *Syngonium alternifolius*). Растения размещаются в количестве 1,0-1,4 м² листовой поверхности растений на 100 м³ помещения при освещенности в интервале 1000–3500 люкс и исходной относительной влажности воздуха в помещении 34–36%. Баланс газопоглотительной и транспирирующей способности указанных растений достигается при соотношении их листовой поверхности в фитомодулях составляющим 1:1:2 соответственно [15]. Использование фитокомпозиций расте-

ний в помещениях позволяет не только очистить воздух, но и повысить качество воздушной среды, что способствует благоприятному профилактическому воздействию на здоровье членов коллектива, способствуя предупреждению развития острых респираторных заболеваний, которые заметным образом сокращаются при наличии растений [12].

Размещение в закрытых помещениях фитокомпозиций комнатных растений с выраженными фитонцидными, газопоглотительными и транспирирующими свойствами, таких как *Chlorophytum comosum*, *Aspidistra elatior*, *Begonia ricinifolia*, *Hibiscus rosa-sinensis*, *Kalanchoe blossfeldiana*, *Coleus blumei*, *Murraya exotica*, *Nephrolepis exaltata*, *Sansevieria trifasciata*, *Cyperus alternifolius*, в закрытых помещениях, приводит к устойчивому снижению показателей общего количества микроорганизмов, снижению химической нагрузки, повышению влажности воздуха, и способствует снижению рисков и профилактике заболеваемости [11-19].

Санитарно-эпидемиологическое благополучие населения обеспечивается комплексом профилактических мероприятий (очистители воздуха, проветривание, фитокомпозиции растений), которые позволяют устранить или уменьшить риски, связанные с биологическим загрязнением и повышенным содержанием диоксида углерода в воздухе, что позволяет предотвратить возникновение и распространение массовых инфекционных и неинфекционных заболеваний [20].

Заключение

Воздействие диоксида углерода на человека зависит от концентраций загрязнителей в атмосферном воздухе, а также проводимых профилактических мероприятий по охране здоровья населения и ОПС. Правильное сочетание приборов для измерения и мониторинга концентрации диоксида углерода с очистителями воздуха и разумным уровнем вентиляции может дать хороший профилактический эффект наряду с хорошим уровнем энергосбережения, что показывают исследования и разработки, описанные в научных публикациях последних лет.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Факторы и биомаркеры, связанные с ускоренным старением / О.А. Савченко, Н.Ф. Чуенко, О.В. Плотникова [и др.] // Национальные приоритеты России. 2024; № 3 (54): 45-52.
2. Влияние химических загрязнителей атмосферного воздуха на здоровье человека / Н.Ф. Чуенко, О.А. Савченко, И.И. Костюк, С.С. Ступа // Научные труды ФГБУЗ «Сибирский окружной медицинский центр Федерального медико-биологического агентства». Том 10. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2022. – С. 282-290.
3. Влияние наночастиц и наноматериалов на теплокровный организм и процессы его ускоренного старения / О. А. Савченко, А. С. Огулов, О. А. Савченко [и др.] // Национальные приоритеты России. – 2025. – № 1(56). – С. 77-84.
4. Углекислый газ: проблемы нормирования, контроля и профилактики неблагоприятного воздействия в образовательных организациях / И.И. Новикова, А.В. Сорокина, М.А. Лобкис [и др.] // Российский вестник гигиены. – 2023. – № 4. – С. 18-28. – DOI 10.24075/rbh.2023.081.
5. Bundesgesundheitsbelehrung, Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz des Umweltbundesamtes 2008, Gesundheitliche Bewertung von Kohlendioxid in der Innenraumluft, Springer Medizin Verlag Ergonomic Institut für Arbeits- und Sozial forschung, page 1358.
6. Мониторинг CO2 и качество воздуха в помещении: экспертная статья Testo. - URL: <https://climatecontrolsolutions.ru/publication/32205-monitoring-co2-i-kachestvo-vozdukha-v-pomeshchenii.html>; <https://climatecontrolsolutions.ru/images/Whitepaper-testo-160-IAQ-RU.pdf>.

7. SF-Ministry of the Environment (2003) Indoor climate and ventilation of buildings. Regulations and Guidelines 2003. D2 National building code of Finland, <http://www.environment.fi/default.asp?contentid=68171&lan=en>, zitiert bei: Bundes gesundheitsbelehrung, Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz des Umwelt bundesamtes 2008, Gesundheitliche Bewertung von Kohlendioxid in der Innen raumluft, Springer Medizin Verlag Ergonomic Institut für Arbeits- und Sozialforschung.
8. Fraunhofer IBP, Fraunhofer Institut für Bauphysik IBP, Study Report Titel Impact of the indoor environment on learning in schools in Europe, authors Gunnar Grün, Susanne Urlaub, Stuttgart, 10. Dezember 2015, https://www.ibp.fraunhofer.de/content/dam/ibp/de/documents/Presseinformationen/Velux-Prestudy_WhitePaper_141205_amended.pdf.
9. Shendell DG, Prill R, Fisk WJ, et al. (2004) Associations between classroom CO₂ concentrations and student attendance in Washington and Idaho. Indoor Air 14:333–341, quoted in: Bundesgesundheitsbelehrung, Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz des Umweltbundesamtes 2008, Gesundheitliche Bewertung von Kohlendioxid in der Innenraumlufte, Springer Medizin Verlag Ergonomic Institut für Arbeits- und Sozialforschung.
10. Мансуров Р.Ш., Гурин М.А., Рубель Е.В. Влияние концентрации углекислого газа на организм человека. Universum: технические науки. 2017; 8 (41): 20-3.
11. Влияние Хлорофитума хохлатого (Chlorophytum comosum) на качество воздуха в закрытых помещениях / Н. Ф. Чуенко [и др.] // Самарский научный вестник. – 2023. – Т. 12, № 2. – С. 102-105.
12. Гигиеническая роль комнатных растений в улучшении качества воздушной среды (на примере дошкольных образовательных организаций) / И.И. Новикова, Н.Ф. Чуенко, О.А. Савченко, Е.А. Новиков // Медицина в Кузбассе. – 2023. – Т. 22, № 4. – С. 93-99. – DOI 10.24412/2687-0053-2023-4-93-99.
13. Транспирирующие, фитонцидные и газопоглощительные свойства комнатных растений и их роль в улучшении качества воздушной среды в дошкольных организациях / Н. Ф. Чуенко, И. И. Новикова, М. А. Лобкис [и др.] // Экология человека. – 2023. – № 10-1. – С. 759-769. – DOI 10.17816/humeco609574.
14. Transpiring, phytoncidal and gas-absorbing properties of indoor plants and their role in improving the air quality in preschool environments / N. F. Chuenko, I. I. Novikova, M. A. Lobkis [et al.] // Human Ecology. – 2023. – No. 10-2. – P. 759-769. – DOI 10.17816/humeco609574.
15. Способ санации воздуха в помещении: пат. RU 2787940 / И.И. Новикова, Н.Ф. Чуенко, М.А. Лобкис, Н.А. Зубцовская, С. П. Романенко, Н.В. Цыбуля, Т.Д. Фершалова. – Оpubл. 13.01.2023.
16. Биологические особенности растений, определяющие их влияние на качество воздушной среды / Н.Ф. Чуенко, О.А. Савченко, А.С. Говоруха // Сборник материалов международной научно-практической конференции «Здоровье и окружающая среда», Минск, 05-06 декабря 2024 года. – Минск: НИИ ГТ ЭВМ РЦГЭиОЗ, 2024. – С. 169-172.
17. Новикова И.И., Чуенко Н.Ф., Савченко О.А. Алгоритм подбора комнатных растений для улучшения качества воздушной среды закрытых помещений // Медицина в Кузбассе. 2024. Т. 23, № 1. С. 58-64. doi: 10.24412/2687-0053-2024-1-58-64.
18. Здоровьесбережение - комнатные растения - самочувствие человека / О.А. Савченко, Н.Ф. Чуенко, О.А. Савченко, О.О. Савченко // Проблемы гигиенической безопасности и профилактики нарушений трудоспособности у работающих: Сборник научных трудов II Всероссийской научно-практической интернет-конференции с международным участием, Нижний Новгород, 28–29 ноября 2024 года. – Нижний Новгород: Медиаль, 2025. – С. 210-214.
19. Здоровьесбережение трудового контингента Российской Федерации / О.А. Савченко, Н.Ф. Чуенко, О.А. Савченко [и др.] // Сборник материалов международной научно-практической конференции «здоровье и окружающая среда», Минск, 05–06 декабря 2024 года. – Минск: НИИ ГТ ЭВМ РЦГЭиОЗ, 2024. – С. 121-123.
20. Современное состояние медицины окружающей среды и оценка риска состояния здоровья населения / О. А. Савченко, И. И. Костюк, И. Ю. Кропотов [и др.] // Наука и военная безопасность. – 2023. – № 4(35). – С. 80-87.

И. Г. Фютик¹✉, О. В. Колодяжная¹

Мониторинг компонентов устойчивого развития на предприятиях воднотранспортной отрасли

¹Сибирский государственный университет водного транспорта,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: ina_f@mail.ru

Аннотация. В области глобального экономического развития и сохранения окружающей среды, устойчивость определяется как равновесие эколого-социально-экономических систем, что предполагает необходимость учета влияния экономического развития на прогрессивное формирование всей мировой системы. В современных научно-исследовательских подходах к понятию «устойчивое развитие» может применяться система ESG-данных, которая характеризуется показателями функционирования хозяйствующего субъекта любого уровня по трем направлениям: экологические факторы, социальная ответственность и корпоративное управление. Только путем объединения усилий правительств, производства и научного сообщества можно создать безопасные и эффективные ESG-системы, способные улучшить работу предприятий, повысить корпоративную и социальную ориентированность, а также снизить воздействие на окружающую среду. Это позволит открыть новые перспективы соответствия современным тенденциям социально-экологического развития экономики, и в частности предприятий воднотранспортной отрасли, что и представлено в данном исследовании.

Ключевые слова: устойчивое развитие, водный транспорт, мониторинг

I. G. Fyutik¹✉, O. V. Kolodyazhnaya¹

Monitoring of the components of sustainable development at enterprises of the water transport industry

¹ Siberian State University of Water Transport, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: ina_f@mail.ru

Abstract. In the field of global economic development and environmental conservation, sustainability is defined as the balance of ecological, socio-economic systems, which implies the need to take into account the impact of economic development on the progressive formation of the entire global system. In modern research approaches to the concept of "sustainable development", an ESG data system can be used, which is characterized by indicators of the functioning of an economic entity at any level in three areas: environmental factors, social responsibility and corporate governance. Only by combining the efforts of governments, industry, and the scientific community can safe and effective ESG systems be created that can improve the performance of enterprises, increase corporate and social orientation, and reduce environmental impacts. This will open up new prospects for meeting current trends in the socio-ecological development of the economy, and in particular, enterprises of the water transport industry, which is presented in this study.

Keywords: sustainable development, water transport, monitoring

Введение

В современном мире исследовательских подходов к понятию «устойчивое развитие» применяется система *ESG*-данных, характеризующая показатели

функционирования хозяйствующего субъекта любого уровня (мировой уровень, национальный уровень отдельной страны, конкретное предприятие) по трем направлениям [1]. Первое направление – это экология (*Environmental*), включающее вопросы потребления воды и энергии, использования природных ресурсов, размеров наносимого вреда окружающей среде и пр. Второе – это социальная ответственность (*Social*), отражающая взаимодействие различных сообществ, в том числе уровень безопасности для человека, общественная диверсификация и инклюзивность, условия труда и этика взаимоотношений. Третье направление – управление (*Governance*), соотносимое с понятием экономика, как ведение хозяйственной деятельности, и включающее такие параметры как ресурсное обеспечение, структура управления и осуществляемых бизнес-процессов, факторы конфликтов интересов, определяемые значения цепочки поставок и т.д.

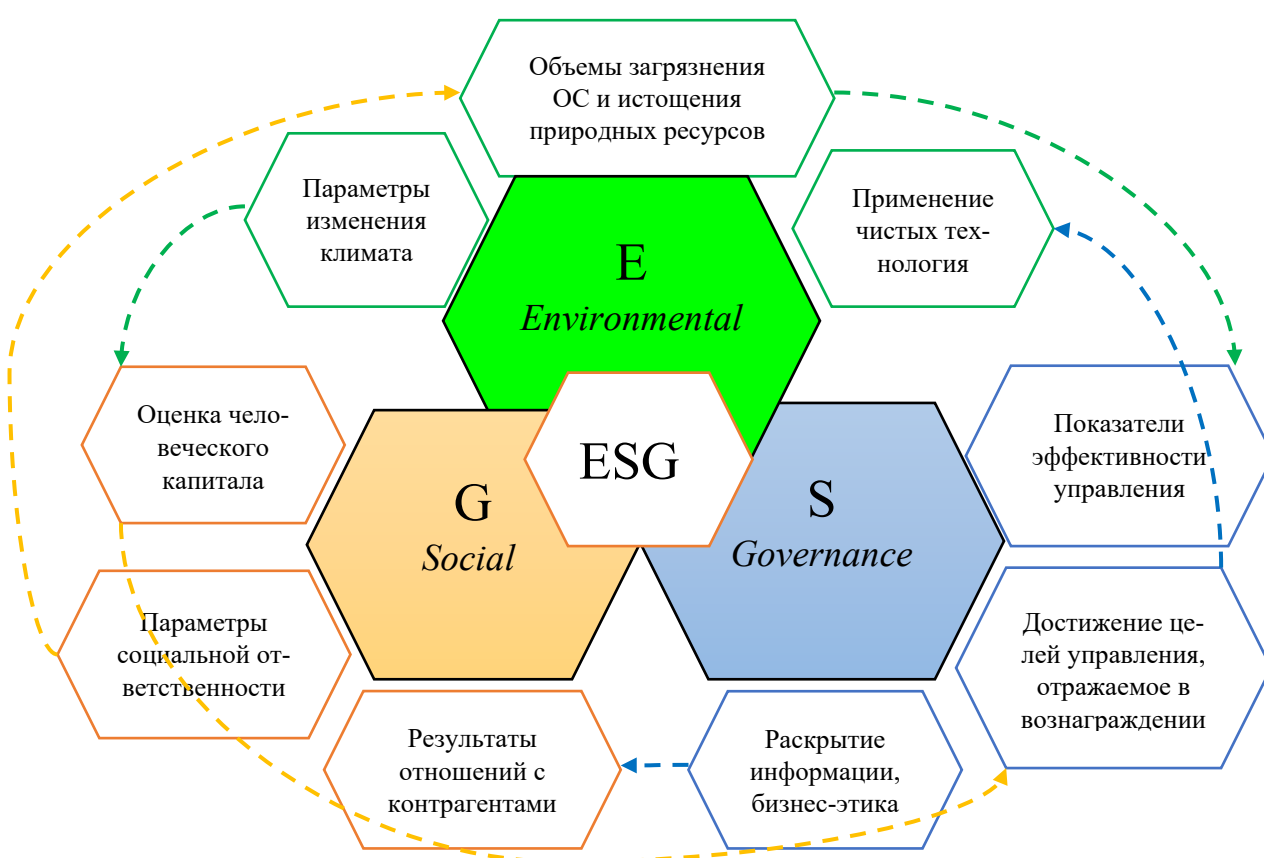


Рис. 1. Группировка критериев устойчивого развития в системе ESG-данных

На рисунке 1 представлен пример группировки критериев устойчивого развития по ESG-данным с возможным влиянием показателей в этой системе, отражающих изменение параметров устойчивого развития, что может приводить к относительно значительным последствиям. В области глобального экономического развития и сохранения окружающей среды, устойчивость определяется как равновесие эколого-социально-экономических систем, что предполагает необходимость учета влияния ее на формирование всей мировой системы [2].

Проблема проявляется в отсутствии единых подходов к разработке состава и структуры показателей ESG-данных для интерпретации и возможности применения различными группами стейкхолдеров [3]. Для определения компонентов устойчивого развития предприятий водотранспортной отрасли необходимо учитывать специфику деятельности таких компаний и направления заинтересованности в получении желаемой информации, что и определяется целями данного исследования.

Также мониторинг компонентов устойчивого развития раскрывается в вызовах, с которыми сталкиваются судоходные компании в реализации своей инвестиционной политики. Так как приходится адаптироваться к постоянно меняющемуся инвестиционному ESG-ландшафту бизнеса, требующего тщательного анализа динамики, а также необходимость открытости, ответственности и креативности в достижении целей устойчивого развития [4].

Таким образом, исследование раскрывает направления необходимости проведения мониторинга ESG-компонентов деятельности водотранспортных предприятий и потенциальные вызовы, которые стоят на пути его применения.

Методы и материалы

Мониторинг, как процесс направлен на выявление каких-либо изменений или тенденций для принятия своевременных обоснованных управленческих решений. Основными целями таких решений чаще всего выступают: обеспечение стабильности и результативности экономического субъекта, оптимизация бизнес-процессов и ресурсобеспеченности, управленческое обоснование с учетом социальных, экономических и других аспектов, в том числе обеспечение безопасности. Важную роль в понимании компонентов устойчивого развития играет использование национальной инфраструктуры пространственных данных, полученных при проведении мониторингов [5]. Если речь идет о системе мониторинга окружающей среды, то не обойтись без записи больших массивов информации в режиме реального времени [6].

В период с 2005 по 2020 годы на портале *monitoring-esg.ru* осуществлялась работа по ESG-аналитике различных компаний и существовала возможность рассмотреть, проанализировать и принять к сведению экологические, социологические и управленческие показатели холдингов и их дочерних предприятиях. К показателям, отражаемым на этом портале относились: энергоемкость (тут/тыс. руб.) и объемы выбросов (тонн), а значит можно было сравнить уровень экологического воздействия и экономического развития по аналогичным компаниям в отраслевой классификации. Единица измерения «тут», принимается в энергетике для сопоставления тепловой ценности различных видов органического топлива, и в России 1 тут – это теплотворная способность 1 кг каменного угля равная 29,3 МДж (или 7000 ккал), а Международное энергетическое агентство (*International Energy Agency*) принимает за единицу условного топлива 1 т нефтяного эквивалента 1 toe = 41,868 ГДж, (или 11,63 МВт·ч) $\approx$ 1,429 тут. Как известно за единицу условного топлива также применяется баррель нефтяного эквивалента 1 boe = 0,14 toe $\approx$ 0,2 тут. (*bigenc.ru*). Также в свете концепции устойчивого раз-

вития на портале формировался рейтинг готовности компаний к энергопереходу, отражающий уровень их энергоэффективности.

Справочный портал *Kompanii.top*, содержащий ESG-показатели российских компаний в свое время (2021 год) представлял ESG-рэнкинг российских компаний промышленного сектора и на основании определенной методологии присвоения ESG-рейтингов, существовала возможность осуществления аналитической работы, по оценке критериев устойчивого развития. При составлении отчетности многие компании использовали международные стандарты нефинансовой отчетности (SASB, GRI, TCFD), а также рекомендации Банка России (например, информационное письмо от 30.06.2023 г. №ИН-02-05/46 «О рекомендациях по разработке методологии и присвоению ESG-рейтингов (рейтингов устойчивого развития)»), но в 2022 году часть компаний опасаясь санкций перестали раскрывать информацию. На сегодняшний момент представляется следующая ситуация: с одной стороны, многие компании активизируются по повышению устойчивости своей деятельности, а инвесторы при принятии инвестиционных решений все чаще учитывают критерии ESG-системы, но с другой стороны отсутствие достоверных данных и последовательного раскрытия информации для анализа преобразований остается значительным препятствием в достижении целей.

Результаты

Для осуществления выбора компонентов устойчивого развития на предприятиях воднотранспортной отрасли необходимо выявить отличительные особенности, во-первых, транспортной деятельности и, во-вторых, именно водного транспорта. Прежде всего продукцией транспорта является услуга по доставке грузов или пассажиров, то есть обеспечивающая социально-экономические потребности общества деятельность, а значит основные критерии характеризуются удовлетворенностью клиентских нужд [7]. Тогда основными показателями, характеризующими компоненты устойчивого развития, будут: грузооборот, пропускная способность пути, провозная способность подвижного состава, площадь складских территорий, количество перегрузочной техники и флота. Основными отличительными чертами водного от других видов транспорта сразу проявляется сезонность и зависимость от погодных условий, что в свою очередь отражается в таких показателях как сроки доставки и периоды приема груза к перевозке, время кругового рейса с учетом течения реки и загрузки судна и др. [8].

Примером проведения мониторинга на внутреннем водном транспорте может послужить описание деятельности морского научно-исследовательского судна, осуществляющего комплекс исследований по дистанционному обнаружению нефтяных пленок, контроля радиационной обстановки, диагностики загрязнений поверхностного и придонного слоя воды и другие мероприятия экологической и эксплуатационной направленности [9].

Компонентами мониторинга эксплуатационно-экологической направленности на водном транспорте могут приниматься: система контроля расхода топлива при движении, уровень безопасности в процессе бункировки судов, система менеджмента качества при погрузо-разгрузочных работах, диагностика безопасно-

сти в пути следования судов и их местонахождение, предотвращение мошенничества и несоблюдения техники безопасности и т.д. [10]. Если же говорить о критериях *ESG*-системы, то здесь дополнительно подключаются компоненты геоинформационной модели транспортного комплекса и его инфраструктуры, информация о грузопотоках на основных магистралях, притоках и транспортных узлах, а также о происшествиях и чрезвычайных ситуациях на воде. При международном водном сообщении осуществляется мониторинг контейнерных перевозок и таможенный контроль внешнеторговых перевозок [11]. Можно представить схему компонентов устойчивого развития на предприятиях воднотранспортной отрасли для осуществления мониторинга с учетом *ESG*-системы (рис. 2).

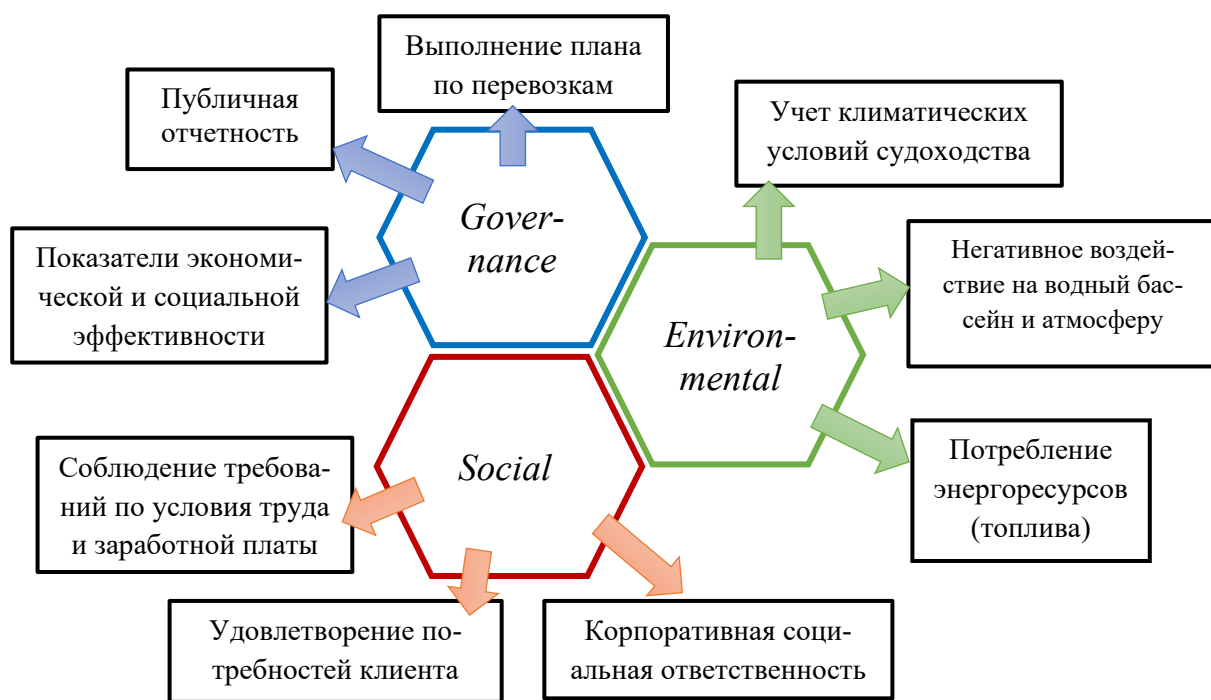


Рис. 2. Критерии устойчивого развития в *ESG*-системе на водном транспорте

Кроме того, что каждый компонент устойчивого развития относится к своему сегменту *ESG*-системы, существует взаимное влияние компонентов (которые на рисунке 3 представлены выборочно). Так потребление энергоресурсов зависит от объема транспортной работы, которая характеризуется грузооборотом судоходной компании, обеспечивающей полную удовлетворенность клиента в потребности к перевозкам. Или подсистемы предиктивной аналитики могут прогнозировать потребление топлива на основе данных о скорости движения судов, их загруженности и погодных условиях, что позволяет проводить более точные расчеты и уменьшать негативное воздействие на окружающую среду.

Эффективное планирование деятельности является критически важным для обеспечения доставки грузов, улучшения работы судоходных компаний, а также и минимизации их издержек [12]. Для этого необходимо обрабатывать большие

объемы данных, что в свою очередь позволяет находить оптимальные решения, учитывающие множество переменных, таких как погодные или гидрографические условия, уровень воды или состояние навигационной инфраструктуры.

Обсуждение

Природные ресурсы обеспечивают экономику страны и благополучие ее граждан, а их потребление является ключевым фактором экономического роста и устойчивого развития, но в то же время может иметь серьезные негативные последствия для окружающей среды и социально-экономического развития [13].

В то же время в современных информационных реалиях, изменяющих условия жизни человека и его взаимосвязь с экосистемой важно проследить путь производимого продукта от его создания до вывода на рынок включая транспортировку и утилизацию без ущерба окружающей среде [14]. Это может проявляться в рациональном использовании «зеленых» технологий, а также технологий искусственного интеллекта, в снижении загрязнения водных ресурсов и сокращении выбросов (сбросов) на системной основе, улучшении регулирования потребления электроэнергии [15, 16], а также в осведомленности и ориентации на устойчивое поведение [17].

Концепция устойчивого развития стала более востребована на межгосударственном уровне [18], с учетом важности этических норм и внедрения методов лидерства для содействия миру и устойчивому развитию [19].

Совершенствование мультимодальных транспортных систем во многом определяют возможности морской логистики, а, следовательно, влияют на управление международной торговлей [20], с учетом теоретико-методических аспектов таких перевозок и возможностей более глобальной аналитической проработки критериев деятельности [21].

Таким образом, понимание современных социально-экологических и экономических проблем требует тщательных и обширных исследований, а концептуальный анализ состояния и устойчивого развития проецирует современные практики на возможности будущего с учетом *ESG*-системы [22], в том числе и на снижение вредного воздействия на окружающую среду. Поэтому необходимость отраслевого мониторинга устойчивого развития актуальна и должна не только повысить качество обслуживания, но и положительно сказаться на статусе водно-транспортной отрасли в глазах общества.

Заключение

В рамках проведенного исследования были выявлены основные аспекты, касающиеся вариантов проведения мониторинга с учетом особенностей выявления компонентов устойчивого развития для предприятий воднотранспортной отрасли. На основании анализа современных социально-экономико-экологических тенденций и вызовов, можно сделать следующие выводы:

1. Совершенствование управления воднотранспортными отраслевыми комплексами требует значительной аналитической проработки и соответственно глобализации мониторинга компонентов устойчивого развития.

2. Более охватная аналитическая проработка критериев деятельности судоходных компаний с возможностями *ESG*-системы позволит существенно повысить эффективность логистических процессов, снизить затраты и уменьшить риск аварий благодаря более точному прогнозированию и мониторингу.

3. Внедрение технологий искусственного интеллекта, направленных на обеспечение безопасности и повышение социально-экологической и экономической эффективности позволит расширить возможности по проведению мониторинга компонентов устойчивого развития на более высоком информационно-технологическом уровне.

Подводя итоги, можно констатировать, что мониторинг компонентов устойчивого развития с применением *ESG*-системы открывает новые перспективы для предприятий воднотранспортной отрасли, однако его успешное внедрение требует комплексного подхода, включающего современные технологии, качественную подготовку кадров и расширенное сотрудничество как на государственном уровне, так и в сфере научно-исследовательского сообщества.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Измайлов, М. К. *ESG-концепция в России - инициативы, тенденции, проблемы* / М. К. Измайлов // Вестник Московского финансово-юридического университета МФЮА. – 2024. – № 4. – С. 234-246. – DOI 10.52210/2224669X_2024_4_234. – EDN GKSUKP.
2. Фюттик, И. Г. Возможности применения DUE DILIGENCE в риск-менеджменте устойчивого развития / И. Г. Фюттик // Сибирская финансовая школа. – 2018. – № 2(127). – С. 31-37.
3. Санникова, И. Н. Нефинансовая отчетность: практика формирования и мониторинга ESG-данных / И. Н. Санникова, М. Н. Семиколонова // Экономика. Профессия. Бизнес. – 2024. – № 1. – С. 64-71. – DOI 10.14258/epb202409. – EDN SVCFTU.
4. Nguyen, H. Ph. Sustainable Finance and ESG investing: a global analysis of market dynamics and future trajectories / H. Ph. Nguyen // Journal of Regional and International Competitiveness. – 2024. – Vol. 5, No. 4. – P. 54-64. – DOI 10.52957/2782-1927-2024-5-4-54-64. – EDN JCGNVY.
5. Salim, M. GIScience for Sustainable Development // Journal of Geographic Information System. – Vol.9 No.4, August 2017. – DOI: 10.4236/jgis.2017.94030. – URL: <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=78440>.
6. Šećerov, I. , Dolinaj, D. , Pavić, D. , Milošević, D. , Savić, S. , Popov, S. and Živanov, Ž. Environmental Monitoring Systems: Review and Future Development // Wireless Engineering and Technology. Vol.10 No.1, January 2019. – DOI: 10.4236/wet.2019.101001. – URL: <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=89268>.
7. Современные тенденции функционирования и развития предприятий водного транспорта / Н. В. Баранова, А. А. Борисова, В. А. Виниченко [и др.]. – М.: Общество с ограниченной ответственностью "Русайнс", 2024. – 170 с. – ISBN 978-5-466-07825-1. – EDN WDBFQY.
8. Некрасов, Н. А. Экономические проблемы внутреннего водного транспорта и перспективы его развития / Н. А. Некрасов, А. М. Варакса, И. Г. Фюттик // Идеи и идеалы. – 2017. – Т. 2, № 3(33). – С. 145-153. – DOI 10.17212/2075-0862-2017-3.2-145-153. – EDN ZHZROV.
9. Кудряшова Е.В., Зайков К.С., Сабуров А.А. Состояние и перспективы развития российского и зарубежного арктического научного флота // АиС. – 2017. - №28. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sostoyanie-i-perspektivy-razvitiya-rossiyskogo-i-zarubezhnogo-arkticheskogo-nauchnogo-flota> (дата обращения: 21.05.2025).
10. Егоров, С. В. О мониторинге контрольно-надзорной деятельности на объектах водного транспорта / С. В. Егоров, П. А. Гарибин, А. В. Федяшов // Речной транспорт (XXI век).

– 2021. – № 2(98). – С. 36-37. – EDN KFETCE.

11. Бондаренко Н. П. Таможенный мониторинг и управление рисками контейнерных перевозок на водном транспорте // Российский внешнеэкономический вестник. – 2008. – №1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tamozhennyu-monitoring-i-upravlenie-riskami-konteynernyhperevozok-na-vodnom-transporte> (дата обращения: 13.05.2025).

12. Фютик, И. Формирование критериев экономической эффективности оценки влияния риск-факторов на функционирование предприятия водного транспорта / И. Фютик, О. Колодзяжная // International Independent Scientific Journal. – 2023. – № 55. – С.10-15. – DOI 10.5281/zenodo.8424733. – EDN BEORTF.

13. Iwuji, C. , Okeke, O. , Ezenwoke, B. , Amadi, C. and Nwachukwu, H. (2016) Earth Resources Exploitation and Sustainable Development: Geological and Engineering Perspectives. Engineering. Vol.8 No.1, January 2016. – DOI: 10.4236/eng.2016.81003. – URL: <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=62916>.

14. Basal, M., & Demircioglu, A. (2024). Digital Product Passport in Marketing and the Future of Sustainable Development. American Journal of Industrial and Business Management. – Vol.14 No.5, May 2024. – DOI: 10.4236/ajibm.2024.145039. – URL: <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=133462>.

15. Wang, Z. and Baniotopoulos, C. Green Construction and Sustainable Development. Open Journal of Civil Engineering. – Vol.13 No.2, June 2023. – DOI: 10.4236/ojce.2023.132024. – URL: <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=125661>.

16. Sarkar, A. Evolving Green Aviation Transport System: A Holistic Approach to Sustainable Green Market Development. American Journal of Climate Change. – Vol.1 No.3, September 2012. – DOI: 10.4236/ajcc.2012.13014. – URL: <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=22479>.

17. Al-Shehri, F., Al-Ghamdi, N. and Aslam, M. Awareness of Sustainable Development Goals and Its Relationship to Sustainable Behavior. Open Access Library Journal. – Vol.11 No.6, June 2024. – DOI: 10.4236/oalib.1111555. – URL: <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=133727>.

18. Kashwani, G. A Critical Review on the Sustainable Development Future. Journal of Geoscience and Environment Protection. – Vol.7 No.3, March 2019. –DOI: 10.4236/gep.2019.73001. – URL: <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=91004>.

19. Ebot-Ashu, F. Sustainable Leadership for Peace Building and Achieving Sustainable Development: Commonwealth Perspective. Journal of Human Resource and Sustainability Studies. – Vol.12 No.3, September 2024. – DOI: 10.4236/jhrss.2024.123030. – URL: <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=135779>.

20. Yao, C. , Yang, J. , Fu, J. , Li, H. , Xu, J. and Feng, D. (2024) Knowledge Graph Analysis of Multimodal Transport of Maritime Logistics in China. Open Journal of Social Sciences. – Vol.12 No.8, August 2024. – DOI: 10.4236/jss.2024.128022. <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=135434>.

21. Северилов, А. В. Международные мультимодальные транспортные перевозки: сущность, содержание, виды и риски / А. В. Северилов // Экономика и предпринимательство. – 2024. – № 8(169). – С. 526-532. – DOI 10.34925/EIP.2024.169.8.102. – EDN RRQKHN.

22. Sakalasooriya, N. Conceptual Analysis of Sustainability and Sustainable Development. Open Journal of Social Sciences. – Vol.9 No.3, March 2021. – DOI: 10.4236/jss.2021.93026. – URL: <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=10804>.

© И. Г. Фютик, 2025

Д. А. Дмитриева^{1✉}, Е. М. Короткова¹, А. В. Дубровский²

Анализ динамики системы особо охраняемых природных территорий Томской области в 2000 – 2023 гг.

¹Томский Государственный Архитектурно-Строительный Университет,
г. Томск, Российская Федерация

²Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: stepchenkovad@bk.ru

Аннотация. В статье исследуется динамика развития системы особо охраняемых природных территорий (ООПТ) Томской области за период с 2000 по 2023 год. На основе анализа данных государственных докладов авторами выявлены ключевые тенденции: рост количества ООПТ на 13% и увеличение их совокупной площади на 18%. Рассмотрены изменения в структуре ООПТ, включая появление новых категорий и колебания численности территорий, связанные с экономическими факторами и природоохранной политикой. Отмечены периоды роста и последующего сокращения количества ООПТ. Результаты свидетельствуют о поступательном, но неравномерном развитии сети ООПТ, отражающем баланс между экологическими приоритетами и региональными интересами.

Ключевые слова: особо охраняемые природные территории (ООПТ), Томская область, экологическая политика, динамика ООПТ, заповедники, заказники, ландшафтные парки, охрана окружающей среды

D. A. Dmitrieva^{1✉}, E. M. Korotkova¹, A. V. Dubrovsky²

Analysis of the dynamics of the system of specially protected natural areas of the Tomsk region in 2000–2023.

¹Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering, Tomsk, Russian Federation

¹Siberian State University of Geosystems and Technologies,
Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: stepchenkovad@bk.ru

Abstract. The article examines the dynamics of the development of the system of specially protected natural areas (SPNA) in the Tomsk region for the period from 2000 to 2023. Based on the analysis of government reports, the authors identified key trends: an increase in the number of SPNAs by 13% and an increase in their total area by 18%. Changes in the structure of SPNAs are considered, including the emergence of new categories and fluctuations in the number of territories associated with economic factors and environmental policy. Periods of growth and subsequent reduction in the number of SPNAs are noted. The results indicate a progressive, but uneven development of the SPNA network, reflecting the balance between environmental priorities and regional interests.

Keywords: specially protected natural areas (SPNA), Tomsk region, environmental policy, SPNA dynamics, reserves, sanctuaries, landscape parks, environmental protection

Введение

Особо охраняемые природные территории (ООПТ) играют важную роль в сохранении биоразнообразия, экологической устойчивости и поддержании эко-

логического баланса регионов. Томская область имеет богатое природное наследие, включающее в себя леса, водные ресурсы, уникальные природные объекты и биологические виды, требующие изучения и охраны. Важным элементом охраны окружающей среды России является экологическая политика, регулирующая создание и управление ООПТ.

В 2005 году был принят Закон Томской области № 134-ОЗ от 12 августа 2005 года «Об особо охраняемых природных территориях в Томской области» (далее – закон №134-ОЗ), который стал важным шагом на пути к системному управлению природными ресурсами области. Закон создал правовую основу для создания, охраны и управления ООПТ и определил типы ООПТ на региональном уровне [1,2].

С момента принятия закона №134-ОЗ число охраняемых природных территорий в регионе значительно увеличилось. С 2005 года в Томской области ведется работа по формированию и оформлению ООПТ. Результатом этой деятельности стал Перечень особо охраняемых природных территорий областного и местного значения, утвержденный Распоряжением Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области №17 от 22 января 2020 года [3].

На сегодняшний день на территории Томской области выделяются следующие категории особо охраняемых природных территорий согласно геоинформационной системе «ООПТ» [4]:

- Ботанические сады;
- Государственные природные заказники;
- Заповедники;
- ООПТ местного значения;
- Ландшафтные парки;
- Памятники природы;
- Территории рекреационного назначения;
- Экологические тропы и маршруты.

Методы и материалы

Для анализа динамики системы особо охраняемых природных территорий Томской области были изучены данные государственных докладов Администрации Томской области, а также департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области ОГБУ «Облкомприрода» в части государственного управления ООПТ с 2000 по 2023. По данным докладов проведен анализ структуры ООПТ, выявлены изменения в количестве и площади ООПТ разных категорий [5].

Результаты

Структура ООПТ Томской области непрерывно находится в динамике – упраздняются одни объекты и появляются другие. Так, по данным Семеновой Н.М. [6] в период с 1995 по 2015 гг. сеть зоологических заказников Томской области обновилась почти на 50%. Причины упразднения заказников, как правило, были связаны с хозяйственной деятельностью человека (сельскохозяйственное

освоение, лесозаготовки, развитие нефтегазодобывающего комплекса), осуществляемой или непосредственно на их территории или на смежных участках и являлись следствием либо несовершенства установленных для заказников охранных режимов, либо попросту повышенным хозяйственным интересом к утилитарному природопользованию в районах их размещения [6].

По состоянию на 2023 год в Томской области насчитывается 186 объектов, имеющих статус ООПТ общей площадью 1656,66 га. Распределение количества и общей площади ООПТ представлено на рис. 1, 2.



Рис.1. Динамика показателей ООПТ в Томской области с 2000 по 2023 год по количеству



Рис. 1. Динамика показателей ООПТ в Томской области с 2000 по 2023 год по площади

За период с 2000 по 2023 год наблюдается увеличение количества и площади особо охраняемых природных территорий в Томской области. В 2000 году общее количество ООПТ составляло 165, а их площадь – 1406,65 га. К 2023 году количество ООПТ увеличилось до 186, а их площадь – до 1656,66 га. Наиболее заметный рост произошел в период с 2006 по 2008 год, когда количество ООПТ увеличилось с 171 до 291. Однако в последующие годы наблюдались колебания, связанные с изменениями в категориях ООПТ и их площадях. Стоит отметить, что данные об ООПТ за 2009 год отсутствуют.

На основании систематизации и анализа данных из государственных докладов Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области ОГБУ «Облкомприрода» были выявлены следующие тенденции:

- В 2003 году появились ООПТ местного значения, что расширило систему охраняемых территорий. В этом году было зарегистрировано 2 ООПТ местного значения площадью 0,62 га;

- В 2006 году произошло увеличение количества ООПТ до 171, а их площади – до 1910,86 га. Это связано с созданием новых заказников регионального значения и увеличением площади памятников природы;

- В 2007 году было отмечено значительное увеличение количества ООПТ местного значения – с 5 до 108, что привело к резкому росту общего числа ООПТ до 274, что стало максимальным значением за весь период;

- В 2008 году наблюдается количество ООПТ местного значения увеличилось со 108 до 111. В этом году данные по площади памятников природы и ООПТ местного значения отсутствуют;

- В 2010 году количество ООПТ уменьшилось до 255, что связано с сокращением количества памятников природы и ООПТ местного значения;

- В 2012 году появились ООПТ рекреационного назначения регионального значения, что добавило новую категорию в систему ООПТ;

- В 2017 году впервые введены ландшафтные парки как категория ООПТ. В этом году было зарегистрировано 3 ландшафтных парка общей площадью 19 га;

- В 2017 году на месте заказника областного значения «Васюганский» был учрежден заповедник федерального значения, что стало важным шагом в развитии системы ООПТ Томской области. Заповедник «Васюганский» находится в центре одноименной равнины, между реками Обь и Иртыш и располагается на территории Бакcharского района Томской области и Убинского и Северного районов Новосибирской области. Васюганский заповедник является самой большой по площади ООПТ в Томской области, однако его площадь была утверждена только в 2018 году и на территории Томской области составила 362,514 га. Также в 2017 году количество памятников природы сократилось до 82, а их площадь уменьшилась до 27,26 га;

- В 2019 году количество ландшафтных парков увеличилось до 13, но при этом площадь ООПТ местного значения осталась практически неизменной;

– В 2020 году было отмечено увеличение количества ландшафтных парков до 14, что свидетельствует о развитии рекреационной инфраструктуры в регионе.

Стоит отметить, что развитие сети ООПТ характеризуется поступательным, но неравномерным ростом. Общее количество охраняемых территорий с 2000 до 2023 г. увеличилось на 13 % (с 165 до 186), а их совокупная площадь – на 18 % (с 1406,65 до 1656,66 га). Наиболее значительный рост наблюдался в 2006–2008 и 2017–2018 годах, что было связано с изменениями в природоохранном законодательстве и приоритетах региональной экологической политики.

Развитие системы ООПТ Томской области характеризуется как увеличением количества и площади охраняемых территорий, так и изменением их структуры. Введение новых категорий, таких как ландшафтные парки и заповедники федерального значения, свидетельствует о стремлении к сохранению биоразнообразия и развитию рекреационной инфраструктуры.

Таким образом, данные показатели можно назвать оптимистичными, так как наблюдается увеличение числа объектов ООПТ. Стоит отметить, что в данном анализе присутствует и снижение ООПТ в некоторых категориях. Снижение количества особо охраняемых природных территорий в Томской области с 2000 по 2023 год может быть связано с приоритетными задачами региона в других отраслях экономики, а также ограниченными финансовыми ресурсами, затрудняющими создание новых и поддержание существующих ООПТ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кичигин А.С. Анализ особо охраняемых природных территорий Томской области // Избранные доклады 70-й Юбилейной университетской научно-технической конференции студентов и молодых ученых. – Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2024. – С. 978-980.
2. Об особо охраняемых природных территориях в Томской области: закон Томской области от 12 августа 2005 г. № 134-ОЗ (ред. от 15.07.2024): принят постановлением Государственной Думы Томской области от 28 июля 2005 г. № 2287. - Текст: электронный // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. - URL: <http://docs.cntd.ru>.
3. О перечне особо охраняемых природных территорий областного и местного значения: распоряжение Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области от 22 января 2020 г. № 17. - Текст: электронный // Официальный интернет-портал правовой информации. - URL: <http://publication.pravo.gov.ru>.
4. Геоинформационная система «ООПТ» / Томский государственный университет. - Текст: электронный. - URL: <https://green.tsu.ru/oopt/>.
5. Особо охраняемые природные территории Томской области / ОГБУ «Облкомприрода». - Текст: электронный. - URL: <https://ogbu.green.tsu.ru>.
6. Семенова Н. М. Основные тенденции развития сети особо охраняемых природных территорий регионального значения в Томской области / Н. М. Семенова // Труды Тигирекского заповедника. Биология. — 2015. — № 7. — С. 122–126.

© Д. А. Дмитриева, Е. М. Короткова, А. В. Дубровский, 2025

Ю. И. Коваль^{1✉}, И. В. Васильцова², Д. Ж. Оспанова¹, И. И. Бочкарева³

Антиоксидантная активность монокомпонентных и композиционных настоев из растительного сырья в модельном эксперименте

¹ФГБОУ ВО Новосибирский государственный педагогический университет,
г. Новосибирск, Российская Федерация,

²ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ, г. Новосибирск, Российская Федерация,

³Сибирский государственный университет геосистем и технологий,

г. Новосибирск, Российская Федерация

e-mail: kovalyuliya81@mail.ru

Аннотация. В статье приведены результаты экспериментальных исследований, посвященных сравнительному анализу антиоксидантной активности монокомпонентных и композиционных настоев на основе сухого растительного сырья. Показано влияние состава экстрагента и времени извлечения на критерии антиоксидантной активности настоев из лопуха большого, одуванчика лекарственного, аира болотного и их композиций. Установлено, что все исследуемые настои в той или иной степени обладали выраженной антиоксидантной активностью, причем водные извлечения уступали водно-спиртовым по данному показателю. У водных извлечений максимум антиоксидантной активности зафиксирован у образца «одуванчик лекарственный и аир болотный, 1:1» – 4,50 мкмоль/л×мин, у водно-спиртовых – «аир болотный» и «одуванчик лекарственный и аир болотный, 1:1» – до 13,49 мкмоль/л×мин и до 24,35 мкмоль/л×мин соответственно. При использовании водно-спиртового экстрагента оптимальным временем извлечения можно считать 21 сутки, когда практически все образцы проявляли максимальную антиоксидантную активность.

Ключевые слова: лопух большой, одуванчик лекарственный, аир болотный, настои, антиоксидантная активность

Yu. I. Koval^{1✉}, I. V. Vasiltsova², D. J. Ospanova¹, I. I. Bochkareva³

Antioxidant activity of monocomponent and composite infusions from plant raw materials in a model experiment

¹FSBEI HE Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russian Federation

²FSBEI HE Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russian Federation,

³Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

e-mail: kovalyuliya81@mail.ru

Abstract. The article presents the results of experimental studies devoted to the comparative analysis of the antioxidant activity of monocomponent and composite infusions based on dry plant raw materials. The influence of the extractant composition and extraction time on the criteria of antioxidant activity of infusions from burdock, dandelion, calamus and their compositions is shown. It was established that all the infusions studied possessed, to varying degrees, pronounced antioxidant activity, with aqueous extracts being inferior to aqueous-alcoholic ones in this indicator. In aqueous extracts, the maximum antioxidant activity was recorded for the sample «dandelion and calamus, 1:1» – 4.50 $\mu\text{mol/l} \times \text{min}$, in aqueous-alcoholic extracts – «calamus» and «dandelion and calamus, 1:1» – up to 13.49 $\mu\text{mol/l} \times \text{min}$ and up to 24.35 $\mu\text{mol/l} \times \text{min}$, respectively. When using a water-alcohol extractant, the optimal extraction time can be considered to be 21 days, when almost all samples exhibited maximum antioxidant activity.

Keywords: burdock, dandelion, calamus, infusions, antioxidant activity

Введение

В настоящее время все возрастает интерес к разработке и изучению препаратов на основе лекарственного растительного сырья. Это обусловлено возрастающей потребностью в эффективных и безопасных лекарственных средствах, способных оказывать антиоксидантное действие и предотвращать возникновение различных заболеваний [1–3].

Изучение натуральных антиоксидантов – это область, которая вызывает интерес из-за их большей безопасности по сравнению с синтетическими. Растительные антиоксиданты, будучи экологически чистыми и эффективными, играют все более важную роль в разработке новых лекарственных средств [4–6].

Жидкие лекарственные формы на растительной основе, представляют собой перспективный класс лекарственных препаратов, так как они обеспечивают быстрое и эффективное усвоение действующих веществ организмом, в этой связи исследования их антиоксидантной активности носит актуальный характер. Кроме этого, требуется дальнейшее изучения влияние различных факторов на стабильность и активность компонентов, обладающих антиоксидантными свойствами, в процессе производства и хранения лекарственных препаратов [7, 8].

Целью настоящего исследования явилось изучение антиоксидантной активности водных и водно-спиртовых извлечений на основе растительного лекарственного сырья методом вольтамерометрии.

Задачи:

1. определить кинетические критерии моно компонентных и композиционных водных и водно-спиртовых извлечений на основе корней лопуха большого, одуванчика лекарственного и аира болотного;
2. изучить влияние времени извлечения и вида экстрагента на антиоксидантные свойства настоев и отваров из растительного сырья.

Методика

Объектами исследований являлись лекарственное сырье и извлечения на его основе. Использовали 3 образца сырья производства компании «Травы Алтая» – корни лопуха большого, одуванчика лекарственного и аира болотного.

Для решения поставленных задач был проведено 3 серии экспериментов с использованием водных и водно-спиртовых извлечений.

Образцы растительного сырья готовили согласно таблице 1.

Таблица 1

Схема приготовления образцов растительного сырья

Образец	Состав	Содержание сырья, %
1	Корни лопуха большого (ЛБ)	100,00
2	Корни одуванчика лекарственного (ОЛ)	100,00
3	Корни аира болотного (АБ)	100,00
4	ЛБ + ОЛ (1 : 1)	50,00 : 50,00
5	ЛБ + АБ (1 : 1)	50,00 : 50,00
6	ОЛ + АБ (1 : 1)	50,00 : 50,00
7	ЛБ + ОЛ + АБ (1 : 1 : 1)	33,33 : 33,33 : 33,33

Для приготовления извлечений на весах специальной точности брали образец массой 1 г, помещали в стеклянные стаканы или бюксы с крышками, соблюдая массовое соотношение, добавляли соответствующий экстрагент.

Приготовление извлечений производили, соблюдая массовое соотношение «сырье – растворитель» – 1 : 30, согласно таблице 2.

Таблица 2

Схема приготовления извлечений

Образец	Массовое соотношение «сырье : экстрагент» – 1:30	
1–7	Экстрагент – вода Способ извлечения – термостатирование при 100 °С Время извлечения – 30 минут	Экстрагент – 40 %-й этанол Способ извлечения – настаивание Время извлечения – 7–42 суток
5	Экстрагент – вода Способ извлечения – термостатирование при 100 °С Время извлечения – 15-120 минут	

Водные растворы доводили до кипения на водяной бане, кипятили от 15 до 120 минут, остужали до комнатной температуры, фильтровали через бумажный фильтр, после доводили до исходной массы. Водно-спиртовые – настаивали в бюксах с притертой крышкой в темном месте от 7 до 42 суток после отфильтровывали, при необходимости доводили до исходной массы 40 %-м этанолом.

Антиоксидантную активность определяли методом катодной вольтамперометрии с помощью анализатора «ТА-Lab», подключенного совместно с ПК. Определения для каждого образца выполнялись в 3-кратной повторности, полученные данные обрабатывали с помощью методов вариационной статистики.

Результаты

Экспериментальные данные определения антиоксидантной активности водных извлечений представлены в таблице 3.

Максимальным критерием антиоксидантной активности характеризовался композиционный отвар одуванчика и аира болотного в сочетании 1 : 1.

Таблица 3

Коэффициенты суммарной антиоксидантной активности водных извлечений

Образец	К, мкмоль/л×мин
1	4,38±0,50**
2	3,01±0,20**
3	1,93±0,08**

4	0,95±0,02
5	2,09±0,01**
6	4,50±0,52**
7	1,58±0,06*

Примечания: * – $P \geq 0,95$; ** – $P \geq 0,99$ (в сравнении с наименьшим показателем в пределах времени извлечения).

С использованием образца 5 – композиции корней лопуха большого и аира болотного, характеризовавшегося средним значением критерия антиоксидантной активности в первой серии экспериментов, изучали влияние времени извлечения на переход гидрофильных антиоксидантов – результаты представлены на рис 1.

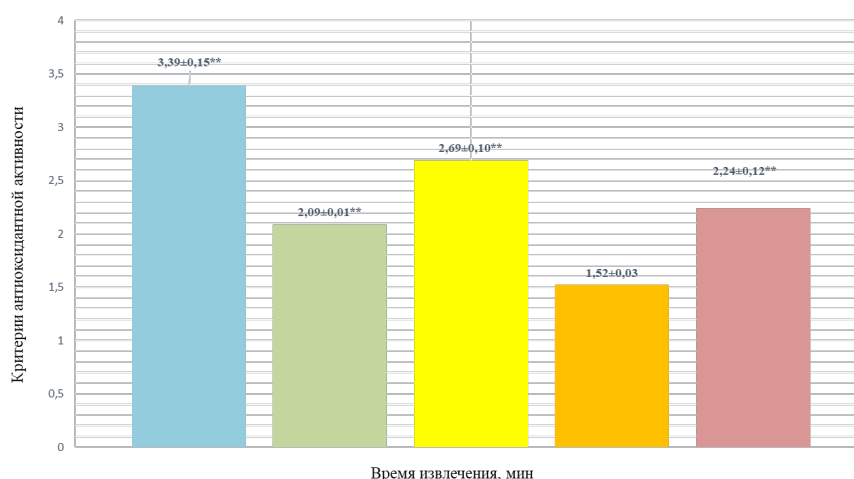


Рис.1 – Коэффициенты суммарной антиоксидантной активности водных извлечений К, мкмоль/л×мин

Примечания: ** – $P \geq 0,99$ (в сравнении с наименьшим показателем в пределах образца).

Так, установлено, что наиболее эффективное извлечение происходило в течении 15 минут, при увеличении времени показатель изменялся не линейно – то снижался, то возрастал, однако эти изменения достоверно не отличались друг от друга.

При водном извлечении биологически активных соединений, вклад в величину суммарной антиоксидантной активности вносят только доступные водорастворимые формы антиоксидантов. Для получения более полной «картины» необходимо использование других растворителей, способных к извлечению липофильных антиоксидантов. К таким формам относят водно-спиртовые извлечения. Данные третьей серии экспериментов представлены в таблице 4.

Таблица 4

Коэффициенты суммарной антиоксидантной активности водно-спиртовых извлечений (40 %-й этанол), К, мкмоль/л×мин

Образец	Время извлечения, сут. /нед.			
	7 / 1	14 / 2	21 / 3	42 / 8
1	10,71±1,25**	8,73±0,55**	14,94±1,12**	13,36±0,10**
2	12,76±0,90**	12,44±1,30**	11,56±2,24**	11,39±0,12**
3	11,64±2,20**	13,49±0,20**	11,49±1,50**	11,89±0,58**
4	7,47±0,80**	7,79±1,80**	11,56±0,90**	11,86±1,15**
5	6,86±0,35*	6,83±0,30	5,07±0,92	6,22±0,97
6	10,24±1,00**	7,52±1,00**	24,35±2,14**	12,03±0,71**
7	4,62±0,80	5,14±0,40	8,72±1,25*	9,99±1,00**

Примечание: * – $P \geq 0,95$; ** – $P \geq 0,99$ (в сравнении с наименьшим показателем в пределах времени извлечения).

Максимальным критерием антиоксидантной активности через 1 неделю настаивания, достоверно превосходящим по данному показателю остальные образцы до 2,76 раза, характеризовался образец 2 – корни лопуха большого, минимальным – смесь одуванчика, лопуха и аира.

Ко второй неделе наблюдался рост антиоксидантной активности образца 3, разница кинетических критериев настоя корней аира болотного с другими образцами достигала 2,62 раза.

Резкий скачок роста критерия антиоксидантной активности наблюдался к 3 неделе в смеси корней аира и лопуха, что свидетельствует о высокой концентрации антиоксидантов, перешедших в извлечение образца 6.

К 4 неделе наблюдалась общая тенденция к снижению кинетического критерия практически у всех образцов, однако максимум так же зафиксирован в образце 6.

Обсуждение

Согласно литературным данным к гидрофильным антиоксидантам растительного происхождения относят: гликозиды флавоноидов, катехины и дубильные вещества, некоторые водорастворимые витамины, в частности аскорбиновую кислоту [9–11]. В эксперименте с водными извлечениями в качестве эталона сравнения использовали водный раствор аскорбиновой кислоты (ГСО, С=1 мг/мл, К = 1,46±0,20 мкмоль/л×мин).

Критерии антиоксидантной активности анализируемых образцов со временем извлечения 30 минут распределялись следующим образом: *сочетание (айр и лопух)*, *одуванчик*, *лопух*, *сочетание (одуванчик и айр)*, *айр*, *сочетание (одуванчик, лопух и айр)*, *аскорбиновая кислота*, *сочетание (одуванчик и лопух)*. Причем образцы 6 и 1 превосходили значение эталона до 3,1 раза, а образец 4 напротив уступал эталону в 1,5 раза.

При изучении времени извлечения на показатель антиоксидантной активности кинетический критерий менялся не линейно – такие колебания возможно объясняются отличным временем набухания тканей корня и перехода различных соединений, обладающих антиоксидантными свойствами. Кроме этого, необходимо учитывать, что аскорбиновая кислота, как одно из наиболее распространен-

ных в растениях соединений – антиоксидантов, нестабильна при длительном нагревании (кипячении), в связи с этим объяснимо снижение коэффициента антиоксидантной активности к 60 минуте, продукты ее распада при длительном температурном воздействии могут вызывать резкое увеличение антиоксидантной активности, обнаруженное при конечном измерении [12, 13].

В работе Баталова Е. с соавторами приведены результаты анализа антиоксидантной активности водных отваров корня одуванчика лекарственного производства компании «Фармацвет», приготовленных в массовом соотношении «сырье : растворитель» – 1: 20. При динамике измерения 15, 30 и 45 минут кинетический критерий находился в диапазоне от 0,05 до 0,56 мкмоль/л×мин, причем максимум так же наблюдался при 15 –минутном извлечении [14].

В эксперименте с водно-спиртовыми настоями в качестве эталона рассматривали дигидрокверцетин (ГСО в 40 %-м этаноле, С=1 мг/мл, К = 1,46±0,01 мкмоль/л×мин).

Данные, представленные в табл. 4 свидетельствуют, что в течение всего периода анализируемые образцы характеризовались антиоксидантной активностью, превосходящей соответствующее значение эталона. Однако, стоит отметить, что своего максимума антиоксидантной активности каждый из исследуемых образцов достигал в течении разного времени настаивания, что свидетельствует об особенностях перехода антиоксидантов в извлечение.

Так, в настоях одуванчика лекарственного и смеси лопуха большого и аира болотного ко второй неделе наблюдалось достоверное снижение антиоксидантной активности, пик роста данного показателя к 3 неделе извлечения.

У образцов 2 и 5 максимум кинетического критерия зафиксирован у 7 суточных извлечений, у 4 и 7 образцов, наоборот, увеличение времени извлечения приводило к достоверному увеличению данного показателя.

На образец 3, содержащий аир болотный временной фактор достоверного влияния не оказал.

Заключение

На основании проведенных исследований можно сделать следующие *выводы*:

1. Все исследуемые образцы в той или иной степени обладали выраженной антиоксидантной активностью, причем водные извлечения уступали водно-спиртовым по данному показателю.

У водных извлечений максимум антиоксидантной активности зафиксирован у образца «одуванчик лекарственный и аир болотный, 1:1» – 4,50 мкмоль/л×мин, у водно-спиртовых – «аир болотный» и «одуванчик лекарственный и аир болотный, 1:1» – до 13,49 мкмоль/л×мин и до 24,35 мкмоль/л×мин соответственно.

2. Наиболее эффективное извлечение водорастворимых антиоксидантов в композиции корней лопуха большого и аира болотного происходило в течении 15 минут.

При использовании водно-спиртового экстрагента оптимальным временем извлечения можно считать 21 сутки, когда практически все образцы проявляли максимальную антиоксидантную активность.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Salimova N.Y. Medicinal Forms from Their Raw Materials / N.Y. Salimova // American Journal of Biomedical Science & Research. – № 10 (6). – P. 448-451. –DOI: 10.34297/AJBSR.2020.09.001449
2. Халлыева Г.И. Фитохимический анализ биологически активных компонентов лекарственных растений / Г.И. Халлыева, Дж.С. Эсенов, С. Д. Аллакулов // Вестник науки. – 2023. – №10 (67). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fitohimicheskiy-analiz-biologicheskii-aktivnykh-komponentov-lekarstvennykh-rasteniy> (дата обращения: 22.04.2025).
3. Демидова О.А. Безопасность лекарственных растительных препаратов: клинко-фармакологические аспекты / О.А. Демидова, В.В. Архипов, М.В. Журавлева, Т.В. Александрова, А.А. Александров // Безопасность и риск фармакотерапии. 2020. – №4. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/bezopasnost-lekarstvennykh-rastitelnykh-preparatov-kliniko-farmakologicheskie-aspekty> (дата обращения: 22.04.2025).
4. Лекарственные и пищевые растения Дальнего Востока: учебное пособие для самостоятельного изучения дисциплины для обучающихся направлений подготовки 35.03.01 Лесное дело ФГБОУ ВО Приморская ГСХА / ФГБОУ ВО Приморская ГСХА. – Изд. 2-е, доп. и перераб.; сост. В.Ю. Минхайдаров. – Уссурийск, 2019. – 366 с.
5. Бессонова Е.А. Современные подходы к извлечению и концентрированию биологически активных веществ из растительных объектов с применением методов микроэкстракции для их хромато-масс-спектрометрического определения / Е.А. Бессонова, Д. А. Карпицкий, Л. А. Карцова // Журнал аналитической химии. – 2023. – Т. 78. – № 10. – С. 883-896.
6. Валиева Н.Г. Лекарственные растения источники биологически активных веществ / Н.Г. Валиева // Ученые записки КГАВМ им. Н.Э. Баумана. – 2010. Т. 203. – С. 44-48. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/lekarstvennye-rasteniya-istochniki-biologicheskii-aktivnykh-veschestv> (дата обращения: 20.04.2025).
7. Собакарь М.С. Антиоксидантная терапия и метаболические подходы к лечению заболеваний сердечно сосудистой системы / М.С. Собакарь, Е.В. Ших // Биомедицина. – 2010. – №3. – С. 10-21. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/antioksidantnaya-terapiyaaimetabolicheskie-podhody-k-lecheniyu-zabolevaniy-serdechno-sosudistoy-sistemy> (дата обращения: 28.04.2025).
8. Варданян Р. Л. Изучение антиоксидантных свойств лекарственных растений Горисского региона Армении / Р.Л. Варданян, Л.Р. Варданян, Л.В. Атабекян, Т.С. Григорян // Химия растительного сырья. 2013. – №1. – С. 151-156. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-antioksidantnykh-svoystv-lekarstvennykh-rasteniy-gorisskogo-regiona-armenii> (дата обращения: 28.04.2025).
9. Васильцова И.В. Возможность использования экстрактов растительного сырья в качестве биологически активных добавок / И.В. Васильцова, Т.И. Бокова // Инновации и продовольственная безопасность. – 2015. – № 3 (9). – С. 5-10.
10. Бокова Т.И. Оценка биологической активности почек и листьев березы в модельных исследованиях / Т.И. Бокова, И.В. Васильцова // Сибирский экологический журнал. – 2011. – Т. 18. – № 6. – С. 879-884.
11. Мирошников П.Н. Антиоксидантная активность экстрактов душицы обыкновенной и сабельника болотного, произрастающих в Алтайском крае, в связи с содержанием в них флавоноидов / П.Н. Мирошников, К.В. Жучаев, Ю.И. Коваль // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2024. – № 3 (72). – С. 213-220.
12. Дзаурова М.М. Получение и исследование водного экстракта в условиях малоотходной технологии переработки цветков ноготков и его лекарственных форм: дисс... канд. фарм. наук / М.М. Дзаурова; Кубанский государственный медицинский университет Федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию. – Курск, 2007. – 23 с.,
13. Готина О.О. Биологическая и антиоксидантная активность календулы лекарственной / О.О. Готина, И.В. Васильцова, Ю.И. Коваль // Инновации и продовольственная безопасность. – 2025. – № 1 (47). – С. 72-80.
14. Баталов Е.Б. Определение антиоксидантного статуса корней одуванчика лекарственного / Е.Б. Баталов, Ю.И. Коваль, И.В. Васильцова // В сборнике: Химия и жизнь. Сборник статей XXI Международной научно-практической студенческой конференции. – Новосибирск, 2022. – С. 464-469.

И. И. Крутянский¹✉, М. А. Креймер², Е. А. Майманова²

Моделирование аэрозольного загрязнения атмосферного воздуха после консервации отвалов в горнорудных районах

¹ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены» Роспотребнадзора,
г. Новосибирск, Российская Федерация

²Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: krutyanskiy_ii@niig.su

Аннотация: Результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что массовые концентрации взвешенных частиц субмикронного диапазона, формирующиеся в горнорудных районах, представляют существенную угрозу для состояния атмосферного воздуха и здоровья населения. С использованием метода натурного моделирования был осуществлен анализ эмиссии мелкодисперсных частиц из образцов сульфидсодержащих отходов при различных температурных режимах. По результатам моделирования, в летний период высоко вероятны аккумуляции взвешенных частиц мелкодисперсного диапазона в приземных слоях атмосферы, что обусловлено зависимостью интенсивности атмосферной эмиссии от температурных режимов. В этой связи весьма актуальной представляется разработка и внедрение комплекса эколого-гигиенических мероприятий, направленных на снижение уровня воздействия мелкодисперсных фракций аэрозоля на окружающую среду и здоровье населения. Кроме того, целесообразно проведение социально-гигиенического мониторинга потенциально экспонируемых групп населения, проживающего в горнорудных районах, с целью своевременного выявления и предотвращения негативных последствий воздействия мелкодисперсных фракций аэрозоля.

Ключевые слова: субмикронные частицы, натурное моделирование, сульфидсодержащие отходы, канцерогенные свойства, мониторинг здоровья

I. I. Krutyansky¹✉, M. A. Kramer², E. A. Maymanova²

Modeling of aerosol pollution of atmospheric air after the conservation of landfills in mining areas

¹Novosibirsk Scientific Research Institute of Hygiene of Rospotrebnadzor,
Novosibirsk, Russian Federation

²Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: krutyanskiy_ii@niig.su

Abstract: The results of the study indicate that the massive concentrations of suspended particles in the submicron range, formed in mining regions, pose a significant threat to the state of atmospheric air and public health. Using the method of field modeling, the emission of fine particles from samples of sulfide-containing waste was analyzed under various temperature conditions. It has been established that in summer there is an increased risk of accumulation of carcinogenic particles in the surface layers of the atmosphere, due to the temperature characteristics and intensity of emission processes. In this regard, it seems necessary to develop and implement comprehensive monitoring measures aimed at reducing the impact of these substances on the environment and the health of citizens. In addition, it is advisable to conduct regular medical assessments of the health status of the

population living in mining areas in order to timely identify and prevent the negative effects of exposure to toxic substances.

Keywords: submicron particles, natural modeling, sulfide-containing waste, carcinogenic properties, health monitoring

Введение

В настоящее время загрязнение воздушной среды мелкодисперсными фракциями (PM10 и PM2.5) является глобальной проблемой, негативно влияющей на показатели заболеваемости и летальности населения вследствие кардиоваскулярных, респираторных и онкологических патологий [1,2,3,4,5,6]. Особую восприимчивость к воздействию высоких концентраций взвешенных частиц проявляют дети, пожилые люди и лица с хроническими заболеваниями. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) относит PM10 и PM2.5 к наиболее значимым факторам риска для здоровья населения [7]. Содержание мелкодисперсных частиц в атмосфере подвержено сезонным колебаниям, связанным прежде всего с изменениями температуры воздуха и почв. Дефицит информации об источниках эмиссий и характеристиках выделяющихся частиц, отсутствие установленных безопасных пороговых значений их воздействия требуют выработки интегрированного подхода к минимизации и решению проблемы аэрозольного загрязнения атмосферы [8,9]. Прогнозирование объемов эмиссии различных по физико-химическому строению аэрозолей является ключевым для анализа рисков и разработки мер по снижению негативного воздействия на среду обитания и здоровье населения.

Материалы и методы

В качестве натурной модели, способной воспроизвести характеристики отвала отходов, образованных в результате переработки золотосодержащих руд, использовались их образцы, отобранные в летний период, представляющие собой уменьшенную репрезентацию реального отвала. Метод натурного моделирования состоял в следующем: в герметичные камеры объемом 200 литров помещались электрические нагревательные элементы, на которых производили нагрев отобранных образцов горных отходов массой 1 килограмм до температурных значений $27,1 \pm 0,04$; $30 \pm 0,1$ и $50 \pm 0,3$ °C, имитирующих вариативные температурные условия, характерные для летнего периода в Кемеровской области.

Динамика изменений объемов эмиссии частиц из вещества отходов в модельную воздушную среду и формирование аэрозолей различного дисперсного состава, детерминированных температурным фактором, определяли посредством измерения массовых концентраций взвешенных частиц в воздушной среде камер. Измерения проводили ежедневно в трех сериях (до, в процессе и после нагрева образцов отходов) в 9:00, 12:00 и 16:00 часов. В ходе исследования с помощью спектрометра аэрозольного частиц «САЧМ 4801» было отобрано 99 проб воздуха, в которых определяли массовые концентрации взвешенных частиц с размерами в диапазоне от 1 до 10 микрометров.

Результаты

При графическом изображении результатов трех серий замеров, распределение массовых концентраций частиц аэрозоля является нелинейным и отображается сплайн-функцией (рис 1). Как видно, концентрации взвешенных частиц размерами 1-2,5 мкм (РМ 2.5), выделяющихся из вещества отходов с минимумом $0,0002 \text{ мг/м}^3$ при 26°C и максимумами в $0,0341 \text{ мг/м}^3$ при температуре 48°C (рис 1.1) и $0,0182 \text{ мг/м}^3$ при температуре 52°C , достоверно различаются между собой ($p < 0,05$). При дальнейшем повышении температуры нагрева образцов отходов на $1-2^\circ\text{C}$ наблюдается их монотонное уменьшение.

График (рис 1.2) эмиссии взвешенных частиц размерами 2,5-10 мкм (РМ 10) имеет распределение массовых концентраций, отображенных сплайн-функцией, с минимумом в $0,0004 \text{ мг/м}^3$ при температуре 49°C и максимумами $0,0161 \text{ мг/м}^3$ температуре 48°C и $0,0402 \text{ мг/м}^3$ при температуре 52°C , которые достоверно различаются между собой ($p < 0,05$).

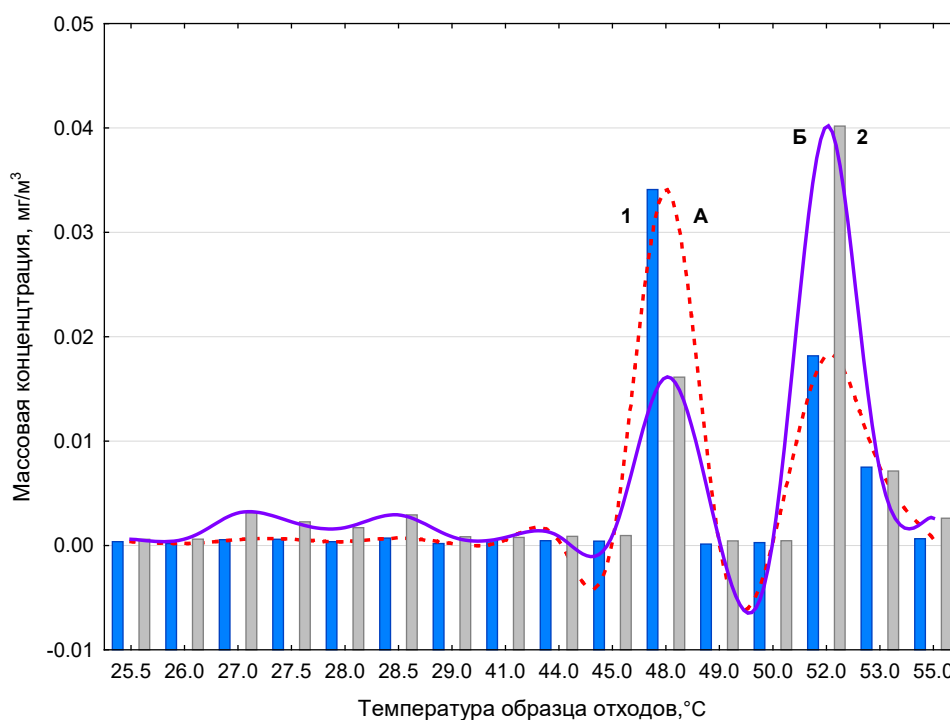


Рис. 1. Сопоставление концентраций мелкодисперсного аэрозоля в воздухе камеры 1 по данным эксперимента (1- синие столбцы РМ 2.5, 2- серые столбцы РМ 10) и по аппроксимируемой кривой (А- пунктирная линия РМ 2.5, Б - сплошная линия РМ 10).

Распределения выделяющихся из образца отходов в воздух камеры 2 массовых концентраций частиц мелкодисперсного аэрозоля размерами 1- 2,5 мкм (РМ 2.5) представляют собой сплайн-функцию (рис 2, А), для которой характерны минимальное значение 0.0012 мг/м^3 при температуре $28,5^\circ\text{C}$ (рис 2, 2) и максимальное значение 0.0072 мг/м^3 при температуре 30°C . Данные уровни концен-

траций достоверно различаются между собой (в 6 раз, $p < 0,005$). В диапазоне температур 31-35°C наблюдается затухание колебаний концентраций.

График зависимости массовых концентраций в воздухе камеры массовых концентраций частиц мелкодисперсного аэрозоля размерами 2,5-10 мкм (PM 10) от температур вещества отходов (рис 2, Б) отображает подобную, но более выраженную зависимость, с минимумом 0.0007 мг/м³ при температуре 27,5°C и максимумом 0.0061 мг/м³ при температуре 30°C, которые достоверно не различаются между собой.

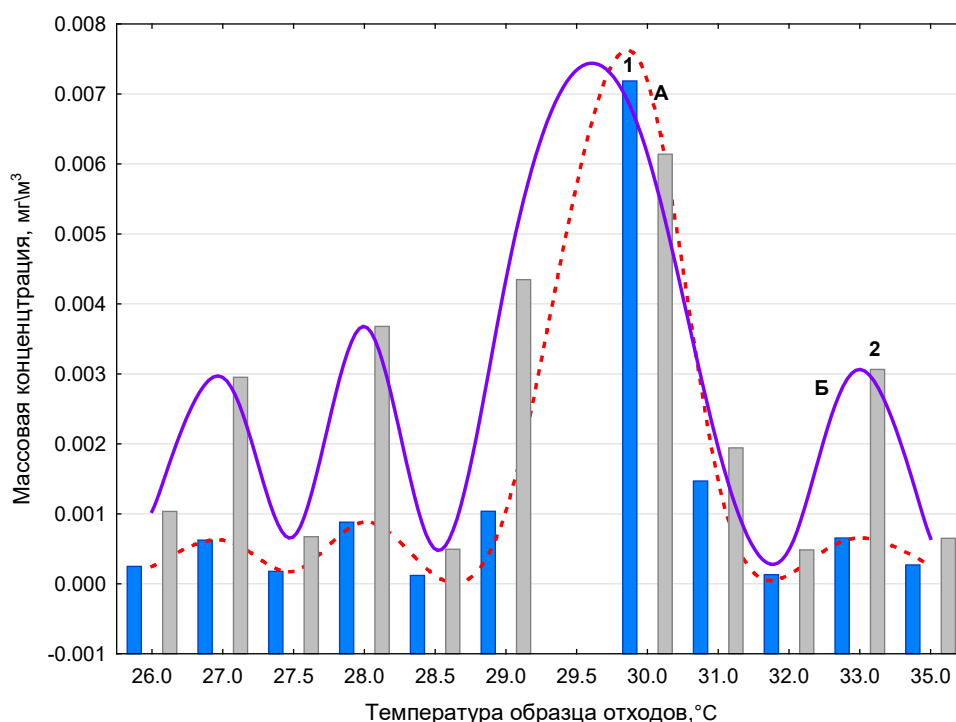


Рис. 2. Сопоставление концентраций мелкодисперсного аэрозоля в воздухе камеры 2 по данным эксперимента (1- синие столбцы PM 2.5, 2- серые столбцы PM 10) и по аппроксимируемой кривой (А- пунктирная линия PM 2.5, Б -сплошная линия PM 10).

При графическом изображении изменения массовых концентраций взвешенных частиц размерами 1- 2,5 мкм в воздухе камеры при температурах 25- 33°C выражаются в виде свободных затухающих колебаний с максимальным значением 0.0031 мг/м³- при температуре 26°C и минимальным в 0.0011 мг/м³- при температуре 29,5°C (рис 3, 1). При этом изменения значений концентраций при различных температурных режимах не являются статистически значимыми. Кривые массовых концентраций взвешенных частиц размерами 2,5- 10 мкм на графике отображаются аналогично, в виде свободных колебаний (рис 3, А).

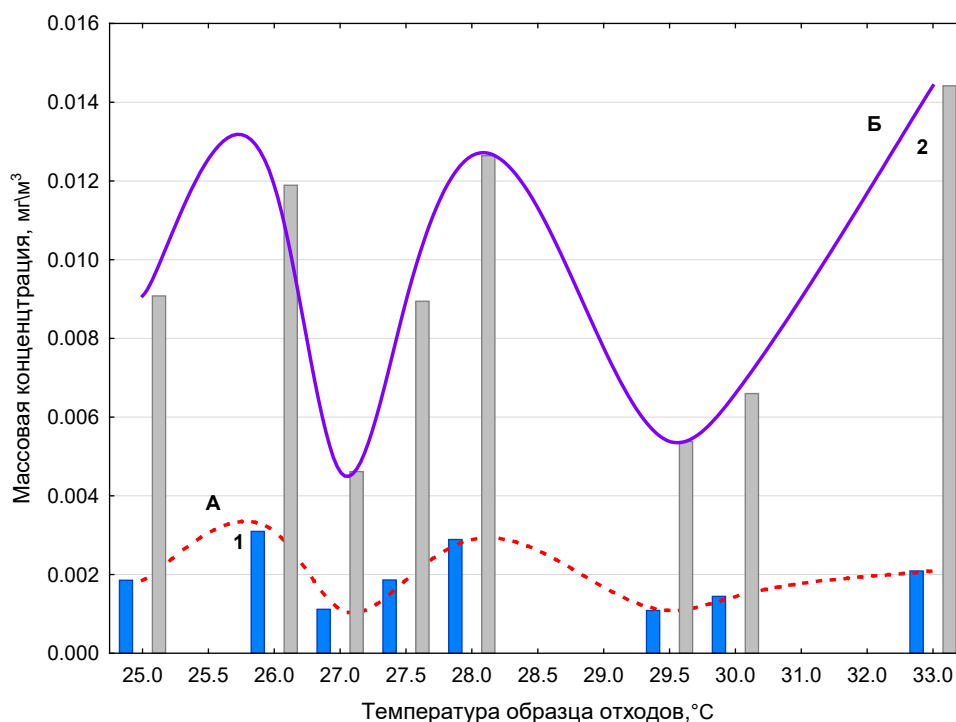


Рис. 3. Сопоставление концентраций мелкодисперсного аэрозоля в воздухе камеры 3 по данным эксперимента (1- синие столбцы РМ 2.5, 2- серые столбцы РМ 10) и по аппроксимируемой кривой (А- пунктирная линия РМ 2.5, Б -сплошная линия РМ 10).

Обсуждение

Отрицательное воздействие объектов размещения сульфидсодержащих отходов на воздушную среду в последние десятилетия является предметом исследований не только российских [10], но и зарубежных ученых [11,12]. Изыскания установили корреляцию между температурой нагрева приповерхностных пластов рассматриваемых объектов и атмосферной эмиссией композиций сернистых соединений [10]. Тем не менее, аспекты регионального аэрозольного загрязнения приземного слоя атмосферы в местностях дислокации сульфидсодержащих хвостохранилищ и отвалов почти не освещены в научной литературе. Этот осложняет проведение эколого-гигиенической экспертизы указанных объектов как источников загрязнения воздушной среды и научное обоснование мер по мелиорации и санации окружающей природы.

Проведенные токсикологические исследования подтверждают, что при выражении дозы поллютантов через массу некоторые ультрамелкие вдыхаемые нерастворимые частицы могут представлять большую опасность для здоровья человека, чем более крупные аналогичного состава [13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20]. Вместе с тем, существует мнение, также основанное на токсикологических исследованиях, что наиболее информативным показателем воздействия частиц на организм при их вдыхании является площадь поверхности, а не линейные размеры частиц [14, 17, 18, 21]. В этой связи можно заключить, что имеющейся на сегодняшний день информации недостаточно для определения релевантных по-

казателей аэрозольных частиц (число частиц определенного размера, площадь поверхности частиц и массовая концентрация) и, следовательно, адекватных методик их определения при оценке воздействия субмикронных аэрозолей на организм. Это особенно актуально в развивающихся областях нанотехнологий, когда негативное влияние искусственно созданных наночастиц на организм может быть значительным. В перспективе предполагается создание основы для более глубокого понимания связи между ключевыми характеристиками аэрозолей и спецификой их негативного влияния на показатели здоровья населения и работающих и научное обоснование соответствующих стандартов оценки маркеров экспозиции.

Заключение

Таким образом, доказанное в ходе натурного моделирования изменение интенсивности эмиссии мелкодисперсных аэрозолей по показателю их массовых концентраций в воздушной среде при нагревании сульфидсодержащих отходов, с точки зрения экологии человека, представляет потенциальную опасность для здоровья населения, проживающего в горнорудных районах. На основании визуального анализа полученных графических данных, допустимо заключение о наличии нерегулярных колебаний массовых концентраций мелкодисперсного аэрозоля в камере №3 и отсутствие корреляции между параметрами его эмиссии и внешним температурным воздействием на исследуемый образец.

Массовые концентрации (PM 2,5) взвешенных частиц в камере №2 во второй серии измерений достоверно превышали значения, полученные при первом и третьем измерениях (при температуре образцов отходов $27,9 \pm 0,1^\circ\text{C}$) в 4,4 и 14 раза соответственно. Колебания массовых концентраций PM 10 во второй серии замеров более чем в 5 раз превышали показания в третьей серии. Вынужденный характер колебаний значений концентраций, зафиксированный при графическом отображении, с высокой степенью вероятности указывает на влияние температурного фактора.

Результаты исследования натурной модели свидетельствуют о том, что в камере №1, в условиях нагрева образца отходов до максимальных температурных значений, массовая концентрация взвешенных частиц PM 2,5 достигает 0.0341 мг/м^3 при температуре образца отходов 48°C , а более крупных, PM 10- при 52°C и составляет 0.0702 мг/м^3 . Данный факт подтверждает выраженную зависимость характеристик эмиссии аэрозольных частиц от интенсивности нагрева исследуемого образца отходов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Воздействие взвешенных частиц на здоровье. Значение для разработки политики в странах Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии. Всемирная организация здравоохранения. 2013. № 20
2. A European aerosol phenomenology – 3: Physical and chemical characteristics of particulate matter from 60 rural, urban, and kerbside sites across Europe / Putaud J.-P. [et al.] // Atmospheric Environment. 2010. № 44. (10): P. 1308–1320.

3. The pharmacology of particulate matter air pollution-induced cardiovascular dysfunction/ Bai N. [et al.] // *Pharmacology & Therapeutics*. 2007. № 113. (1): P. 16–29.
4. Effects of particulate matter (PM₁₀, PM_{2,5} and PM₁) on the cardiovascular system / Polichetti G. [et al.] // *Toxicology*. 2009. № 261. P. 1–8.
5. Янин Е.П. Пылевые выбросы предприятий как источник загрязнения городской среды кадмием // *Экология урбанизированных территорий*. 2009. № 1. С. 30.
6. Загороднов С.Ю. Пылевое загрязнение атмосферного воздуха города как недооцененный фактор риска здоровью человека // *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика*. 2018. № 2. С. 124.
7. Загороднов С.Ю., Май И.В., Кокоулина А.А. Мелкодисперсные частицы (PM_{2,5} и PM₁₀) в атмосферном воздухе крупного промышленного региона: проблемы мониторинга и нормирования в составе производственных выбросов // *Гигиена и санитария*. 2019 № 98 С. 142-147.
8. Трескова Ю.В. Оценка степени опасности мелкодисперсных частиц в атмосферном воздухе и целесообразность их нормирования // *Молодой ученый*. 2016. № 7. С. 291.
9. Методические проблемы мониторинга мелкодисперсных частиц в атмосферном воздухе населенных мест / Карелин А.О. [и др.] // *Гигиена и санитария*. 2016. № 95. С. 985.
10. Бортникова С.Б., Девятова А.Ю., Шевко Е.П. Перенос элементов в газоаэрозольной фазе из отвалов Комсомольского золотоизвлекательного завода // *Химия в интересах устойчивого развития*. 2016. Т 24, №24. С. 11-22.
11. Linak W.P., Wendt J.O.L. Toxic metal emissions from incineration // *Progr. In Energy and Comb. Sci*. 1993. Vol. 19. P. 145-185.
12. Linak W.P., Wendt J.O.L. Trace metal transformation mechanisms during coal combustion // *Fuel Proc. Technol*. 1994. Vol. 39. P 173-198.
13. Oberdorster G., Gelein R.M., Ferin J. Weiss B. Association of particulate air pollution and acute mortality: involvement of ultrafine particles? // *Inhal. Toxicol*. 1995. № 7. P. 111— 124.
14. Oberdorster G. Toxicology of ultrafine particles: in vivo studies. // *Phil. Trans. Roy. Soc. Lond*. 2000. P. 2719—2740.
15. Donaldson K., LI X.Y. MacNee W. Ultrafine (nanometer) particle mediated lung injury // *Journal of Aerosol Science*. 1998. № 29. P. 553—560.
16. Ultrafine particles: mechanisms of lung injury / Donaldson K. [et al.] // *PhH. Trans. Roy. Soc. Lond*. 2000. P. 2741—2749.
17. Size-dependent proinflammatory effects of ultrafine polystyrene particles: A role for surface area and oxidative stress in the enhanced activity of ultrafines. / Brown D.M., [et al.] // *Toxicology and Applied Pharmacology*. 2001. № 175 (3). P. 191.
18. Inhalation of poorly soluble particles. II. Influence of particle surface area on inflammation and clearance. / Tran C.L [et al.] // *Inhal. Toxicol*. 2000. № 12 (12). P. 1113— 1126.
19. The role of free radicals in the toxic and inflammatory effects of four different ultrafine particle types / Dick C.A.J. [et al.] // *Inhal. Toxicol*. 2003. № 15 (1). P. 39—52.
20. MacNee W., Donaldson K. Mechanism of lung injury caused by PM₁₀ and ultrafine particles with special reference to COPD. // *Eur. Resp. J*. 2003. № 21. P. 47—51.
21. Influence of particle surface area on the toxicity of insoluble manganese dioxide dusts / Lison D. [et al.] // *Arch. Toxicol*. 1997. № 71 (12). P. 725— 729.

© И. И. Крутянский, М. А. Креймер, Е. А. Майманова, 2025

*И. И. Бочкарева*¹✉

Некоторые аспекты обращения с отходами 1-2 классов опасности в регионе

¹Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: family_i@mail.ru

Аннотация. В Российской Федерации проводится реформа системы обращения с отходами, в том числе, изменения коснулись обращения с высокоопасными и опасными отходами, отходами 1-2 классов опасности (КО). С 2022 года в стране этими вопросами занимается федеральный оператор по обращению с отходами 1-2 КО. Объекты всех категорий негативного воздействия на окружающую среду обязаны заключать договоры на обезвреживание, утилизацию и размещение опасных отходов только с ним. Граждане, передающие твердые коммунальные отходы (ТКО) региональному оператору по обращению с ТКО, одновременно могут выбрасывать и отходы 1-2 классов опасности. Для организации безопасного обращения с опасными отходами каждый регион должен создать систему, включающую сбор, транспортировку, обезвреживание, утилизацию и размещение данных отходов. В статье рассмотрены некоторые аспекты обращения с опасными отходами в Новосибирской области, отдельное внимание уделено организации пунктов сбора отходов 1-2 КО у населения.

Ключевые слова: отходы, класс опасности, федеральный оператор, пункты сбора

*I. I. Bochkareva*¹✉

Some aspects of waste management of hazard classes 1-2 in the region

¹Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: family_i@mail.ru

Annotation. The Russian Federation is undergoing a reform of the waste management system, including changes to the management of highly hazardous and hazardous waste, waste of hazard classes 1-2 (KO). Since 2022, the federal waste management operator 1-2 KO has been dealing with these issues in the country. Facilities of all categories of negative impact on the environment are required to conclude contracts for the neutralization, disposal and disposal of hazardous waste only with them. Citizens who transfer municipal solid waste (MSW) to a regional MSW management operator can simultaneously dispose of waste of hazard classes 1-2. To ensure the safe management of hazardous waste, each region must create a system that includes the collection, transportation, neutralization, disposal and disposal of these wastes. The article discusses some aspects of hazardous waste management in the Novosibirsk region, special attention is paid to the organization of waste collection points for 1-2 households in the population.

Keywords: waste, hazard class, federal operator, collection points

Введение

На фоне проблемы обращения с отходами можно отдельно выделить проблемы обращения с отходами 1-2 классов опасности (КО). Эти отходы являются

наиболее опасными и попадание их в окружающую среду чревато безвозвратными негативными изменениями в экосистемах и нарушению природного равновесия. В первую очередь к ним относятся отходы, содержащие токсичные вещества, такие как ртуть, свинец, таллий и др., а также их соединения. Это медицинские приборы, бытовые градусники, ртутьсодержащие лампы, трансформаторы и т.п. Организация безопасного и прозрачного обращения с отходами 1-2 классов опасности важная задача, стоящая перед государством. В каждом регионе должен быть налажен этот вид деятельности, включающим обезвреживание, утилизацию и размещение данных отходов таким образом, чтобы окружающая среда максимально была защищена от их негативного воздействия.

Цель работы – рассмотрение отдельных аспектов обращения с отходами 1-2 классов опасности в Новосибирской области.

Материал

До 2022 г обращение с отходами 1-2 КО на предприятиях осуществлялось согласно договорам с организациями, имеющими лицензию на обезвреживание опасных отходов. К сожалению, не все юридические лица соблюдали требования по обязательной передаче токсичных отходов специализированным организациям. Недобросовестные предприниматели просто вывозили отходы за территорию поселения и выбрасывали, не задумываясь о последствиях для экосистем.

Отходы, которые образовывались в быту, также часто оказывались в окружающей среде. Граждане выбрасывали ртутные лампы, градусники и другие виды вышедших из обращения предметов, содержащих токсичные вещества, вместе с твердыми коммунальными отходами (ТКО). Как итог, загрязненным, например, ртутью, оказывался большой объем отходов. Даже размещение на полигоне ТКО этих отходов не препятствовало дальнейшему попаданию токсичных веществ в воду, на почву или в воздух. Поэтому, с марта 2022 в Российской Федерации введена новая система обращения с отходами 1-2 классов опасности [1].

Всю деятельность по обращению с отходами 1-2 классов опасности теперь регулирует **Федеральное государственное унитарное предприятие «Федеральный экологический оператор» (ФГУП «ФЭО»)** – федеральный оператор по обращению с отходами I и II классов опасности (далее – федеральный оператор). Федеральный оператор отвечает за разработку и деятельность федеральной системы обращения с отходами 1-2 КО, за ведение федеральной государственной информационной системы учета и контроля за обращением с отходами I и II классов опасности (ФГИС ОПВК). Федеральный оператор самостоятельно или с привлечением региональных операторов по обращению с отходами 1-2 КО обезвреживает, утилизирует и захоранивает соответствующие отходы [2].

Организации, у которых образуются опасные отходы, должны заключать договоры на их передачу для дальнейших действий только с федеральным оператором. Аналогичные договоры обязаны заключить региональные операторы по обращению с ТКО. Это позволит контролировать все передвижения опасных отходов и исключить их попадание в окружающую среду, а также наладить ин-

формационное обеспечение регулирующего органа для разработки решений и программ, и создания базовой инфраструктуры для переработки отходов по стране.

Соответственно, необходимо организовать безопасный для здоровья человека и окружающей среды сбор токсичных отходов. На предприятиях и в организациях, где образуются отходы, согласно законодательству, созданы и действуют системы обращения с отходами, которые, в том числе, подразумевают раздельный и безопасный сбор отходов разных классов опасности. Требования по проведению производственного экологического контроля, ведению учета отходов, должны выполняться в обязательном порядке и выполнение их контролируется государством.

Сбор токсичных отходов у населения на сегодняшний день организован хуже. В первую очередь необходимо создавать специализированные места приема таких отходов. Такая работа ведется по всем регионам России.

Результаты

В 2022 г в Новосибирской области было образовано 58 т отходов первого класса опасности и 3457 – второго, в 2023 г – 63 и 4293 т, соответственно [3].

В регионе существует возможность обезвреживания и утилизации токсичных отходов, поэтому в область поступают отходы и из других регионов. Организации, имеющие лицензии на этот вид деятельности, это ООО «Сибртуть», ООО «Сибирская Ртутная Компания», ООО «Чистый город» и другие.

Обращение с отходами 1-2 классов опасности, образующихся в процессе производственной деятельности, на объектах негативного воздействия на окружающую среду (НВОС) организовано в соответствии с новыми условиями. Система предполагает: заключение договора с федеральным оператором через личный кабинет природопользователя, регистрацию в ФГИС ОПВК, организацию мест накопления отходов 1-2 КО с указанием координат и размещением фотографии, ведение «Журнала образования отходов», оформление заявки на передачу отхода оператору, оформление финальных документов по договору. Все эти действия осуществляются в электронном виде в ФГИС ОПВК ответственным сотрудником, наделенным полномочиями по работе в системе от имени организации и подписанию документов с помощью усиленной электронно-цифровой подписи. Такая организация всей цепочки движения отходов обеспечивает качественный контроль за обращением токсичных отходов.

На сегодняшний день сохраняется проблема сбора таких отходов у населения.

В г. Новосибирске и области организован сбор отходов 1-2 КО у населения. Лучше всего, на наш взгляд, организован сбор ртути содержащих отходов, являющихся наиболее опасными. Сбор отходов организован во всех районах области, кроме двух, сведения по которым отсутствуют. Это Чистозерный и Краснозерский районы (рис. 1).



Рис.1. Количество пунктов приема ртутьсодержащих отходов в районах Новосибирской области

Как правило, пункты сбора отходов – это оборудованные контейнеры, но встречаются и специальные помещения [4].

Некоторые жилищно-коммунальные хозяйства устанавливают контейнеры в местах сбора ТКО, но, к сожалению, это массовым явлением пока не стало [5]. Особенно это касается старых жилищных комплексов и частного сектора.

Магазины, торгующие техникой, по собственной инициативе организуют сбор токсичных отходов [6]. Это могут быть батарейки, ртутные лампы, электроника. Магазины объявляют скидки при покупке товаров при сдаче старой техники, дарят подарки за передачу определенного количества отработавших батареек для поддержания активности покупателей.

В городе и области проводятся экологические акции, где у населения в обмен на небольшие призы принимают элементы питания. Организаторами являются мэрия г. Новосибирска, Министерство природных ресурсов и экологии НСО, МУП «САХ» и другие организации.

В Новосибирске организован экомобиль, объезжающий по расписанию районы города, куда можно сдать все виды батареек и аккумуляторы от бытовых приборов, ртутьсодержащие отходы [7].

В сборе токсичных отходов по собственной инициативе участвуют даже детские сады, средние и высшие учебные заведения.

Обсуждение

Как видим, в городе Новосибирске и области организована и действует система обращения с отходами 1-2 КО, существует достаточно много возможностей для сдачи населением токсичных отходов. В то же время, часть граждан продолжают выбрасывать батарейки, лампы, градусники, непригодные к использованию, вместе с ТКО. Происходит это из-за непонимания рисков для окружа-

ющей среды и непосредственно человека, с одной стороны, неудобства или слабой доступности имеющихся пунктов сбора опасных отходов, с другой.

Решение, на наш взгляд, должно идти двумя путями, но одновременно. Во-первых, необходимо организовывать пункты сбора, доступные населению, расположенные недалеко от мест проживания граждан, в идеале, там же, где находятся контейнеры для сбора ТКО. Во-вторых, необходимо вести просветительскую работу с жителями, чтобы они не выбрасывали токсичные отходы вместе с бытовым мусором.

Заключение

В целом, работа по созданию новой, более прозрачной и безопасной для окружающей среды и здоровья человека, системы обращения с отходами 1-2 классов опасности в Новосибирской области ведется достаточно успешно. Необходимо дальнейшее совершенствование системы, создание инфраструктуры для сбора, транспортировки, обезвреживания и утилизации опасных отходов, а также постоянная просветительская работа.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон от 24.06.1998 N 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления»/https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/005b572a7cbbc7dae317a90c73362e6e7231a5a6/
2. <https://gisopvk.ru/login>
3. <https://mpr.nso.ru/page/3736>
4. <https://mpr.nso.ru/page/5282>
5. <https://map.novo-sibirsk.ru/portal/recyclable>
6. <https://xn--80aakvgeiqin5a0c.xn--p1ai/batareyki>
7. https://xn--80aakvgeiqin5a0c.xn--p1ai/punktpriema_ekomobil_centralpark

© И. И. Бочкарева, 2025

Л. К. Трубина¹✉

Геопространственный подход к решению экологических проблем

¹Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: trubinalk@rambler.ru

Аннотация. Современные технологии способствуют развитию геопространственного подхода к анализу экологической обстановки городских территорий. В статье отмечается значимая роль технологий дистанционного зондирования и тематических ресурсов (в том числе веб-ресурсов), обеспечивающих накопление и систематизацию экологических сведений. Приведены основные составляющие комплексного анализа городской территории на основе геопространственного подхода. Конкретные приемы анализа выбираются исходя из особенностей города и типа загрязнения. Акцентируется важность детального анализа морфологических особенностей рельефа, как фактора, влияющего на распространение загрязняющих веществ. Результатом комплексного пространственного анализа территории является экологическое зонирование территории в соответствии с установленными требованиями природоохранного законодательства. Апробация указанных подходов реализуется применительно к оценке территории г. Новосибирска.

Ключевые слова: геопространственный подход, геоинформационные системы, экологическая информация

L. K. Trubina¹✉

Geospatial approach to solving environmental problems

Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: trubinalk@rambler.ru

Abstract. Modern technologies contribute to the development of a geospatial approach to the analysis of the environmental situation in urban areas. The article notes the significant role of remote sensing technologies and thematic resources (including web resources) that ensure the accumulation and systematization of environmental information. The main components of a comprehensive analysis of an urban area based on a geospatial approach are presented. Specific analysis techniques are selected based on the characteristics of the city and the type of pollution. The importance of a detailed analysis of the morphological features of the relief as a factor influencing the spread of pollutants is emphasized. The result of a comprehensive spatial analysis of the territory is the ecological zoning of the territory in accordance with the established requirements of environmental legislation. The testing of these approaches is implemented in relation to the assessment of the territory of Novosibirsk.

Keywords: geospatial approach, geographic information systems, environmental

Введение

Экологические проблемы, связанные с загрязнением природной среды, имеют ярко выраженную пространственную привязку. Поэтому интеграция пространственных данных с применением современных информационных технологий позволяет получать объективную оценку существующей экологической си-

туации и, следовательно, принимать обоснованные решения в различных областях от городского планирования до природопользования.

Актуальность такой интеграции возрастает, что связано:

- с совершенствованием технологий дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ);
- с широким внедрением цифровой картографической продукции как средства отображения результатов экологической оценки;
- с популяризацией тематических ресурсов (в том числе веб-ресурсов), обеспечивающих накопление и систематизацию экологических сведений.

Следует отметить также активное развитие искусственного интеллекта, что способствует повышению эффективности решения некоторых проблем. Например, выполняется распознавание опасных природных процессов по материалам дистанционного зондирования, или реализуется автоматическая классификация отходов и др.

Возросшее число источников пространственной информации требует решения новых методологических проблем. К ним относятся, в частности, такие как разнообразие форматов представления данных и систем координат и другие. Поэтому актуальным остается совершенствование и разработка инструментов интеграции пространственных данных.

Методы и материалы

В современных условиях наиболее значимыми являются исследования, направленные на анализ городских территорий, при этом их цели могут быть разными. Выявляются условия функционирования природных экосистем или определяются оптимальные условия для строительства, а также оцениваются условия комфортности проживания человека.

Установленные действующими нормативными документами процедуры оценки состояния окружающей среды предполагают покомпонентную оценку, которая осуществляется исходя из сведений об уровнях загрязнения в конкретных точках местности. Этот подход позволяет выявлять локальные воздействия от техногенных источников, но не позволяет системно анализировать экологическую обстановку. При этом уровень загрязнения природных компонентов рассматриваются без учета их взаимосвязи между собой. При небольшом количестве точек отбора проб по определению концентраций загрязняющих веществ, при этом неравномерно расположенных в пространстве исследуемой территории, результат не обеспечивают объективного моделирования уровня загрязнения городской территории.

Комплексный анализ пространственных данных, реализуемый на основе геопространственного подхода, позволит анализировать и учитывать разнообразные антропогенные факторы и географические особенности территории [1, 2].

Рассмотрим основные составляющие такого подхода. На начальном этапе осуществляется сбор и интеграция разнообразных сведений о территории и последующая их формализация для представления в ГИС. Прежде всего это базовая пространственная информация о территории в соответствии с инфраструктурой пространственных данных. Учету подлежат метеорологические условия, ко-

которые могут способствовать накоплению или, наоборот, рассеиванию загрязняющих веществ, другие природные условия. Следует обратить внимание на зоны с особыми условиями использования территорий, особенно выделяемые по экологическим критериям: водоохранные зоны, прибрежные и береговые полосы, санитарно-защитные зоны, которые играют важную роль в сохранении экологически благоприятного развития территории. Сведения о загрязнении компонентов природной среды включают ряд количественных показателей, таких как значения концентраций вредных веществ в воздухе, воде и почве, а также об объемах выбросов вредных веществ в атмосферу. Они формируются в процессе проведения мониторинга окружающей среды.

На следующем этапе формируется геоинформационная модель территории, которая включает цифровую модель местности и цифровые модели экологических факторов. Цифровые (картографические) модели экологических факторов создают на основе статистической обработки данных о концентрации загрязняющих веществ и пространственного анализа загрязнений с учетом размещения источников загрязнения.

Все перечисленные составляющие геоинформационной модели позволят системно подходить к анализу экологической обстановки. Поскольку рассматриваются не только дискретные показатели загрязнений в отдельных участках города, но и процессы пространственного распространения загрязняющих веществ, на распределение которых оказывают влияние природные условия и особенности городской инфраструктуры.

Важным элементом комплексного ГИС-анализа является детальный анализ морфологических особенностей рельефа, как фактора, влияющего на распространение загрязняющих веществ.

Кроме того, ГИС предоставляют такую важную возможность, как интерактивная трехмерная визуализация собранных экологических и физико-географических сведений на разных этапах моделирования, что способствует повышению эффективности аналитических процессов. Трехмерная визуализация упрощает восприятие информации, позволяет устанавливать различные взаимосвязи пространственных объектов и этим существенно дополняет численные модели и текстовые описания. В современных ГИС визуализация геопространственных данных выступает как самостоятельный исследовательский инструмент.

Важным результатом, достигаемым в процессе комплексного пространственного анализа территории, является экологическое зонирование территории, выполненное в соответствии с установленными требованиями природоохранного законодательства и официально утвержденными режимами использования исследуемой территории.

Таким образом, методологическая основа геопространственного подхода к анализу экологической обстановки города включает в себя структурирование и геоинформационный анализ экологических данных совместно с данными о городской инфраструктуре. Конкретные приемы анализа выбираются исходя из особенностей города и типа загрязнения. Использование геопространственного подхода позволяет интегрировать вышеперечисленные данные в единой системе координат и высот и этим сформировать информационную основу для последующего моделирования (в том числе – 3D-моделирования) экологической обста-

новки территории с учетом процессов переноса загрязняющих веществ по рельефу подстилающей поверхности города. Основные компоненты, реализующие исследования для достижения этой цели представлены на (рис. 1).

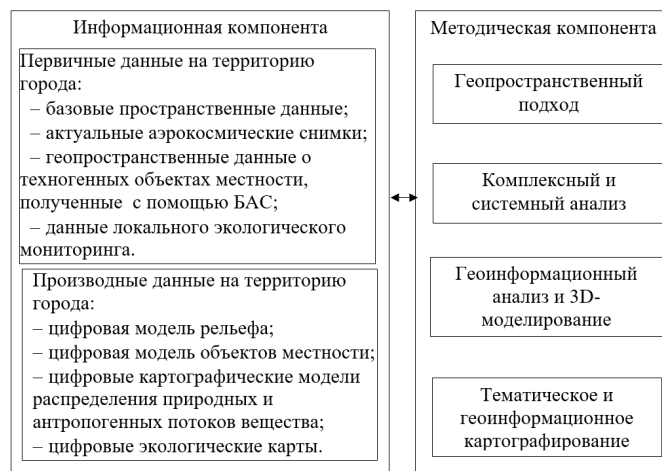


Рис.1 Информационно-методическая база анализа экологической обстановки городской территории

В качестве первичных данных необходим комплекс пространственно-распределенных данных об исследуемой территории (рис.1). В нормативных документах по инфраструктуре пространственных данных определен набор базовых пространственных данных. При этом в набор данных включаются не только координатные сведения о местоположении пространственных базовых объектов, но и цифровые изображения (материалы дистанционного зондирования Земли), а также цифровые модели рельефа. Данные о техногенных объектах интегрируются из различных источников, таких как кадастровые карты, генеральные планы поселений, отчетные сведения Росстата и пр. Для анализа экологической обстановки целесообразно использовать актуальные материалы аэрокосмических съемок, в том числе и полученных беспилотными летательными аппаратами.

Сведения о загрязнении компонентов природной среды получают в процессе реализации мониторинга окружающей среды. При этом в качестве отправной точки для исследователя целесообразно использовать общедоступные экологические сведения, публикуемые органами государственной власти в сети Интернет.

Существуют целый ряд Интернет-ресурсов, нацеленные на систематизацию и предоставление широкому кругу пользователей различных экологических сведений. Из них наиболее интересными с точки зрения получения непривязанной экологической информации являются информационные ресурсы субъектов РФ (геопорталы).

Общедоступные экологические сведения формируют информационную основу исследования состояния окружающей среды города, которая затем расширяется и детализируется в ходе специализированных исследований.

По результатам анализа создаются аналитические экологические карты, отражающие загрязнение соответствующего компонента. А результаты интегра-

ции и анализа данных отображаются в виде комплексных экологических и синтетических карт.

Результаты

Апробация предложенных подходов реализуется в исследованиях территории г. Новосибирска. Сформирован ряд тематических слоев, отражающих как компоненты природной среды, так и особенности инфраструктуры города. Сформирована цифровая модель рельефа территории, на основе морфометрического анализа которой выполнено зонирование, по особенностям переноса загрязняющих веществ (зоны транзита, аккумуляции и рассеяния загрязняющих веществ [3]. Рассмотрена обеспеченность зелеными насаждениями [4]. Создана база данных по загрязнению малых рек и выполнена пространственная визуализация результатов [5]. Проведен анализ и картографическое моделирование других компонентов природной среды [6]. Все сведения об экологических факторах систематизированы и представлены на общей географической основе, что позволило построить ряд пространственных моделей городской среды.

Заключение

Таким образом, применение геопространственного подхода средствами геоинформационных технологий позволяет систематизировать и структурировать данные экологического характера, учитывая особенности исследуемого природного компонента и типа загрязнения. Это обеспечивает возможность исследования разнообразных процессов и выявление основных закономерностей загрязнения исследуемой территории.

В целом современный инструментарий в виде геоинформационных систем и данных дистанционного зондирования обеспечивает информационную базу для детальной оценки городской окружающей среды.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ивашкина И.В., Кочуров Б.И. Урбэкодиагностика и сбалансированное развитие. М.: ИНФРА-М, 2017. 214 с.
2. Подходы к моделированию экологических процессов на территории города для учета экологической составляющей при ведении государственного реестра недвижимости. Трубина Л. К., Аврунев Е.И., Николаева О.Н., Каленицкий А.И., Антипов И.Т. // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов». – 2018, Т.329. № 9. с.43-51.
3. Трубина Л.К., Лисицкий Д.В., Панов Д.В. Пространственная дифференциация городских земель на основе геоинформационного анализа рельефа // Изв. вузов «Геодезия и аэрофотосъемка». – 2013. - № 4/с. – С. 149-152.
4. Трубина Л.К., Лисакова О.А., Хлебникова Т.А. Зеленая инфраструктура как инструмент устойчивого развития урбанизированных территорий. Вестник СГУГиТ, Том 28, № 5, 2023. С 140-148.
5. Николаева О. Н, Беленко О.А. Опыт геоинформационного анализа экологического состояния малых рек на примере Р. Каменка (Новосибирск) / Естественные и технические науки. – 2022. – № 7(170). – С. 94-98.
6. Трубина Л.К., Николаева О.Н. Об опыте комплексного картографирования экологической обстановки урбанизированных территорий с учётом пространственного распространения загрязняющих веществ // Геодезия и картография. – 2020. – Т. 81. – № 6. – С. 20-28.

© Л. К. Трубина, 2025

Т. Ю. Дубовик¹, Н. В. Поломошнова², Н. И. Гузенкова^{3✉}, А. Д. Матюшенко³

Оценка всхожести семян различных плюсовых деревьев сосны обыкновенной после длительного хранения

¹ ЗСО ИЛ СО РАН — филиал ФИЦ КНЦ СО РАН

² МАОУ «Лицей №159»

³ Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: vslmdz@gmail.com

Аннотация. В Западно-Сибирском отделении Института леса им. В.Н. Сукачёва Сибирского отделения Российской академии наук – филиале Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» (далее – Западно-Сибирское отделение института леса; ЗСО ИЛ) ведётся ряд исследований в сфере лесной генетики, селекции и лесовосстановления в целом. В рамках серии опытов по оценке эффективности применения биостимуляторов на сеянцах сосны обыкновенной; был заложен предварительный эксперимент по сравнительной оценке всхожести семян клонов различных плюсовых деревьев с целью создания репрезентативной выборки для последующих опытов. Гипотеза: Среди отобранных семян клонов различных плюсовых деревьев найдутся клоны, семена которых после 14 лет хранения утратили свою всхожесть и не пригодны для дальнейшей работы, а также клоны, всхожесть и «энергия роста» которых снизилась незначительно, и на их основе возможно удастся оценить стимулирующий эффект различных веществ в дальнейших экспериментах.

Ключевые слова: лесовосстановление, лесная генетика и селекция, исследования, всхожесть семян, архив клонов, плюсовые деревья

T. Yu. Dubovik¹, N. V. Polomoshnova², N. I. Guzenkova^{3✉}, A. D. Matyushenko³

Evaluation of seed germination of various plus Scots pine trees after long-term storage

¹ ZSO IL SB RAS - branch of the Federal Research Center KSC SB RAS

² MAOU "Lyceum No. 159"

³ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: vslmdz@gmail.com

Abstract. The West Siberian Branch of the V.N. Sukachev Institute of Forest of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences – a branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution “Federal Research Center “Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences” (hereinafter referred to as the West Siberian Branch of the Institute of Forest; WSB IL) conducts a number of studies in the field of forest genetics, selection and reforestation in general. As part of a series of experiments to assess the effectiveness of using biostimulants on Scots pine seedlings; a preliminary experiment was laid down to compare the germination of seeds of clones of various plus trees in order to create a representative sample for subsequent experiments. Hypothesis: Among the selected seeds of clones of various plus trees, there will be clones whose seeds, after 14 years of storage, have lost their germination capacity and are not suitable for further work, as well as clones whose germination capacity and “growth energy” have decreased slightly,

and on their basis it may be possible to evaluate the stimulating effect of various substances in further experiments.

Keywords: reforestation, forest genetics and selection, research, seed germination, clone archive, plus trees

Введение

Земли лесного фонда занимают 66,2 % территории Российской Федерации; лесные земли, включая лесные насаждения, не входящие в лесной фонд, занимают 52,3 % земельных угодий страны [1]. Экстенсивное лесное хозяйство, нужды экономики и не совершенство законодательства в исторически сложные периоды времени приводят к существенной нагрузке на лесные экосистемы. Одной из важнейших национальных задач является сохранение лесов: их территорий, биологического разнообразия, экосистемного и рекреационного потенциала.

Учитывая долю лесных территорий, их активную эксплуатацию, ресурсную и экосистемную значимость лесов, совершенствование методов лесовосстановления является одним из наиболее значимых направлений научных исследований.

Общепризнано, что наиболее естественным и зачастую более экономически эффективным подходом является содействие естественному восстановлению лесов и, соответственно, совершенствование методов ему способствующих [2]. Однако во многих случаях естественное лесовосстановление невозможно, либо не целесообразно. Например, в некоторых типах лесорастительных условий после рубок или интенсивных пожаров основная порода может быть замещена травяным сообществом, песками и др., либо её естественное восстановление может происходить в течение длительных сукцессий в течение сотен лет [3]; на некоторых территориях, в результате длительного отбора лучших по качеству деревьев в процессе выборочных рубок, остаются старовозрастные леса с соответствующей обеднённой генетикой [4]; наконец существуют реликтовые экосистемы, сохранившиеся со времён, когда на территории их текущего существования были более благоприятные климатические условия [5]. Во всех этих случаях рационально применение искусственных методов лесовосстановления.

В Западно-Сибирском отделении Института леса им. В.Н. Сукачёва Сибирского отделения Российской академии наук – филиале Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» (далее – Западно-Сибирское отделение института леса; ЗСО ИЛ) ведётся ряд исследований в сфере лесной генетики, селекции и лесовосстановления в целом.

В рамках серии опытов по оценке эффективности применения биостимуляторов на сеянцах сосны обыкновенной; был заложен предварительный эксперимент по сравнительной оценке всхожести семян клонов различных плюсовых деревьев с целью создания репрезентативной выборки для последующих опытов.

Цель настоящего исследования – сравнительная оценка всхожести семян клонов 5 плюсовых деревьев 2011 года сбора из архива клонов «АК-96», расположенного на территории Озёрского лесничества Алтайского края.

Предполагается, что среди отобранных семян клонов различных плюсовых деревьев найдутся клоны, семена которых после 14 лет хранения утратили свою

всхожесть и не пригодны для дальнейшей работы, а также клоны, всхожесть и «энергия роста» которых снизилась незначительно, и на их основе возможно удастся оценить стимулирующий эффект различных веществ в дальнейших экспериментах.

Методика исследования

Опыт заключался в проращивании семян на прокалённом речном песке в стерильных чашках Петри, по 50 семян на одну чашку, по 4 повторности на каждый вариант опыта (табл. 1, рис. 1).

Таблица 1

Схема опыта

№ Плюсового дерева	Число чашек Петри	Общее число семян
501	4	200
503	4	200
505	4	200
506	4	200
510	4	200
Итого	20	1000

Подготовка опыта включала в себя насчёт семян по 50 шт. на одну чашку Петри, их упаковка в марлевые мешочки, стратификацию семян в течение 12 часов при температуре +5 °С в растворе микроэлементов; стерилизацию песка, чашек Петри, другой посуды и инструментов.

При закладке опыта грунт увлажнялся до 95 % полевой влагоёмкости дистиллированной водой, перемешивался, разравнивался. Затем на него равномерно по площади поверхности высевались подготовленные семена.

В процессе опыта контролировалась температура и влажность в помещении, через 5 и через 7 дней после посева производились подсчёты проросших семян, а также семян, поражённых патогенными микроорганизмами.

Через две недели после посева после того, как основная масса сеянцев сбросили семенные колпачки, производился подсчёт проростков, заражённых всходов и не взошедших семян, отделение проростков от грунта, их промывка и взвешивание на лабораторных весах.

Статистическая обработка включала в себя дисперсионный анализ и оценку достоверности различия средних по исследуемым параметрам.

Результаты исследования

Динамика прорастания семян отображена на рис. 1.

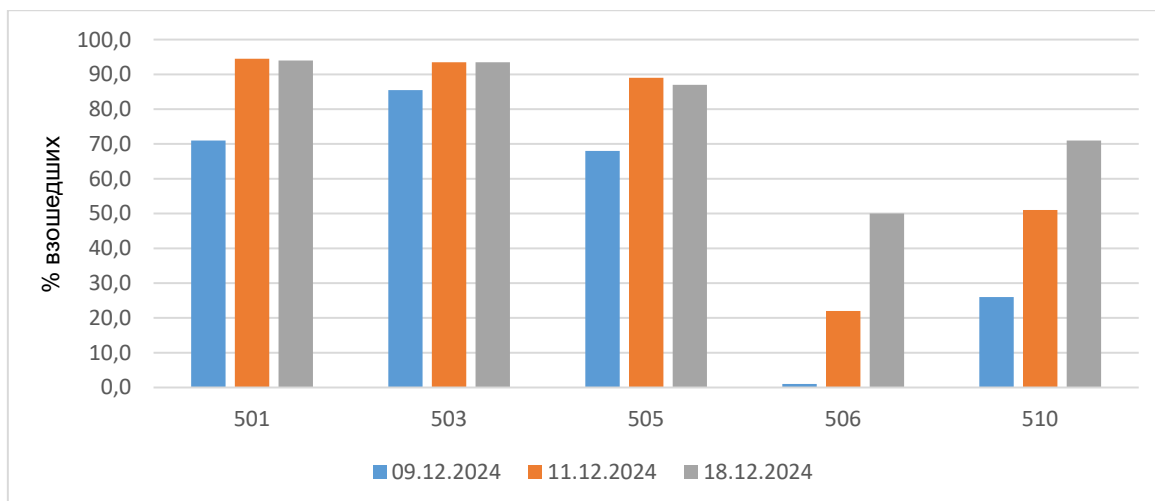


Рис.1. Динамика прорастания семян клонов различных плюсовых деревьев

Наибольшую среднюю всхожесть, около 94 % сохранили семена от клонов 501 и 503 плюсовых деревьев, достаточно высокую всхожесть сохранили семена клонов 505. У клонов 506 всхожесть оказалась около 50%, у 510 – 71 %.

На рис. 2 представлены средние значения живой массы проростка.

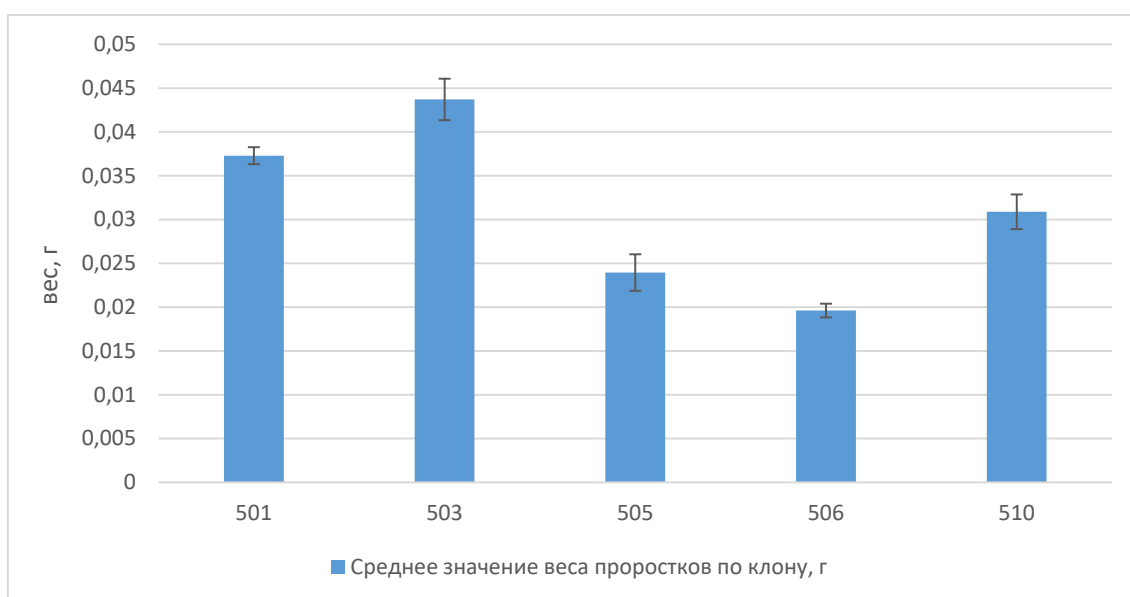


Рис. 2. Средние значения веса проростков. Пределы погрешностей отображают значение ошибки среднего

Наибольшую биомассу набрали проростки клонов 503 плюсового дерева, наименьшую – 506. Также видно, что несмотря на сравнительно лучшую всхожесть семян 505 клонов, проростки 510 клонов за две недели роста набрали большую биомассу. Оценка достоверности разницы средних значений живой массы проростков представлена в таблице 2.

Значения t-критерия при попарном сравнении средних значений веса проростков потомства клонов различных плюсовых деревьев

№ клона	501	503	505	506	510
501	0				
503	2,5	0			
505	5,8	6,3	0		
506	14,2	9,7	1,9	0	
510	2,9	4,2	2,4	5,3	0

По средней массе проростка достоверны различия между всеми попарными сравнениями, за исключением пары 505 – 506.

Однофакторный дисперсионный анализ как по суммарной массе проростков на одну чашку Петри среди вариантов опыта, так и по средней массе одного проростка подтверждает достоверность влияния происхождения семян на их всхожесть на высочайших уровнях значимости (Р-значения соответственно $1,7 \cdot 10^{-8}$ и $4,5 \cdot 10^{-7}$).

Заключение

Сравнительный анализ всхожести семян и живой массы проростков клонов различных плюсовых деревьев сбора 2011 года показал, что за 14 лет хранения большинство семян сохранили высокую всхожесть, существенно превышающую нормативы хранения семян на производстве [7]. При этом выявлена существенная разница как во всхожести, так и в заложенном в семенах потенциале развития проростков. Так семена клонов плюсового дерева под номером 506 обладают низкой всхожестью и их использование в последующем эксперименте не целесообразно; потомство остальных плюсовых деревьев может быть использовано.

Таким образом, выдвинутая гипотеза о разной сохранности семян полностью подтвердилась. При этом из урожая данного года для дальнейших исследований были отобраны семена клонов трёх плюсовых деревьев, показательные для оценки на них стимулирующих эффектов.

Коллектив авторов выражает благодарность группе учащихся 6 «м» класса, МАОУ «Лицей №159», принимавших активное участие в упомянутой серии исследований с ноября 2024 до май 2025 года включительно.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2023 году. М.: Росреестр, 2024.
2. Беляева Н.В. Меры содействия естественному возобновлению – история, современность и перспективы // МНИЖ. – 2012. – № 7.
3. Гераськина А.П. и др. Пожары как фактор утраты биоразнообразия и функций лесных экосистем // Вопросы лесной науки. – 2021. – № 2. – С. 1-76.
4. Иванов В.В., Семенякин Д.А. Влияние выборочных рубок на продуктивность сосновых древостоев в условиях красноярской лесостепи // Сибирский лесной журнал. – 2021. – № 1. С. 58–67.

5. Реликтовые биоценозы [Электронный ресурс] // Академик. – 2025. – URL: <https://ecolog.academic.ru/2015/Реликтовые> (дата обращения: 06.03.2025)
6. Косумов, Р.С., Емельханов М.Д. Лесные экосистемы как стабилизирующие факторы антропогенного воздействия на окружающую среду — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2016. — № 3 (107). — С. 415-420. — URL: <https://moluch.ru/archive/107/25614/> (дата обращения: 05.03.2025).
7. Приказ Минприроды России от 30.07.2020 № 535 [Электронный ресурс] // Официальный сайт Министерства природных ресурсов и экологии РФ. – URL: <https://www.mnr.gov.ru> (дата обращения: 02.06.2025).
8. Тараканов В.В., Паленова М.М., Паркина О.В., Роговцев Р.В., Третьякова Р.А. Лесная селекция в России: достижения, проблемы, приоритеты (обзор) // Лесохозяйственная информация. 2021. № 1. С. 100–143. DOI 10.24419/ LNI.2304-3083.2021.1.09. (дата обращения: 05.03.2025).
9. Сохрани лес - проект восстановления и посадки лесов России [Электронный ресурс] // Forest save. – URL: https://forest-save.ru/?ysclid=mbeuzgmb8e826183_539 (дата обращения: 20.02.2025).
10. Борцова Д.И. Лесовосстановление - будущее лесов России/Д.И. Борцова, Л.И. Шмурьева.- Текст: непосредственный // Юный ученый, 2023. №11(74), С.61-73. URL: <https://moluch.ru/young/archive/74/3968/> (дата обращения: 05.03.2025).

© Т. Ю. Дубовик, Н. В. Поломошнова, Н. И. Гузенкова, А. Д. Матюшенко, 2025

Д. В. Панов^{1✉}, И. С. Ульдин¹, А. Ю. Кудряшов¹, И. И. Бочкарева²

Роль человеческого фактора в возникновении аварий и инцидентов на объектах нефтегазового комплекса: причины, последствия и меры профилактики

¹Сибирский государственный университет водного транспорта,
г. Новосибирск, Российская Федерация

²Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: d.v.panov@nsawt.ru

Аннотация. В данной статье рассматриваются человеческие факторы, приводящие к авариям и инцидентам на объектах нефтегазовой отрасли, а также представлены предложения по внедрению новых технологий и методов в соответствии с анализом аварий Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору за период с начала 2021 года по конец 2023 года. Дано обоснование внедрения новых технологий и методов анализа человеческого фактора. Проанализированы аварийные ситуации за каждый год на объектах нефтегазового комплекса, выявлены причины, послужившие источником возникновения, дана оценка последствиям аварий и даны рекомендации по профилактическим мероприятиям. Для оценки аварийности применен коэффициент детерминации R^2 . Описаны современные методы подготовки персонала в нефтегазовой отрасли, такие как имитационное обучение, интерактивное обучение, обучение на рабочем месте (On-the-Job Training), командное обучение (Team Training), персонализированное обучение, нацеленные на снижение показателя человеческого фактора в возникновении аварий.

Ключевые слова: Нефтегазовая промышленность, аварии и инциденты на опасных производственных объектах, промышленная безопасность

D. V. Panov^{1✉}, I. S. Uldin¹, A. Y. Kudryashov¹, I. I. Bochkareva²

The role of the human factor in accidents and incidents at oil and gas facilities: causes, consequences and preventive measures

¹Siberian State University of Water Transport, Novosibirsk, Russian Federation

²Siberian State University of Geosystems and Technologies,
Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: d.v.panov@nsawt.ru

Abstract. This article examines the human factors leading to accidents and incidents at oil and gas facilities, and also presents proposals for the introduction of new technologies and methods in accordance with the accident analysis by the Federal Environmental, Technological and Nuclear Supervision Service for the period from the beginning of 2021 to the end of 2023. The rationale for the introduction of new technologies and methods of human factor analysis is given. The emergency situations for each year at the facilities of the oil and gas complex are analyzed, the causes that served as the source of occurrence are identified, the consequences of accidents are assessed and recommendations for preventive measures are given. The coefficient of determination R^2 was used to assess the accident rate. Modern methods of personnel training in the oil and gas industry are

described, such as simulation training, interactive training, On-the-Job Training, Team Training, and personalized training aimed at reducing the human factor in accidents.

Keywords: Oil and gas industry, accidents and incidents at hazardous production facilities, industrial safety

Введение

Нефтегазовый комплекс, являясь одной из ключевых отраслей мировой экономики, характеризуется высокой степенью опасности и сложностью технологических процессов. Инциденты и происшествия на объектах нефтегазовой отрасли приводят к тяжёлым последствиям, к таким как гибель людей, уничтожение и повреждение природных ресурсов, значительные экономические потери. В последнее время большое внимание уделяется человеческому фактору в возникновении подобных инцидентов.

Для обеспечения безопасности на объектах нефтегазового комплекса необходимо тщательное изучение человеческого фактора, так как он является неотъемлемой частью, влияющей на обеспечение безопасности. Человеческий фактор позволяет обнаружить слабые места в системе управления, подготовке персонала, проектировании оборудования и организации рабочих процессов, которые могут приводить к возникновению ошибок и нарушений, способствующим авариям.

Внедрение новых технологий и методов анализа человеческого фактора, таких как Human Factors Analysis and Classification System (HFACS) и другие современные подходы, позволяют более эффективно выявлять и устранять причины инцидентов, связанных с человеческими ошибками. Кроме того, развитие тренажерных комплексов, систем виртуальной реальности и других инновационных инструментов обучения позволяет повысить квалификацию персонала и подготовить его к действиям в нештатных ситуациях [1,2].

Методы и материалы исследования

В основу исследования легли статистические данные, охватывающие аварийность, инциденты и производственный травматизм. В качестве источника информации были проанализированы ежегодные отчеты о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору, в которых содержатся сведения об аварийности, а также научные труды, посвященные проблемным аспектам отрасли.

Результаты обработки данных по аварийности на опасных производственных объектах нефтегазового комплекса представлены на диаграмме (рис. 1). В результате анализа диаграммы можно визуально увидеть масштабы и структуру рисков.

За период с 2020 г. по 2023 г. на объектах нефтегазодобычи было зафиксировано 145 аварий, в которых погибли 62 человека [3].

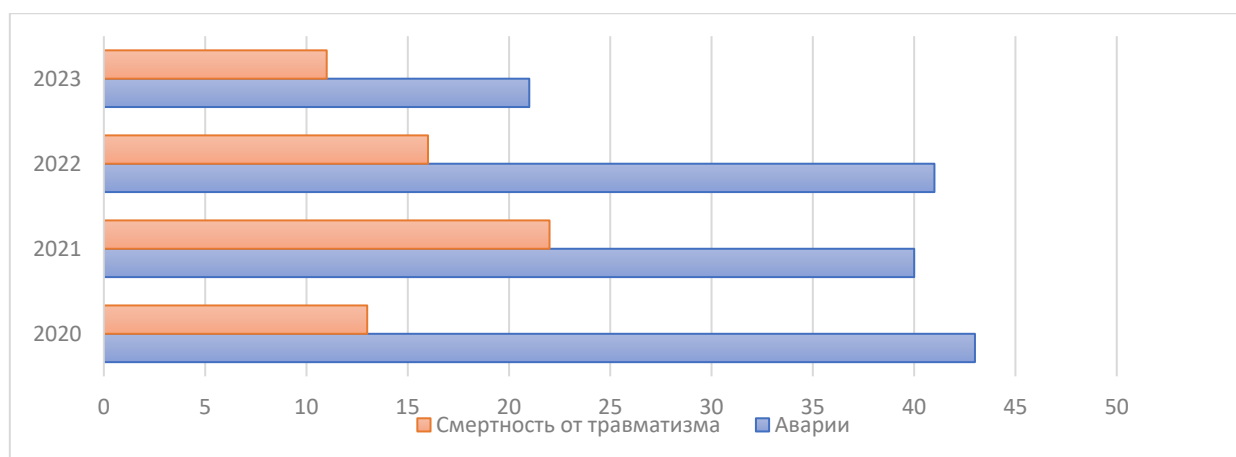


Рис. 1 – Аварийность на опасных производственных объектах нефтегазодобычи

Из рисунка 1 видно, что наибольшее количество аварий приходится на 2020 г. и 2022 г. В эти годы было зафиксировано свыше 40 аварий. Максимальный смертельный травматизм пришелся на 2021 г. – 22 случая. Наименьшее количество пришлось на 2023 г. – 21 случай, со смертельным травматизмом произошло в 2023 г. 11 случаев. За период с 2020 г. по 2023 г. показатели аварийности и смертельного травматизма изменялись волнообразно, с преобладанием положительной динамика уменьшения количества случаев. Сделать однозначный вывод об устойчивом линейном снижении невозможно. Период незначительного уменьшения аварийных ситуаций приходится на 2023 год[1-4].

Данные по основным факторам аварийности представлены в таблице 1.

Таблица 1

Данные по основным факторам аварийности нефтегазодобычи за 2020–2023 гг.

Год	Количество		Ущерб от аварий, млрд. руб.	Количество		Количество				Количество	
	аварий, ед.	смертность от травматизма, ед.		нефтегазовых организаций, ед.	Опасных производственных объектов, ед.	проверок РТН, шт	выявленных нарушений, шт.	наложенных штрафов, тыс. руб.	административных приостановок деятельности, ед.	проверок ПК, ед.	разработанных мероприятий службами ПК, ед.
2020	43	10	5,3	188	8019	79 583	60	н/д	н/д	17 514	28 658
2021	40	7	4,482	285	16358	42 554	182 018	1 163 502	22 213	28 475	42 358
2022	41	12	6,27	38	1830	36 366	97 044	749 808	16 380	20 698	39 612
2023	21	4	5,356	43	8402	2863	107468	505 701	13 676	24 378	40 257

Примечание: н/д – нет данных, в официальных источниках указанная информация отсутствует.

Результаты

При оценке удельных показателей необходимо учитывать ряд показателей по факторам, представленным в таблице 2. В ней отображены результаты расчета удельных показателей аварийности.

Для оценки аварийности из-за действия различных факторов применен коэффициент детерминации R^2 . При отсутствии связи $R^2 = 0$, а при наличии $R^2 = 1$. Чем ближе значение R^2 к 1, тем сильнее и ближе к функциональной зависимости связь между признаками.

Анализ удельного показателя показал, в среднем на одну аварию приходится 222 инцидента, и наблюдается заметная линейная связь между ними, что подтверждается коэффициентом детерминации $R^2 = 0,9$ ($0 \leq R^2 \leq 1$) [1].

Соответственно, через анализ причин инцидентов, устранение их последствий и предупреждение повторения можно управлять аварийностью. Необходимо отметить, что в официальных статистических данных информация о количестве инцидентов опубликована только за три периода (2021г., 2022г., 2023г.), таблица 3. Для получения более достоверного результата о связи инцидентов и аварийности выборка должна иметь больше данных [3,4].

Таблица 2

Удельный показатель аварийности по различным факторам за период 2020–2023 гг.

год	Удельный показатель аварийности по :										
	инцидентам, инцидент/авария	смертельному исходу, смертельный исход/авария	ущербам, млрд.руб./авария	организациям, авария/тыс. организации	ОПО, аварий/ тыс. ОПО	Проверкам РТН, аварий/тыс. проверок	выявленным РТН нарушениям, аварий/тыс. проверок	сумма штрафов РТН, аварий/миллиардов руб.	приостановкам деятельности, аварий/ед.остан.	проверкам ПК, аварий/тыс.проверок	мероприятиям ПК, аварий/тыс.меропр.
2020	0,843	0,3023	0,1233	0,2287	0,0536	0,0054	0,7167	н/д	н/д	0,0246	0,0150
2021	0,9063	0,5500	0,1121	0,1404	0,0245	0,0094	0,0002	0,0344	0,0180	0,0140	0,0094
2022	0,8841	0,3902	0,1529	1,0789	0,2240	0,0113	0,0004	0,0547	0,0250	0,0198	0,0104
2023	1,1	0,5238	0,2550	0,4884	0,0250	0,0733	0,0002	0,0415	0,0154	0,0086	0,0052
R2	0,9	0,44	0,16	0,48	0,08	0,02	0,18	0,04	0,02	0,02	0,01

Число аварий за каждый период имеет волнообразный вид, но с ниспадающим трендом. Показатели значений происшествий со смертельным исходом по-

казывают положительную динамику к тенденции снижения количества случаев на объектах нефтегазового комплекса.

Таблица 3

Количество инцидентов за 3 периода

Период	По аварийности среднее значение аварий/год	По смертельному травматизму среднее значение случаев/год
2020–2021 гг.	41,5	17,5
2021–2022 гг.	40,5	19
2022–2023 гг.	31	13,5

Обсуждение

Анализ ошибок и нарушений является критически важным этапом в обеспечении безопасности и эффективности любой деятельности, будь то производство, обслуживание или управление. Без глубокого понимания причин, лежащих в основе этих отклонений, невозможно разработать эффективные стратегии по их предотвращению и минимизации. В таблице 4 представлены основные причины [1-5].

Таблица 4

Распределение основных характерных нарушений по группам
«персонал – оборудование – технологии»

Основные нарушения по результатам	Нарушения, связанные с		
	персоналом, %	оборудованием, %	технологиями, %
– расследования аварий	68,36	23,45	8,19
– проверок Ростехнадзора	39,82	52,36	7,82
– работы производственного контроля	52,98	36,78	10,24

Нарушение коммуникации является еще одним серьезным источником ошибок. Нечеткие инструкции, отсутствие обратной связи, искажение информации – все это может привести к неправильному пониманию задачи и, как следствие, к ошибкам при ее выполнении. Эффективная коммуникация предполагает четкое и понятное изложение информации, активное слушание и обратную связь. Важно создать атмосферу, в которой сотрудники не боятся задавать вопросы и сообщать о проблемах.

Наконец, несоблюдение инструкций и правил является прямой причиной многих ошибок и нарушений. Причины этого могут быть различными: незнание инструкций, недостаточная мотивация к их соблюдению, сложные и запутанные инструкции, или просто невнимательность. Для решения этой проблемы необходимо регулярно проводить инструктажи и тренинги, упрощать и оптимизировать

инструкции, а также внедрять системы контроля за их соблюдением. Важно также понимать, что инструкции должны быть не просто набором правил, а обоснованным и понятным руководством к действию.

Заключение

Для снижения показателя человеческого фактора в возникновении аварий и инцидентов на объектах нефтегазового комплекса необходимо применять современные методы подготовки персонала в нефтегазовой отрасли. Для этих целей активно используются технологические достижения и психолого-педагогические разработки, направленные на повышение эффективности обучения и снижение влияния человеческого фактора, такие как имитационное обучение, интерактивное обучение, обучение на рабочем месте (On-the-Job Training), командное обучение (Team Training), персонализированное обучение [2].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фатхутдинов Р.И. Системный подход к оценке функционирования производственного контроля на ОПО нефтегазовой отрасли / Р.И. Фатхутдинов // Безопасность труда в промышленности. – 2021. – № 4. – С. 70-75.
2. Князьков, Н.А. Анализ причин аварий и несчастных случаев в нефтегазовом комплексе России / Н.А. Князьков, В.Е. Карноухов, Л.Н. Тасимова, Р.З. Хайруллин // Научный альманах. – 2017. – № 11-2 (37). – С. 57-60.
3. Интернет ресурс: <https://www.gosnadzor.ru/industrial/oil/>
4. Федеральный закон от 21.07.1997 N 116-ФЗ (ред. от 08.08.2024) "О промышленной безопасности опасных производственных объектов"[Электронный ресурс] // URL: <https://base.garant.ru/11900785/> (дата обращения: 20.05.2025)
5. Постановление Правительства РФ от 18.12.2020 № 2168 «Об организации и осуществлении производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности» (вместе с «Правилами организации и осуществления производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности») [Электронный ресурс] // URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202012240043> (дата обращения: 20.05.2025)

© Д. В. Панов, И. С. Ульдин, А. Ю. Кудряшов, И. И. Бочкарева 2025

А. С. Огудов^{1✉}, М. А. Креймер², Е. И. Баранова²

Комплексная оценка экологически неблагоприятных территорий в постиндустриальной фазе развития горнопромышленных районов

¹ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора,
г. Новосибирск, Российская Федерация

²Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: ogudov.tox@yandex.ru

Аннотация. В период деиндустриализации, актуальной проблемой для горнопромышленных районов становится загрязнение атмосферного воздуха соединениями серы, выделяющихся из объектов размещения отходов переработки сульфидных руд в составе парогазовых смесей. По результатам изучения загрязнения приземного слоя атмосферы в местах локализации двух выведенных из эксплуатации хвостохранилищ, выделены приоритетные загрязнители, подлежащие контролю и отличительные черты зонального загрязнения для разных форм рельефа местности, прилегающей к источникам. В острых опытах на животных установлена частичная суммация эффектов воздействия диметилсульфоксида (ДМСО) и диметилсульфида (ДМС), в серии подострых опытов - аддитивный тип комбинированного ингаляционного действия ДМСО, ДМС и сероуглерода (CS₂). Изучены уровни, характер и структура заболеваемости двух групп детей и подростков, проживающих на разном удалении от границ источника эмиссий, выявлен повышенный риск распространения нарушений церебрального статуса у новорожденных в радиусе 1000 м от источника. Для целей информационного обеспечения эколого-гигиенических и оздоровительных мероприятий, обоснована системная технология гигиенической диагностики аэрогенного химического фактора.

Ключевые слова: Объекты размещения отходов переработки сульфидных руд, атмосферная эмиссия и токсические свойства диметилсульфоксида, диметилсульфида и сероуглерода, заболеваемость населения, системная технологии гигиенической диагностики аэрогенного химического фактора

A. S. Ogudov^{1✉}, M. A. Kramer², E. I. Baranova²

Comprehensive assessment of ecologically unfavorable territories in the post-industrial phase of mining development

¹Federal Budgetary Institution “Novosibirsk Research Institute of Hygiene” of Rospotrebnadzor,
Novosibirsk, Russian Federation

²Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: ogudov.tox@yandex.ru

Abstract. During the period of deindustrialization, the problem of atmospheric air pollution with sulfur compounds released from waste disposal facilities for processing sulfide ores as part of combined-cycle gas mixtures becomes relevant for mining areas. Based on the results of the study of pollution of the surface layer of the atmosphere in the localities of two decommissioned tailings dumps, priority pollutants to be controlled and distinctive features of zonal pollution for different forms of terrain adjacent to the sources were identified. In acute animal experiments, a partial

summation of the effects of exposure to dimethyl sulfoxide (DMSO) and dimethyl sulfide (DMS) was established, in a series of subacute experiments, an additive type of combined inhalation effect of DMSO, DMS and carbon disulfide (CS₂) was established. The levels, nature and structure of morbidity of two groups of children and adolescents living at different distances from the source of emissions were studied, and an increased risk of spreading cerebral status disorders in newborns within a radius of 1000 m from the source was revealed. For the purposes of information support of ecological, hygienic and health-improving measures, the system technology of hygienic diagnostics of the aerogenic chemical factor is substantiated.

Keywords: Waste disposal facilities for processing sulfide ores, atmospheric emission and toxic properties of dimethyl sulfoxide, dimethyl sulfide and carbon disulfide, population morbidity, system technology for hygienic diagnostics of the aerogenic chemical factor

Введение

Снижение и остановка хозяйственной деятельности горнопромышленных предприятий в условиях деиндустриализации не сопровождается прекращением атмосферной эмиссии токсикантов [1]. При этом ключевое значение приобретают природно-техногенные процессы, генетически связанные с формированием природно-технических систем [2,3,4,5]. К их отличительным особенностям относится образование в накопленных отходах переработки сульфидных руд токсичных продуктов, способных вовлекаться в локальные циклы круговорота веществ. Особенно актуальной проблемой для современной постиндустриальной фазы развития горнодобывающих регионов является увеличение эмиссии соединений серы, поступающих в атмосферный воздух в составе парогазовых комплексов [6,7,8]. Существенное влияние температурного фактора на объёмы атмосферной эмиссии смесей диметилсульфоксида (ДМСО), диметилсульфида (ДМС) и сероуглерода (CS₂) из сульфидсодержащих отходов подтверждают результаты натурного моделирования [9].

Выполненное исследование фактического загрязнения приземного слоя атмосферы в районах двух выведенных из эксплуатации хвостохранилищ предприятий по переработке сульфидных руд показало, что опасность для здоровья населения представляют двухкомпонентные смеси ДМСО и ДМС и трёхкомпонентные смеси ДМСО, ДМС и CS₂, между содержанием которых в приземном слое атмосферы на разных расстояниях от источников выявлены значимые положительные корреляции [10]. Анализ литературных источников подтверждает, что ингаляционное воздействие соединений серы вызывает развитие большого спектра вредных эффектов [11,12,13,14,15,16]. Однако в доступной литературе сведения, касающиеся характера комбинированного действия смесей ДМСО, ДМС и CS₂, отсутствуют. В этой связи в технологию эколого-гигиенической диагностики аэрогенного химического фактора оправданно включить исследование эффектов комбинированного действия выделенных двух- и трёхкомпонентных смесей ДМСО и ДМС, ДМСО, ДМС и CS₂ в экспериментах на животных. Одновременно аэрогенное комбинированное воздействие требует решения проблемы диагностики заболеваемости детского населения, проживающего в ореолах загрязнения [17].

Для целей гигиенической диагностики, приоритетной регистрируемой реакцией детского населения на вредное воздействие аэрогенного химического фактора является истощенная заболеваемость, источниками информации о которой служат медицинские осмотры и обращаемость детей за медицинской помощью [18,19]. По данным литературы, аэрогенный химический фактор вызывает рост заболеваемости детей хроническими болезнями органов дыхания, крови и кроветворных органов, аллергологическими и иммунологическими заболеваниями [20, 21]. Соединения серы ингибируют процессы кроветворения и синтеза белков, обладают раздражающим, психотропным, нейротоксическим и эмбриотоксическим действием, приводит к нарушениям нервной и сердечно-сосудистой систем, функций печени и обмена веществ, иммунологической реактивности [11,12,16].

Целью исследований являлось получение и систематизация новых знаний о состоянии среды обитания и здоровья населения в постиндустриальной фазе развития горнопромышленных районов для эффективного управления эколого-гигиенической ситуацией и устранения аэрогенных рисков.

Методы и материалы

Оценка фактического загрязнения приземного слоя атмосферы смесями соединений серы в районах размещения двух выведенных из эксплуатации хвостохранилищ проведена по данным подфакельных наблюдений. Для прогнозирования уровней загрязнения использовались нелинейные модели, заданные полиномами второго и третьего порядка. Токсичность четырех смесей ДМСО и ДМС фиксированного состава исследована в серии острых опытов на крысах линии Вистар. Характер комбинированного действия ДМСО и ДМС, ДМСО, ДМС и CS₂ изучали в подострых опытах на крысах линии Вистар. Концентрации в воздушной среде ДМС, ДМСО и CS₂ определяли с помощью газоанализатора «ГАНК-4». Изучение истощенной заболеваемости 2-х групп детей 0-14 лет, проживающих на территориях с различной степенью техногенной опасности на расстояниях до 1000 м и более 1000 м от источника эмиссий, проводили по результатам анализа обращаемости за медицинской помощью и медицинских осмотров за пять лет. Статистическую обработку полученных данных и построение графиков производили с помощью ПК по стандартным прикладным программам Statistica 10.0.

Результаты

Исследование параметров атмохимической аномалии в месте локализации выведенного из эксплуатации хвостохранилища золотоизвлекательного завода показало, что опасность для здоровья населения представляют смеси ДМСО и ДМС, осреднённые концентрации которых на расстоянии 300 м от источника соответственно в 27,8 и 22,9 % проб превышали нормативные уровни. В районе размещения хвостохранилища бывшей свинцово-цинковой обогатительной фабрики приоритетным загрязнителем атмосферы являлся ДМСО, содержание которого на расстоянии 600 м от источника в 9,1% проб регистрировалось выше нор-

мативного. Содержание в атмосфере CS_2 не достигало нормативного уровня, однако находилось в прямых корреляционных связях с концентрациями ДМСО и ДМС. Это подтверждает совместное присутствие в воздушных потоках ДМСО, ДМС и CS_2 , способных к взаимному усилению эффектов воздействия. В этой связи технология гигиенической диагностики аэрогенного химического фактора включала в себя экспериментальное определение типа их комбинированного действия.

По результатам исследования токсического действия двухкомпонентных смесей ДМСО и ДМС постоянного состава в 28-дневном подостром опыте, на 14-й день ингаляционного воздействия на уровнях соответственно $0,741 \pm 0,099$ мг/м³ и $0,674 \pm 0,037$ мг/м³ у экспериментальных животных достоверно снижается возбудимость центральной нервной системы и горизонтальная двигательная активность, что является признаком нейротоксического действия. Проведенные расчеты подтвердили более чем аддитивное действие компонентов модельной смеси. При испытании более низких концентраций смеси нейротоксического эффекта в этот срок не выявлено. Однако на 28 день эксперимента обнаружено достоверное снижение горизонтальной двигательной активности в двух группах животных, подвергавшихся экспозиции смесей ДМСО и ДМС в концентрациях соответственно $0,398 \pm 0,201$ и $0,230$ мг/м³, $0,610$ и $0,086$ мг/м³. Накопление патологических изменений по ходу подострого опыта свидетельствует в пользу функциональной кумуляции ДМСО и ДМС. Это определяет необходимость при фактическом и прогнозном уровнях загрязнения атмосферного воздуха смесью ДМСО и ДМС, суммарная концентрация которых превышает примерно в 7 раз нормативные уровни, проведения исследования причинно-следственных связей между характером заболеваемости детского населения и экспозиции аэрогенного химического фактора.

Изучение токсичного действия трёхкомпонентных смесей ДМСО, ДМС и CS_2 постоянного состава в 45-дневном эксперименте на животных показало, что нейротоксический эффект воздействия среднего (соответственно, $2,614 \pm 0,15$, $3,108 \pm 0,24$ и $0,317 \pm 0,04$ мг/м³) и высокого (соответственно, $13,718 \pm 0,77$, $21,415 \pm 0,75$ и $2,016 \pm 0,14$ мг/м³) уровней концентраций ДМСО, ДМС и CS_2 характеризующегося минимумами показателя возбудимости центральной нервной системы на 14 и 45-й дни и максимумом на 30-й день. Это логично объясняется закономерной сменой фаз первичной декомпенсации, компенсации и вторичной декомпенсации. При ингаляционном воздействии относительно низкого уровня концентраций ДМСО, ДМС и CS_2 в трёхкомпонентной смеси (соответственно, $0,359 \pm 0,05$, $0,379 \pm 0,040$ и $0,058 \pm 0,01$ мг/м³), снижение возбудимости центральной нервной системы, значимых по отношению к уровню контроля, возникает только на 45-й день, что подтверждает факт накопления патологических изменений. В итоге, изучение комбинированного токсического действия ДМСО, ДМС и CS_2 в составе модельных смесей подтверждает более чем аддитивное действие компонентов.

Идентифицированная опасность аэрогенного комбинированного действия двух- и трёхкомпонентные смесей потребовала осуществления диагностики заболеваемости детского населения, проживающего в ореолах загрязнения.

По результатам анализа показателей истощенной заболеваемости детей различных возрастных групп, проживающих в горнопромышленном районе, установлено, что увеличение риска распространения других нарушений церебрального статуса у новорожденных, проживающих в радиусе 1000 м от границ источника эмиссий, может служить проявлением экодетерминированной патологии. При графическом отображении показателей сравниваемых районов диагностируется фазовый сдвиг максимумов и минимумов величин показателей истощенной заболеваемости болезнями нервной системы в группах детей, проживающих в радиусе до 1000 м и более 1000 м от объекта размещения сульфидсодержащих отходов. Сходный сдвиг наблюдается при графическом отображении минимумов и максимумов распространённости психических и поведенческих расстройств в сравниваемых группах с возрастом детей, также имеющий диагностическое значение. Полученные зависимости целесообразно использовать для целей прогнозирования уровней патологии детского возраста в группах риска при изменении качества объектов окружающей среды.

Обсуждение

По современным представлениям, методологический этап технологии состоит в формулировке проблемы, обосновании цели, основных задач, объекта и предмета исследования, построении рабочей гипотезы. Осуществляется выбор методов исследования, отвечающим задачам отдельных этапов и прогнозируется потенциальный эффект от реализации новых знаний. Второй - эмпирический этап - заключается в получении и обработке исходных данных, накоплении фактологической информации об объектах исследования, систематизации новых знаний и исследовании взаимосвязей. Этап моделирования включает постановку задач, создание и апробацию выбранных моделей с последующим переносом знания с модели на объект. На конструктивном этапе технологии определяются формы практической применения инновационной технологии, вырабатываются прогнозная гипотеза, принципы управления эколого-гигиенической ситуацией и санитарно-гигиенические меры, направленные на оптимизацию качества среды обитания и улучшение состояния здоровья детского населения.

Для достижения цели исследования, природно-технические системы, формирующиеся в период деиндустриализации горнопромышленных районов, рассматривались как развивающиеся, сложные, открытого типа, состоящие из взаимосвязанных подсистем – источника эмиссий, атмохимических аномалий и экспонируемых групп населения. Для получения информации, характеризующей состояние указанных подсистем, применялись аналитический и прогнозный типы исследований. В частности, параметры источника эмиссий исследовали с помощью методов газовой съёмки объектов размещения сульфидсодержащих отходов и натурального моделирования эмиссии соединений серы. Характеристика атмохимических аномалий включала изучение влияния природных факторов

(климатических, воздушных, рельеф местности) на процессы поступления и рассеивания в атмосферном воздухе смесей соединений серы. Информация о фактическом загрязнении приземного слоя атмосферы, получаемая в ходе подфакельных наблюдений, интегрировалась с прогнозной информацией о трендах распределения приоритетных загрязнителей и опасности их комбинированного воздействия на население. Информация об экспонируемых группах населения интегрировала данные обращаемости детей за медицинской помощью и их медицинских осмотров, моделирования пространственных и временных закономерностей изменения уровней истощенной заболеваемости и экспериментальных исследований по изучению характера изолированного и комбинированного действия основных поллютантов. Это создает возможности для эффективной реализации экологических программ и пакетов медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения.

Заключение

Таким образом, на основе применения совокупности технологий, обладающей системными свойствами, применительно к современным условиям горнопромышленных районов, значительная часть из которых пребывает в стадии деиндустриализации, сформирован информационный пакет, создающий возможности для эффективного управления эколого-гигиенической ситуацией и устранения аэрогенных рисков для здоровья населения. В ходе исследования получены научно обоснованные представления о выведенных из эксплуатации объектах размещения сульфидсодержащих отходов как источниках загрязнения атмосферы двухкомпонентными смесями ДМСО и ДМС, трёхкомпонентными смесями ДМСО, ДМС и CS₂, создающих аэрогенные риски для здоровья населения. Апробирован методологический прием исследования на основе системного подхода, позволяющий осуществить эколого-гигиеническую оценку и прогноз выведенных из эксплуатации сульфидсодержащих хвостохранилищ. Построены локальные тренды распределения в приземном слое атмосферы концентраций приоритетных загрязнителей и их смесей, создающих опасность комбинированного токсического воздействия на население, проживающее в ореолах загрязнения. Экспериментально определён характер комбинированного воздействия выделенных двух- и трёхкомпонентных смесей ДМСО, ДМС и CS₂.

Получены и систематизированы новые знания об уровне, характере и структуре заболеваемости детей различных возрастных групп, выделены болезни риска и группы риска. Результаты настоящего исследования целесообразно учитывать при планировании и реализации мероприятий, направленные на оптимизацию среды обитания и здоровья детского населения в горнопромышленных районах.

К наиболее важным из них относятся углубленные медицинские осмотры детского населения и минимизация вредного воздействия смесей соединений серы на организм. Для оптимизации качества атмосферного воздуха необходимо внедрение комплекса технических мероприятий, направленных на ограничение атмосферной миграции соединений серы из объектов размещения отходов пере-

работки сульфидных руд. К ним относится качественная консервация или рекультивация и прилегающих загрязненных территорий, использование современных технологий нейтрализации накопленных отходов и доизвлечения полезных компонентов. Строгое соблюдение режима санитарно-защитных зон, мониторинг концентраций приоритетных двух- и трёхкомпонентных смесей ДМСО, ДМС и CS_2 в атмосферном воздухе с целью контроля и проведения работ по оценке риска для здоровья населения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Новикова И.И., Огудов А.С., Семёнова Е.В., Чуенко Н.Ф., Бессонова М.В. Моделирование последствий воздействия объектов размещения отходов переработки сульфидных руд на окружающую среду и здоровье населения // Самарский научный вестник. 2023. Т.12, No3. С.98-104.
2. Ферсман А.Е. Геохимия, т. II. - Л.: ОНТИ, химико-теоретическое изд-во. 1934. 232 с.
3. Огудов А.С. Гигиеническая оценка состояния окружающей среды и здоровья детского населения в районах размещения предприятий по добыче и обогащению полиметаллических руд : автореф. дис. ... канд. мед. наук. Москва, 1991. - 25 с.
4. Зенкевич М. Ю., Прокофьев В. Е., Янович К. В. Управляемая природно-техническая система как основа альтернативной стратегии охраны окружающей среды. Актуальные проблемы военно-научных исследований. 2021; 2: 131-139.
5. Суздалева А.Л. Управляемые природно-технические системы энергетических и иных объектов как основа обеспечения техногенной безопасности и охраны окружающей среды. - М.: «ИД ЭНЕРГИЯ», 2015. - 160 с.
6. Bortnikova S., Yurkevich N., Devyatova A., Saeva O., Shuvaeva O., Makas A., Troshkov M., Abrosimova N., Kirillov M., Korneeva T., Kremleva T., Fefilov N., Shigabaeva G. Mechanisms of low-temperature vapor-gas streams formation from sulfide mine waste // Science of the Total Environment. – 2019. – Т. 647. – С. 411-419.
7. Bortnikova S., Abrosimova N., Yurkevich N., Zvereva V., Devyatova A., Gaskova O., Saeva O., Korneeva T., Shuvaeva O., PalChik N., Chernukhin V., Reutsky A. Gas transfer of metals during the destruction of efflorescent sulfates from the belovo plant sulfide slag, russia // Minerals. – 2019. – Т. 9. – № 6.
8. Nordstrom D. K. 11 Special Publications 10, Soil Science Society of America. Madison, WI, 1982. P. 37-56.
9. Огудов А.С., Новикова И.И., Чуенко Н.Ф., Козырева Ф.У., Бокарева Н.А. Гигиеническая оценка атмосферной миграции серы, содержащейся в отходах переработки руд цветных и благородных металлов // Медицина труда и промышленная экология. – 2024. – Т. 64. - № 5. – С. 347-352.
10. Огудов А.С., Новикова И.И., Семенова Е.В. Гигиеническое изучение и прогноз загрязнения атмосферного воздуха соединениями серы в районах размещения сульфидсодержащих хвостохранилищ // Санитарный врач. – 2023. - №12. – С. 806-816.
11. Вредные вещества в промышленности. Справочник для химиков, инженеров и врачей. Изд. 7-е, пер. и доп. В трех томах. Том III. Неорганические и элементоорганические соединения. Под ред. Н.В. Лазарева., И.Д. Гадаскиной. Л.: Химия, 1977. 608 с.
12. Токсикология сераорганических соединений [Текст] : [сборник статей] / Башкирский гос. ун-т, Ин-т органич. химии, Науч. совет по проблеме "Химия и технология сераорганич. соединений" ; [ред. коллегия: д-р мед. наук Г. А. Михайлец (отв. ред.) и др.]. - Уфа : [б. и.], 1964. - 80 с.

13. Нехорошев А.С., Захаров А. П., Дуннен А. А. и др. Разработка методов оценки риска влияния органических соединений серы на здоровье работников нефтеперерабатывающего комплекса // Профилактическая и клиническая медицина. - 2012.- № 1 (42). - С. 90-93.
14. Бейм А.М., Кондратьева И.А., Стом Д.И. Токсикологическая оценка серосодержащих соединений в многокомпонентных смесях // XIV научная сессия по химии и технологии органических соединений серы и сернистых нефтей. - Рига : Изд-во «Зинатне». - 1976. - С. 106-107.
15. Барияк И.Р., Лесюк В.С. К вопросу о влиянии диметилсульфоксида (ДМСО) на эмбриональное развитие // Фармакология и токсикология. – 1972. - №7. – С. 192-193.
16. Нехорошев А.С., Захаров А.П., Дуннен А. А., Скворцова Е.А. Проблемы профилактической токсикологии многокомпонентной полифазной смеси сероорганических соединений при малотоннажной переработке нефти // Медицина труда и экология человека. – 2015. - № 3. – С. 286-291.
17. Руководство по комплексной профилактике экологически обусловленных заболеваний на основе оценки риска. - М.: 2017. - 68 с.
18. Филиппов Е.С., Киклевич В.Т., Савилов Е.Д. Детские болезни и экология: Клинико-эпидемиологические исследования в Восточно-Сибирском регионе. – Новосибирск: Наука, 2001. – 192 с.
19. Буштуева К.А., Случанко И.С. Методы и критерии оценки состояния здоровья населения в связи с загрязнением окружающей среды. - Москва: Медицина, 1979. – 160 с.
20. Боев В.М., Боев М.В., Тулина Л.М., Неплохов А.А. Детерминированные экологические факторы риска для здоровья населения моногородов // Анализ риска здоровью. – 2013. - № 2. – С. 39-44.
21. Гичев Ю.П. Экологическая обусловленность основных заболеваний и сокращения продолжительности жизни. – Новосибирск. - 2000. – 90 с.

© А. С. Огудов, М. А. Креймер, Е. И. Баранова, 2025

М. И. Сиروتин¹✉, И. А. Гиниятов¹

Обзор современных автоматизированных систем мониторинга городской среды

¹Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: sirotina-02@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена исследованию современных автоматизированных систем мониторинга городской среды, обеспечивающих комплексный контроль состояния окружающей среды, инфраструктуры и безопасности городов. Рассматриваются преимущества цифровых технологий, позволяющих оперативно получать данные о качестве атмосферного воздуха, почвы, водных объектов, радиационной обстановке. Особое внимание уделяется системам экологического мониторинга научно-производственной фирмы «ДИЭМ» и системе типа «Янтарь-Ж». Подчеркивается важность продолжения исследований и распространения автоматизированных систем мониторинга в контексте стратегии «умный город».

Ключевые слова: Мониторинг городской среды, автоматизированные системы мониторинга

M. I. Sirotina¹✉, I. A. Giniyatov¹

Overview of modern automated systems for monitoring the urban environment

¹Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: sirotina-02@mail.ru

Abstract. The article is devoted to the study of modern automated systems for monitoring the urban environment, which provide comprehensive control of the state of the environment, infrastructure and safety of cities. The advantages of digital technologies that allow you to quickly obtain data on the quality of atmospheric air, soil, water bodies, and radiation situation are considered. Particular attention is paid to the environmental monitoring systems of the research and production company "DIEM" and the system of the "Yantar-Zh" type. The importance of continuing research and dissemination of automated monitoring systems in the context of the "smart city" strategy is emphasized.

Keywords: Monitoring of the urban environment, automated monitoring systems

Введение

В современном мире перед людьми стоит основная и главная задача – поддержание гармоничного и устойчивого развития окружающей среды, это отмечено в Стокгольмской конференции 1972 года. Она объединяет три ключевых принципа: экологическую устойчивость, социальную справедливость и экономическую эффективность. Немало важным является устойчивое развитие урбанизированных территорий. Об этом говорится в Градостроительном кодексе РФ от 29.12.2004 № 190-ФЗ.

Согласно формулировке из Градостроительного кодекса РФ, устойчивое развитие территорий – это обеспечение при осуществлении градостроительной деятельности безопасности и благоприятных условий жизнедеятельности человека,

ограничение негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и обеспечение охраны и рационального использования природных ресурсов в интересах настоящего и будущего поколений.

Для того чтобы отслеживать изменения в окружающей среде и поддерживать ее гармоничное развитие, необходимо проводить экологический мониторинг природных сред. Источником информации служат различные данные о состоянии атмосферного воздуха, воды, почвы и др. Эта информация может предоставляться автоматизированными системами мониторинга городской среды.

В данной статье рассмотрены современные автоматизированные системы мониторинга городской среды и их практическое применение.

Современные системы мониторинга на сегодняшний день являются наиболее доступными и эффективными средствами контроля и управления качеством городской среды [1]. Целями создания и развития систем экологического мониторинга являются оценка текущего состояния окружающей среды, прогнозирование возможных изменений, возникающих вследствие человеческой деятельности или естественных процессов, предупреждение неблагоприятных последствий для здоровья населения и экономики и разработка эффективных методов защиты населения и окружающей среды [3].

В настоящее время, в уже сложившейся экологической обстановке, большую популярность получили автоматизированные системы экологического мониторинга (АСЭМ) – это комплекс технических и программных средств, предназначенный для контроля за состоянием окружающей среды [2]. В состав таких систем входят: стационарные посты контроля, передвижные экологические лаборатории, автоматизированные системы контроля организованных промышленных выбросов, системы мониторинга качества воды и другие системы.

Автоматизированные системы мониторинга способны анализировать состояние атмосферного воздуха, воды в водных объектах и почвенного покрова.

На основе анализа структуры уже существующих автоматизированных систем экологического мониторинга городов России, была разработана система экологического мониторинга природной среды промышленного города (рис.1) [1].

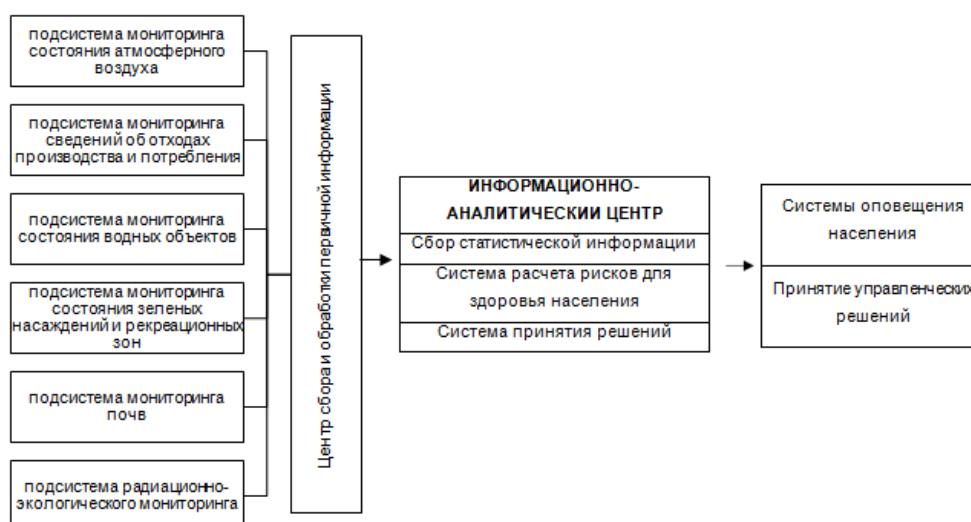


Рис. 1. Схема экологического мониторинга природной среды промышленного города

Далее в статье будут рассматриваться автоматизированные системы экологического мониторинга ЗАО «НПФ «ДИЭМ».

Для экологического мониторинга используются автоматизированные стационарные посты атмосферного воздуха [2]. Они предназначены для непрерывного автоматического контроля состояния атмосферного воздуха и выявления в нем вредных веществ взвешенных частиц (пыли), метеорологических показателей и радиационного фона. В состав каждого такого поста входят: газоаналитический и метеорологический комплекс, система сбора и обработки информации, система передачи данных и комплекс жизнеобеспечения. Пример стационарного поста показан на (рис. 2.).



Рис. 2. Стационарный экологический пост

Газоаналитический комплекс, установленный внутри поста, позволяет измерять с высокой точностью содержание в атмосферном воздухе следующих вредных веществ: NO , NO_2 , NO_x (оксиды азота), NH_3 (аммиак), SCH , NCH , CH_4 (углеводороды), CO (оксид углерода), SO_2 (диоксид серы), H_2S (сероводород), O_3 (озон), CO_2 (диоксид углерода), взвешенные частицы (пыль). Такие стационарные посты оснащены всем необходимым оборудованием и работают круглосуточно [2].

К очевидным преимуществам современных автоматизированных систем мониторинга атмосферного воздуха стоит отнести то, что они могут получать оперативные данные о залповых выбросах и идентифицировать их источник, а ведь традиционным системам для этого требуется несколько дней [3].

Далее рассмотрим работу стационарной автоматизированной станции мониторинга качества воды показано на (рис. 3) [2].



Рис. 3. Автоматизированная станция качества воды

Станция качества воды предназначена для непрерывного контроля физико-химических параметров воды, содержания общего органического углерода и химического потребления кислорода, а также содержания ионов металлов, нитритов, аммония и других химических веществ. Кроме содержания химических веществ, на станции еще определяются физические параметры воды (электропроводность, температура и др.) [2].

Помимо автоматизированных станций, у научно-производственной фирмы «ДИЭМ», имеются передвижные экологические лаборатории для контроля состояния атмосферного воздуха, воды и почвы.

Передвижная экологическая лаборатория (ПЭЛ) представляет собой мобильную аналитическую лабораторию, которая предоставляет возможность проведения автономной работы в необходимой точке местности [2].

В состав такой лаборатории входит:

- автомобиль-носитель;
- средства жизнеобеспечения;
- газоаналитический комплекс;
- метеорологический комплекс;
- система сбора, анализа и передачи данных;
- средства для экспресс-анализа воды и почвы;
- средства отбора проб воздуха, воды, донных отложений и почвы.

Пример такой лаборатории показан на (рис. 4).



Рис. 4. Передвижная экологическая лаборатория

Для мониторинга радиационной обстановки на территории Российской Федерации используется Единая государственная автоматизированная система мониторинга радиационной обстановки (ЕГАСМРО). Целью осуществления такого мониторинга является своевременное выявление изменения радиационной обстановки, оценка, прогнозирование и предупреждение возможных негативных последствий для населения и окружающей среды [5]. В список задач, решаемых системой, входят:

- измерение параметров радиоактивного загрязнения окружающей среды;
- определение динамики изменения радиационной обстановки, оперативное выявление фактов ее ухудшения;
- идентификация источников ухудшения радиационной обстановки с установлением его характера и масштабов;
- выработка рекомендаций по снижению опасных воздействий и преодолению последствий аварии;
- подготовка и незамедлительное представление уполномоченным органам информации о состоянии радиационной обстановки на территории Российской Федерации и в отдельных ее регионах [5].

Далее рассмотрим систему автоматизированного контроля типа «Янтарь-Ж», предназначенную для автоматического обнаружения источников гамма- и нейтронного излучения, перемещаемых через зону контроля на железнодорожных пунктах пропуска.

«Янтарь-Ж» – стационарная система обнаружения делящихся и радиоактивных материалов в железнодорожном транспорте. Мониторы системы оснащены гамма- и нейтронными каналами регистрации и устанавливаются вдоль железнодорожных полотен. Радиационные мониторы оснащены звуковой сигнализацией, а размещенные внутри свинцовые экраны для гамма-детекторов позволяют повысить эффективность обнаружения источников гамма-излучения [6].

Радиационные мониторы обеспечивают передачу данных на пульт управления или на персональный компьютер, с установленным специальным программным обеспечением. Система «Янтарь-Ж» показана на рис. 5.



Рис. 5 – Система «Янтарь-Ж»

Заключение

Подводя итог, хочется отметить, что автоматизированные системы мониторинга играют важную роль в современном мире благодаря своей способности обеспечивать оперативное получение актуальной информации о различных процессах и явлениях, происходящих в городской среде.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абрамова А. Г., Плуготаренко Н. К., Петров В. В., Маркина А. В. Системный подход к разработке концепции экологического мониторинга промышленных городов // Инженерный вестник Дона. – 2012. – Т. 23. – №. 4-2. – С.1.
2. Научно-производственная фирма «ДИЭМ» : [сайт]. URL: <http://diem.ru/services/> (Дата обращения: 08.05.2025)
3. Цыбина А. В., Дьяков М. С., Вайсман Я. И. Опыт создания современных автоматизированных систем мониторинга атмосферного воздуха на территории промышленно развитых городов России // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. – 2015. – №. 1. – С.65-89.
4. «Градостроительный кодекс Российской Федерации» от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 26.12.2024) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2025)
5. Единая государственная автоматизированная система мониторинга радиационной обстановки на территории Российской Федерации : [сайт]. URL: <https://egasmro.ru/ru/> (Дата обращения: 08.05.2025)
6. АО «НПЦ «АСПЕКТ» : [сайт]. URL: <https://www.aspect-dubna.ru/product/yantar-zh/> (Дата обращения: 08.05.2025)

© М. И. Сиротина, И. А. Гиниятов, 2025

С. Р. Овсянникова^{1✉}, Л. Ю. Анопоченко²

Влияние ТЭЦ на урбанизированные территории

¹ПАО «Магаданэнерго» Магаданская ТЭЦ,
г. Магадан, Российская Федерация

²Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: sonyaovsyannikova2003@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается влияние Магаданской ТЭЦ на урбанизированные территории. Расположенная в удаленном городе с суровыми климатическими условиями Крайнего Севера, станция играет ключевую роль в обеспечении комфортной жизнедеятельности города, являясь единственным централизованным источником тепла и электроэнергии. Работа Магаданской теплоэлектроцентрали (МТЭЦ) оказывает негативное влияние на компоненты окружающей среды, заключающееся в загрязнении воздушного бассейна, водных объектов, а также обращении с отходами производства и потребления. Цель исследования: проанализировать воздействие ТЭЦ на город Магадан и разработать рекомендации по снижению антропогенной нагрузки. Для написания статьи были проанализированы и изучены нормативно-правовые акты, документация предприятия, научная литература по теме. Сделан вывод о необходимости внедрения дополнительных природоохранных мер, которые могут обеспечить более комфортные и безопасные условия жизни в городе.

Ключевые слова: Теплоэлектроцентрали (ТЭЦ), негативное воздействие, городская среда, атмосферный воздух, водные объекты, отходы производства и потребления

S. R. Ovsyannikova^{1✉}, L. Yu. Anopchenko²

The impact of thermal power plants on urbanized areas

¹PAO Magadanenergo Magadan Thermal Power Plant, Magadan, Russian Federation

²Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: sonyaovsyannikova2003@gmail.com

Abstract. The article examines the impact of the Magadan CHPP on urbanized areas. Located in a remote city with harsh climatic conditions in the Far North, the station plays a key role in ensuring a comfortable life in the city, being the only centralized source of heat and electricity. The operation of the Magadan Thermal Power Plant (MTPP) has a negative impact on environmental components, consisting in pollution of the air basin, water bodies, as well as waste management of production and consumption. The purpose of the study: to analyze the impact of thermal power plants on the city of Magadan and develop recommendations for reducing anthropogenic pressure. To write the article, regulatory legal acts, company documentation, and scientific literature on the topic were analyzed and studied. It is concluded that it is necessary to introduce additional environmental protection measures that can provide more comfortable and safe living conditions in the city.

Keywords: Thermal power plants, negative impact, urban environment, atmospheric air, water bodies, production and consumption waste

Принцип работы ТЭЦ заключается в преобразовании тепловой энергии, которая образуется при сжигании различных видов органического топлива, таких как каменный уголь, мазут, природный газ, сланец. Основной функцией ТЭЦ является обеспечение города электроэнергией, а также горячим водоснабжением и отоплением.

Город Магадан расположен на побережье Охотского моря в зоне вечной мерзлоты, между двух бухт – Нагаева и Гертнера. Климатические особенности территории, где расположен город Магадан, формируют суровые условия, которые типичны для районов Крайнего Севера. В связи с этим отопительный сезон длится до девяти месяцев, что примерно вдвое превышает продолжительность календарной зимы [1].

Рассматриваемая Магаданская теплоэлектроцентраль (МТЭЦ) осуществляет комбинированное производство электроэнергии и тепла. Ее конструктивная особенность заключается в разделении на паротурбинную, дизельную части, водогрейную котельную и электрокотельную.

Основные технические характеристики МТЭЦ: 96 МВт - установленная электрическая мощность, из которых 21 МВт обеспечивается дизельной электростанцией (ДЭС); 495 Гкал/ч - тепловая мощность; каменный уголь Кузнецкого угольного бассейна - проектное топливо, использующееся на ТЭЦ [2, 3].

ДЭС выполняет роль в качестве резервного источника энергоснабжения и не эксплуатируются на постоянной основе.

Бесперебойная работа станции имеет большое значение в поддержании жизнедеятельности областного центра, являясь единственным централизованным источником тепла и электроэнергии.

Одновременно с этим любой промышленный объект оказывает негативное воздействие на качество компонентов окружающей среды, заключающееся в загрязнении воздушного бассейна, водных объектов, обращении с отходами производства и потребления [4].

МТЭЦ относится ко второй категории объектов, оказывающий негативное воздействие (ОНВ) на окружающую среду [4].

Объект ОНВ располагается на четырех промышленных площадках: на площадке № 1 «Магаданская ТЭЦ», на площадке № 2 «Золошлакоотвал №1», на площадке № 3 «Золошлакоотвал № 2», а также на площадке № 4 «Дизельная электростанция» [3].

В результате работы МТЭЦ в атмосферу города от стационарных и передвижных источников выделяются различные загрязняющие вещества, среди которых оксиды азота (NO_x), оксид углерода (CO), диоксид серы (SO_2), а также взвешенные частицы – зола и пыль и т.д. [5].

К примеру, диоксид серы (SO_2) является одним из высокотоксичных загрязняющих веществ. Этот компонент активно участвует в ряде химических реакций в атмосфере с другими загрязняющими веществами, в результате чего образуется SO_3 , серная кислота и сульфаты.

Повышенные концентрации SO_2 наносят негативное влияние как на городскую среду, так и на здоровье населения [6].

При длительном воздействии высоких концентраций диоксид серы способен вызывать повреждения растительного покрова. При вдыхании SO_2 может спровоцировать развитие хронических заболеваний органов дыхания у жителей города. Помимо этого, способствует формированию кислотных дождей, что приводит к закислению водных объектов и почв [7].

На станции используются установки очистки дымовых газов, с помощью которых происходит снижение объема выбрасываемых загрязняющих веществ. Основным мероприятием, направленным на снижение выбросов, является поддержание паспортных характеристик работы золоулавливающих установок. Эффективность функционирования данных установок, а также контроль за выбросами загрязняющих веществ осуществляется специализированными организациями, имеющие аккредитованные лаборатории.

Теплоэлектроцентрали используют водные ресурсы, в первую очередь, для охлаждения различных аппаратов, компенсация потерь пара и воды, обмывка поверхностей нагрева котла, удаление золы и шлака. После циркуляции в технологическом цикле уже нагретые и загрязненные воды сбрасываются в водоемы, загрязняя и оказывая на них тепловое воздействие [1].

Магаданская ТЭЦ также воздействует на водные объекты региона посредством сброса промышленных сточных вод, содержащих загрязняющие вещества, включая нефтепродукты.

Площадка Магаданской ТЭЦ размещена на северо-западной окраине города Магадана и приурочена к долинам рек Каменушка и Магаданка, использующихся для водопользования ТЭЦ.

Река Магаданка, протяженностью около 29 км, протекает через территорию города и впадает в бухту Гертнера Охотского моря. Данный водоток относится к высшей категории рыбохозяйственного значения. Из технического водохранилища, расположенном на реке, производится забор водных ресурсов для технического водоснабжения Магаданской ТЭЦ, а также непосредственно в реку осуществляется сброс нормативно-чистых сточных вод [3].

Техническое водохранилище – осуществляется забор поверхностных вод, которые далее используются для охлаждения механизмов вспомогательного оборудования котлотурбинного цеха (КТЦ), дизельной электростанции (ДЭС), а также для подпитки системы гидрозолоудаления.

Река Каменушка относится к водотокам первой категории рыбохозяйственного значения, в которую осуществляется сброс производственных сточных вод [3].

Водопотребление и водоотведение на территории Магаданской ТЭЦ осуществляется на основании договоров водопользования и решений о предоставлении водного объекта в пользование в соответствии с требованиями Водного кодекса РФ.

На предприятии функционируют очистные сооружения, включая нефтеловушки. За их состоянием и эффективностью работы ведётся контроль ведомственными аттестованными лабораториями электростанции. Контроль за каче-

ством сточных и природных вод проводится в соответствии с установленным графиком, согласованным органами государственного надзора.

Несмотря на наличие систем очистки и соответствующей документации, остаются риски, которые способны повлиять на качество водных ресурсов в пределах городской черты.

Кроме того, работа теплоэлектростанций связана с образованием значительного числа отходов, относящихся к различным классам опасности. Существенную часть образованных отходов составляют золошлаковые (ЗШО), оказывающие пагубное воздействие в районах расположения золошлакоотвалов [4].

Магадан характеризуется удаленностью от промышленных центров, сложной логистикой для транспортирования многих видов отходов, зависящей от климатических условий, и отсутствием развитой перерабатывающей инфраструктуры. В результате чего значительное количество накапливаемых отходов представляют собой угрозу для региона.

В процессе деятельности всех производственно-хозяйственных объектов Магаданской ТЭЦ образуется большое количество отходов производства и потребления. Это связано с процессом сжигания различного вида топлива (жидкого или твердого), проведением технического обслуживания, ремонтных работ и эксплуатацией оборудования, использованием изоляционных материалов, герметиков, нефтеловушек. К этому добавляется эксплуатация автотранспорта и специализированной техники, а также обслуживание систем освещения, включая люминесцентные лампы [9].

Предприятие осуществляет только накопление отходов на срок не более чем 11 месяцев. После этого отходы передаются по заключённым договорам специализированным организациям, имеющим соответствующие лицензии, для последующей обработки, утилизации, обезвреживания или размещения, за исключением ЗШО, обращение с которыми предприятие осуществляет самостоятельно.

Для размещения золошлаковых отходов Магаданская ТЭЦ имеет две основные специализированные площадки, официально включёнными в государственный реестр объектов размещения отходов. Назначение объектов размещения отходов – захоронение отхода «золошлаковая смесь от сжигания углей практически неопасная» [3].

В ходе производственной деятельности Магаданской ТЭЦ образуется около 40000 (39071,966) тонн отходов, включая ЗШО.

Для минимизации пылеобразования золошлаковых отходов на территории их размещения, разработка на ЗШО-1, а также последующая транспортировка и укладка на ЗШО-2 проводятся в холодный период года (ноябрь - апрель), когда золошлаковые отходы находятся в замёрзшем состоянии [10].

В тёплое время года, при необходимости, также осуществляются специальные мероприятия, предусмотренные для эффективного снижения пыли [11].

Территории золошлакоотвалов ежегодно подвергаются мониторингу, с целью предотвращения загрязнения почв. Контроль содержания тяжёлых металлов в почве осуществляется один раз в 3 года [11]. Помимо этого, инженер по охране окружающей среды проводит плановые осмотры территории золошлакоотвалов

для выявления возможных несанкционированных свалок и принятия необходимых мер по их устранению.

При соблюдении действующих требований в области охраны окружающей среды, тем не менее деятельность организации оказывает негативное воздействие на окружающую среду в пределах города.

Для снижения техногенной нагрузки на городскую экосистему, необходимо рассматривать и внедрять дополнительные природоохранные меры, которые способствуют формированию более комфортных и безопасных условий жизни в городе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Доклад «Об экологической ситуации в магаданской области в 2023 году» / [Электронный ресурс] // [magoblduma.ru](https://magoblduma.ru/common/upload/23/editor/file/Gos_doklad_zh_2023_final_versiya.pdf): [сайт]. — URL: https://magoblduma.ru/common/upload/23/editor/file/Gos_doklad_zh_2023_final_versiya.pdf (дата обращения: 21.04.2025).
2. Магаданская ТЭЦ / [Электронный ресурс] // [magadanenergo.ru](https://www.magadanenergo.ru/company/structure/tets/): [сайт]. — URL: <https://www.magadanenergo.ru/company/structure/tets/> (дата обращения: 21.04.2025).
3. Отчет об экологическом аудите филиала ПАО «Магаданэнерго» «Магаданская ТЭЦ» ООО «ЭКОПРОМСИСТЕМЫ». – Москва, 2008 г. – Текст : непосредственный.
4. Российская Федерация. Законы. Об охране окружающей среды. Федеральный закон № 7-ФЗ : [принят Государственной Думой 20 декабря 2001 года: одобрен Советом Федерации 26 декабря 2001 года: ред. от 25.12.2022]. – Электронная справочно-правовая система Консультант-Плюс. – Текст: электронный. URL: <https://www.consultant.ru/?ysclid=lt5mt51ot0302753320> (дата обращения: 15.02.2024) – Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Кесарецких К.С., Горлов П.В., Бельская Е.Н. Состав выбросов теплоэнергетики и их влияние на здоровье населения // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2021. №. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sostav-vybrosov-teploenergetiki-i-ih-vliyanie-na-zdorovie-naseleniya> (дата обращения: 22.04.2025).
6. Зубов, Е. В. Антропогенное воздействие ТЭЦ на окружающую среду / Е. В. Зубов // Россия молодая : Сборник материалов XIV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Кемерово, 19–21 апреля 2022 года / Редколлегия: К.С. Костиков (отв. ред.) [и др.]. – Кемерово: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2022. – С. 73404.1-73404.5.
7. Акимов В.С. Диоксид серы и основные источники загрязнения атмосферы диоксидом серы // Научный журнал. 2017. №6-1 (19). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/dioksid-sery-i-osnovnye-istochniki-zagryazneniya-atmosfery-dioksidom-sery> (дата обращения: 22.04.2025).
8. Сексенбаева, К. Г. Оценка и особенности воздействия на окружающую среду отходов производства ТЭЦ-4 / К.Г. Сексенбаева, И.А. Троценко // Экологический Вестник Северного Кавказа. – 2014. – № 3. – С. 64-74. – ISSN 2308-3875. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/journal/Issue/297732> (дата обращения: 21.04.2025). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
9. Инструкция по обращению с отходами, образующиеся на «Магаданской ТЭЦ». – Магадан, 2023г. – Текст : непосредственный.
10. Программа мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды на территории золошлакоотвала №2 и в пределах его воздействия на окружающую среду. – Магадан, 2023. – Текст : непосредственный.
11. Программа мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды на территории золошлакоотвала №1 и в пределах его воздействия на окружающую среду. – Магадан, 2023. – Текст : непосредственный.
12. Арефьева, Д. А. Оценка антропогенного воздействия ТЭЦ на окружающую среду / Д. А. Арефьева // Молодежный научный вестник. – 2017. – № 10(23). – С. 56-59.

© С. Р. Овсянникова, Л. Ю. Анощенко, 2025

П. Р. Овсянникова^{1✉}, Л. Ю. Анопченко²

Экологическая обстановка города Магадан

¹Северо-восточный бассейн филиал ФГУП «Росморфлот»

Магаданское управление, Российская Федерация

²Сибирский государственный университет геосистем и технологий,

г. Новосибирск, Российская Федерация

e-mail: ovpolina12@gmail.com

Аннотация. В данной статье проведен всесторонний анализ экологического состояния города Магадана – административного центра одноименной области на Дальнем Востоке России. Исследование сосредоточено на трех ключевых аспектах: характеристике экологических проблем урбанизированной территории, анализе физико-географических условий региона и оценке современного состояния окружающей среды. Основные экологические проблемы города связаны с высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха, деградацией почвенного покрова и загрязнением водных объектов. Уникальные природно-климатические условия усугубляют экологические риски, замедляя процессы естественного самоочищения экосистем. Методика исследования включала анализ данных экологического мониторинга за 2020-2023 гг., картографические методы и сравнительный анализ с другими северными городами. Результаты демонстрируют необходимость в модернизации системы очистки выбросов ТЭЦ, внедрения современных технологий утилизации ТБО, создания системы мониторинга водных ресурсов.

Ключевые слова: экологический мониторинг, урбанизированные территории, загрязнение окружающей среды, Дальний Восток, устойчивое развитие

P. R. Ovsyannikova^{1✉}, L. Yu. Anopchenko²

Ecological situation of the city of Magadan

¹North-Eastern Basin, branch of the Federal State Unitary Enterprise "Rosmorflot",

Magadan Directorate, Russian Federation

²Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

e-mail: ovpolina12@gmail.com

Abstract. This article presents a comprehensive analysis of the environmental situation in Magadan, the administrative center of the eponymous region in the Russian Far East. The study focuses on three key aspects: characterization of environmental problems in urban areas, analysis of physiographic conditions, and assessment of the current state of the environment. The main environmental challenges include high levels of air pollution, soil degradation, and water pollution. Unique natural and climatic conditions exacerbate environmental risks by slowing natural ecosystem recovery processes. The research methodology included analysis of environmental monitoring data (2020-2023), GIS mapping, and comparative analysis with other northern cities. The results highlight the need for modernization of thermal power plant emission control systems, implementation of advanced waste recycling technologies, development of a comprehensive water resource monitoring network.

Keywords: environmental monitoring, urban areas, environmental pollution, Far East, sustainable development

Экологические проблемы городов тесно связаны с высокой концентрацией населения и производственной деятельности. Основные виды воздействия на окружающую среду в городах включают:

- Загрязнение воздуха выбросами транспорта, котельных, промышленных предприятий.
- Загрязнение водных ресурсов сточными водами и промышленными сбросами.
- Загрязнение почвы отходами производства, тяжелыми металлами, нефтепродуктами.
- Рост объемов твердых бытовых отходов (ТБО) и слабая развитость их переработки.
- Шумовое загрязнение, особенно в районах с высокой плотностью транспортных потоков.
- Снижение биоразнообразия и разрушение естественных экосистем.
- Уязвимость к климатическим изменениям [1,2].

В северных городах, таких как Магадан, экологические проблемы обостряются суровыми природными условиями, замедленным процессом самоочищения природных сред и сложной логистикой доставки технологий, которые могли бы улучшить экологическую обстановку города [1].

Магадан является административным центром Магаданской области, расположенной на Дальнем Востоке Российской Федерации. Географически город занимает юго-восточную часть области и располагается на побережье Охотского моря, приблизительно в координатах 59°34' северной широты и 150°48' восточной долготы.

Территория города характеризуется сложным горно-холмистым рельефом, который формируется системой средневысотных хребтов и сопок, непосредственно примыкающих к береговой линии Охотского моря. Доминирующая часть городской застройки и прилегающих территорий расположена на нагорных формах рельефа, что оказывает влияние на градостроительные и инженерно-геологические условия.

Климатическая зона города относится к субарктическому типу с выраженной континентальностью. Зимний период характеризуется продолжительными и морозными месяцами, со средней температурой января около -17,2 °С, тогда как летние месяцы относительно прохладные, со средней температурой июля порядка +14,3 °С. Продолжительность безморозного периода в среднем не превышает 80 дней, что ограничивает вегетационный сезон и влияет на особенности природных экосистем [3].

Основной водный артерией, протекающей через город, является река Магаданка, которая впадает в бухту Нагаева, представляющую собой часть Охотского моря. Влияние морских воздушных масс способствует формированию специфических микроклиматических условий, смягчающих температурные колебания и усиливающих влажность воздуха [4].

Почвенный покров города представлен в основном мерзлотными почвами, которые отличаются низкой степенью развития и маломощным горизонтом.

Многолетняя мерзлота оказывает значительное влияние на формирование почвенных и геоморфологических процессов, а также создает дополнительные сложности для строительства и инженерных работ.

Растительный покров региона характеризуется выраженной вертикальной поясностью, варьируясь от светлохвойной тайги в более низких и защищенных местах до кустарниковой тундры на возвышенностях и горных склонах. Такая растительная зональность отражает адаптацию флоры к суровым климатическим условиям и специфике почв.

Магадан расположен в пределах зоны распространения многолетней мерзлоты, что обуславливает ряд природных ограничений. Данное обстоятельство создает сложности при проведении строительных и природоохранных мероприятий, требующих специальных технологий и методов для предотвращения деградации мерзлотного слоя и поддержания экологической стабильности региона [5, 6].

Основными загрязняющими компонентами атмосферного воздуха в пределах города Магадана в 2023 году являются формальдегид, концентрации которого достигают до 8 крат превышения предельно допустимых концентраций (ПДК), а также фенол, марганец и бенз(а)пирен. Главными источниками этих загрязнений выступают выбросы автотранспортных средств и Магаданская теплоэлектростанция (ТЭЦ), которые в совокупности формируют значительную долю антропогенной нагрузки на атмосферу [6]. В зимний период наблюдаются метеорологические условия, способствующие явлениям атмосферного застоя, что приводит к накоплению токсичных веществ в приземном слое воздуха и увеличивает риск негативного воздействия на здоровье населения. При этом концентрации таких загрязнителей, как диоксид серы, оксиды азота углеродные соединения, в основном остаются на уровне, не превышающем 1 ПДК. Тем не менее, в отопительный сезон отмечается значительное превышение нормативных значений для формальдегида и бенз(а)пирена, что требует принятия дополнительных мер по снижению выбросов и улучшению качества атмосферного воздуха [8].

Водоснабжение города обеспечивается за счёт использования как поверхностных, так и подземных водных источников. В течение 2023 года зафиксировано снижение общего объёма водопотребления, что связано с мерами по экономии и оптимизации использования водных ресурсов. Однако сохраняется актуальная проблема недостаточной степени очистки сточных вод, что негативно отражается на состоянии водных экосистем. В частности, река Магаданка подвергается загрязнению за счёт сброса недостаточно очищенных сточных вод, что способствует процессам эвтрофикации в прибрежных зонах, снижая качество воды и угрожая биоразнообразию. В районе бухты Нагаева зарегистрированы локальные очаги загрязнения нефтепродуктами, что обусловлено как деятельностью промышленного характера, так и транспортным движением, что требует системного мониторинга и разработки мер по ликвидации источников загрязнения [7].

Основные экологические проблемы в области почвенного покрова связаны с накоплением твёрдых бытовых отходов и загрязнением почв тяжёлыми металлами. Существующий полигон твёрдых бытовых отходов (ТБО) находится в состоянии перегрузки, а уровень переработки отходов остаётся низким, что обу-

славливает рост несанкционированных свалок на периферии города. Наиболее выраженное загрязнение почв тяжёлыми металлами, такими как свинец, марганец и цинк, выявлено в зонах, прилегающих к промышленным предприятиям, что свидетельствует о необходимости внедрения более строгих норм контроля выбросов и рекультивации загрязнённых территорий [9].

Мониторинг радиационной обстановки в пределах города показывает, что уровень радиационного фона находится в пределах нормативных значений. Концентрации основных радионуклидов, таких как цезий-137 и стронций-90, существенно ниже допустимых санитарно-гигиенических норм, что свидетельствует об отсутствии значимого радиационного загрязнения. Деятельность, связанная с обращением радиоактивных веществ, находится под строгим контролем Ростехнадзора, и в 2023 году не было зарегистрировано серьёзных нарушений, способных повлиять на экологическую и радиационную безопасность региона [11].

В условиях городского ландшафта зелёные зоны подвергаются значительной деградации под влиянием процессов урбанизации, что снижает их экосистемные функции и биологическое разнообразие. Тем не менее, в пригородных районах сохраняются особо охраняемые природные территории, которые играют ключевую роль в сохранении региональных биологических ресурсов и поддержании экологического равновесия. Министерство природных ресурсов и экологии региона активно реализует программы экологического просвещения населения, а также развивает направления экотуризма, способствующие формированию экологически ответственного поведения и повышению уровня охраны окружающей среды [12].

Экологическая ситуация в городе Магадане характеризуется значительным уровнем загрязнения атмосферного воздуха, в частности, высокими концентрациями формальдегида и бенз(а)пирена. Проблема загрязнения водных ресурсов и почвы также остаётся актуальной и требует внимания. Радиационная обстановка в регионе, напротив, демонстрирует стабильные показатели.

Основными источниками загрязнения окружающей среды в Магадане являются автотранспорт, котельные установки и коммунальная инфраструктура. В связи с этим, существует необходимость в реализации комплекса мероприятий, направленных на модернизацию систем очистки сточных вод, улучшение управления отходами и снижение выбросов вредных веществ в атмосферу [10].

Таким образом, переход на более экологически чистые виды топлива для теплоэлектрических центров (ТЭЦ) и котельных. Это может включать использование природного газа, биомассы или других альтернативных источников энергии, что позволит существенно снизить уровень выбросов загрязняющих веществ. Развитие системы раздельного сбора и переработки отходов. Внедрение эффективной инфраструктуры для сортировки мусора и его последующей переработки поможет уменьшить объёмы захороняемых отходов и повысить уровень вторичной переработки материалов. Необходима реконструкция и модернизация очистных сооружений сточных вод. При этом обновление технологий очистки позволит значительно улучшить качество сбрасываемых в водоемы сточных вод, что положительно скажется на состоянии водных ресурсов. Проведение меро-

приятий по озеленению и созданию санитарно-защитных зон вокруг промышленных объектов и вдоль транспортных магистралей поможет снизить уровень загрязнения воздуха, а также улучшить микроклимат городской среды. Усиление контроля за качеством атмосферного воздуха через установку современных мониторинговых систем и регулярные проверки на наличие загрязняющих веществ. Это позволит оперативно реагировать на превышения предельно допустимых концентраций и принимать необходимые меры.

Комплексный подход к решению экологических проблем города Магадана позволит не только улучшить качество окружающей среды, но и повысить уровень жизни его жителей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бородин, С.Н. Подходы к содержанию понятия «урбанизированная территория» в современных экономических исследованиях // С.Н. Бородин // Электронный научный журнал. – 2022. – С. 20.
2. Кулешова, В. А. Проблема урбанизированных территорий Российской Федерации / В. А. Кулешова, Д. В. Готфрид, А. А. Мирошниченко // Экологические проблемы региона и пути их разрешения : Материалы XV Международной научно-практической конференции, Омск, 13–14 мая 2021 года / Под общей редакцией Е.Ю. Тюменцевой. – Омск: Омский государственный технический университет, 2021. – С. 3-5. – EDN RSCFPR.
3. Базарова В.Б., Климин М.А., Копотева Т.А. Голоценовая динамика восточноазиатского муссона в Нижнем Приамурье // География и природные ресурсы. 2018. № 3. С. 124-133.
4. ГОСТ 17.1.1.01-77. Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 21 октября 1986 г. № 3306: введен впервые: дата введения 1986-07-01. — Москва: Станартинформ 2010, 10 с. — Текст : электронный. — Электронная информационно-справочная система «Техэксперт» перт. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Доклад «Об экологической ситуации в магаданской области в 2023 году» / [Электронный ресурс] // magoblduma.ru: [сайт]. — URL:https://magoblduma.ru/common/upload/23/editor/file/Gos_doklad_zh_2023_final_versiya.pdf (дата обращения: 21.04.2025).
6. Волобуева Н.Г., Благовестная Н.Ю. Экологические проблемы Магаданской области и г. Магадана // Материалы IV всероссийской научно-практической конференции «Эколого-географические проблемы регионов России». Самара: СГСПУ, 2013. С.128-133.
7. Арефьева, Д. А. Оценка антропогенного воздействия ТЭЦ на окружающую среду / Д. А. Арефьева // Молодежный научный вестник. – 2017. – № 10(23). – С. 56-59.
8. Наумов, Ю. А. Об особенностях загрязнения атмосферного воздуха на территории Дальнего Востока России / Ю. А. Наумов // Ойкумена. Регионоведческие исследования. – 2020. – № 1(52). – С. 41-52. – DOI 10.24866/1998-6785/2020-1/41-52. – EDN VBDGFU.
9. Богуславская, Н.В. Оценка пахотных почв Магаданской области по степени загрязнения токсичными микроэлементами // Экологическая безопасность в АПК. – 2008. № 3. – С. 630.
10. Едаменко, А. С. Проблемы урбанизированных российских территорий / А. С. Едаменко // Научно-методический электронный журнал "Концепт". – 2018. – № 4. – С. 102–107. – DOI 10.24422/MCITO.2018.4.12375. – EDN UPTKLP.
11. Характеристика загрязнения окружающей среды на территории Магаданской области / [Электронный ресурс] // kugms : [сайт]. — <http://www.meteo.magadan.ru/kugms-a.htm> (дата обращения: 28.04.2025).
12. Кризис урбанизации в Магаданской области (конец 1980-х – 2010-е гг.): динамика структурных и демографических показателей/ [Электронный ресурс] // Oriental Studies: [сайт]. — <https://kigiran.elpub.ru/jour/article/view/4044> (дата обращения: 28.04.2025).

СОДЕРЖАНИЕ

1. В. А. Калюжин, А. А. Ильин, В. Е. Мизин. Профессиональное самоопределение молодежи: профессиональная проба «Топограф-геоматик»	3
2. П. В. Мучин, М. П. Мучин. Особенности аттестации работников, выполняющих полевые геодезические (кадастровые, землеустроительные) работы в условиях повышенной опасности.....	13
3. П. В. Мучин. Кафедра геодезии НИИГАиК на Чернобыльской АЭС: наука и люди.....	19
4. Н. А. Барило, Е. А. Удальцов. Санитарно-гигиеническая оценка содержания радона в воздухе подвальных и цокольных помещений г. Новосибирска.....	26
5. Н. А. Барило, А. Д. Карпов, Е. А. Удальцов. Естественные радионуклиды в верхнем слое почв промышленной и лесной зоны г. Новосибирска	33
6. И. А. Бикмаев. Средства и формы обучения радиационной, химической и биологической защите	39
7. Д. В. Васендин, Е. С. Абрамова, И. И. Козлов, А. Д. Петров. Значение мониторинга гамма-фона окружающей среды для поддержания состояния физиологического здоровья и некоторых показателей функционирования центральной нервной системы у лиц с различным психосоматическим статусом.....	43
8. С. С. Вишневская, Д. С. Раков, Е. Н. Тумашевич. Совершенствование средств индивидуальной защиты от вибрации	48
9. Д. Л. Косарева, И. В. Пирумова. Геймификация в обучении по охране труда.....	53
10. И. М. Ламков, Д. В. Панов. Управление рисками поражения электрическим током в подразделениях федеральной противопожарной службы.....	60
11. П. В. Мучин, М. П. Мучин. Информационно-коммуникационные технологии в организации производственной деятельности в аспекте обеспечения безопасности.....	66
12. С. А. Вдовин, А. Г. Барлиани. Некоторые аспекты обоснования внедрения CRM-системы в деятельность компании	74
13. О. В. Крутеева, Е. А. Зеленина, А. А. Шиян. Прогнозирование стоимости жилой недвижимости на вторичном рынке в г. Новосибирске.....	87
14. О. В. Крутеева, В. Н. Жуганова, А. С. Середович. Анализ структурных сдвигов в сфере недвижимости.....	93

15. В. А. Павленко, В. А. Малащенко. Влияние «эффекта соседства» на стоимость офисной недвижимости.....	98
16. В. А. Павленко, С. А. Вдовин, Е. О. Ушакова. Экономические инструменты в программах устойчивого развития природопользования.....	105
17. А. А. Верхотуров. Характер воздействия вулканических процессов на состояние земель и объекты недвижимости.....	114
18. В. В. Гармаш, А. В. Дубровский. Цифровое прототипирование пространственных структур: актуальность, цель и задачи.....	119
19. А. В. Дубровский. Элементы технопарка геопространственных технологий на трансграничных территориях.....	123
20. А. Л. Ильиных, А. У. Жампозов. К вопросу о рынке недвижимости города Новосибирска (на примере сегмента).....	129
21. А. Л. Ильиных, А. У. Жампозов. Сегментация рынка жилых помещений как один из этапов процесса оценки недвижимости.....	138
22. А. Л. Ильиных. К вопросу об основных тенденциях комплексного развития территорий.....	146
23. Д. В. Кубраков, Т. Н. Жигулина. Методический подход к решению проблемы расчета внешнего устаревания для объектов недвижимости, местоположение которых невозможно достоверно определить.....	156
24. Д. А. Лукьянов, Е. С. Троценко. Анализ использования земель рекреационного назначения на примере Заельцовского парка города Новосибирска.....	161
25. М. И. Стрекаловская, Н. И. Добротворская, В. В. Самсонова. Мониторинг гарей и их последствий на территории Центральной Якутии.....	165
26. Я. А. Лесных, А. В. Дубровский. Технологии геодезизма при планировании развития территорий.....	172
27. П. В. Мучин, М. П. Мучин. Топографо-геодезические аспекты в дисциплине «Основы землеустройства».....	177
28. В. А. Соколов, А. А. Злобин, О. Ю. Москвич. Стратегия развития лесного комплекса в кедровых лесах Сибири.....	183
29. О. В. Климов, С. П. Казьмин. Экологическое состояние водного объекта у санатория «Берёзка» в Красноярском крае.....	190
30. С. В. Жила, Е. А. Тюткова, И. В. Фуряев. Перспективы лесопользования в нарушенных темнохвойных насаждениях Сибири.....	195
31. К. С. Байков, А. В. Паштецкий, В. А. Крючкова. Растительные ресурсы России онлайн.....	202
32. О. Г. Бендер. Оценка продуктивности хвои горных экотипов кедра сибирского.....	209
33. С. К. Фарбер, А. А. Мартынов, Н. С. Кузьмик. Влияние внешних воздействий на лесные экосистемы Сибири.....	216
34. О. А. Савченко, Н. Ф. Чуенко, М. В. Рева, А. Ю. Луговская. Проблемы нормирования содержания диоксида углерода в окружающей среде, и его влияние на человека.....	220

35. И. Г. Фютик, О. В. Колодяжная. Мониторинг компонентов устойчивого развития на предприятиях водотранспортной отрасли	227
36. Д. А. Дмитриева, Е. М. Короткова, А. В. Дубровский. Анализ динамики системы особо охраняемых природных территорий Томской области в 2000 – 2023 гг.	235
37. Ю. И. Коваль, И. В. Васильцова, Д. Ж. Оспанова, И. И. Бочкарева. Антиоксидантная активность монокомпонентных и композиционных настоев из растительного сырья в модельном эксперименте	240
38. И. И. Крутянский, М. А. Креймер, Е. А. Майманова. Моделирование аэрозольного загрязнения атмосферного воздуха после консервации отвалов в горнорудных районах	247
39. И. И. Бочкарева. Некоторые аспекты обращения с отходами 1-2 классов опасности в регионе	254
40. Л. К. Трубина. Геопространственный подход к решению экологических проблем	259
41. Т. Ю. Дубовик, Н. В. Поломошнова, Н. И. Гузенкова, А. Д. Матюшенко. Оценка всхожести семян различных плюсовых деревьев сосны обыкновенной после длительного хранения	264
42. Д. В. Панов, И. С. Ульдин, А. Ю. Кудряшов, И. И. Бочкарева. Роль человеческого фактора в возникновении аварий и инцидентов на объектах нефтегазового комплекса: причины, последствия и меры профилактики	270
43. А. С. Огулов, М. А. Креймер, Е. И. Баранова. Комплексная оценка экологически неблагоприятных территорий в постиндустриальной фазе развития горнопромышленных районов	276
44. М. И. Сиротина, И. А. Гиниятов. Обзор современных автоматизированных систем мониторинга городской среды	284
45. С. Р. Овсянникова, Л. Ю. Анопченко. Влияние ТЭЦ на урбанизированные территории	290
46. П. Р. Овсянникова, Л. Ю. Анопченко. Экологическая обстановка города Магадан	295

CONTENTS

1. V. A. Kalyuzhin, A. A. Iliyn, V. E. Mizin. Professional self-determination of youth: professional test "Topographer-geomatik"	3
2. P. V. Muchin, M. P. Muchin. Features of certification of workers performing fieldgeodetic (cadastral, land management) Syrveysin conditions of increased danger.....	13
3. P. V. Muchin. Department of geodesy NIIGAiK at the Chernobyl nuclear power plant: science and persons	19
4. N. A. Barilo, E. A. Udaltsov. Sanitary and hygienic assessment of radon content in the air of basements and ground floors in Novosibirsk.....	26
5. N. A. Barilo, A. D. Karpov, E. A. Udaltsov. Natural radionuclides in the upper soil layer of the industrial and forest zone of Novosibirsk	33
6. I. A. Bikmaev. Means and forms education for radiation, chemical and biological protection.....	39
7. D. V. Vasendin, E. S. Abramova, I. I. Kozlov, A. D. Petrov. The importance of monitoring the gamma-background of the environment for maintaining the state of physiological health and some indicators of the functioning of the central nervous system in people with different psychosomatic status	43
8. S. S. Vishnevskaya, D. S. Rakov, E. N. Tumashevich. Improvement of personal protective equipment against vibration.....	48
9. D. L. Kosareva, I. V. Pirumova. Gamification in occupational safety training.....	53
10. I. M. Lamkov, D. V. Panov. Risk Management of electric shock in the departments of the federal fire service	60
11. P. V. Muchin, M. P. Muchin. Analysis of changes in regulatory requirements to determine the required number of labor protection specialists in an educational organization of higher education	66
12. S. A. Vdovin, A. G. Barliani. Some aspects of justification for the implementation of a CRM system in the company's activities	74
13. O. V. Kruteeva, E. A. Zelenina, A. A. Shiyan. Forecasting the cost of residential real estate in Novosibirsk	87
14. O. V. Kruteeva, V. N. Zhuganova, A. S. Seredovich. Analysis of structural shifts in the real estate sector	93
15. V. A. Pavlenko, V. A. Malashenko. The impact of the "neighborhood effect" on the value of office real estate.....	98
16. V. A. Pavlenko, S. A. Vdovin1 E. O. Ushakova. Economic instruments in sustainable nature management development programs	105
17. A. A. Verkhoturov. Analysis of the impact of volcanic processes on the condition of lands and real estate	114

18. V. V. Garmash, A. V. Dubrovsky. Digital prototyping of spatial structures: relevance, purpose and objectives	119
19. A. V. Dubrovsky. Elements of a geospatial technology technology park in cross-border territories	123
20. A. L. Ilinykh, A. U. Zhampozov. On the issue of the real estate market of the city of Novosibirsk (using the example of a segment)	129
21. A. L. Ilinykh, A. U. Zhampozov. Segmentation of the residential market as one of the stages of the real estate valuation process	138
22. A. L. Ilinykh. On the main trends in the integrated development of territories.....	146
23. D. V. Kubrakov, T. N. Zhigulina. Methodological approach to solving the problem of calculating external obsolescence for real estate objects, the location of which cannot be reliably determined	156
24. D. A. Lukyanov, E. S. Trotsenko. Analysis of the use of lands for recreational purposes using the example of Zaeltsovsky Park in Novosibirsk.....	161
25. M. I. Strekalovskaya, N. I. Dobrotvorskaya, V. V. Samsonova. Monitoring of fires and their consequences in the territory of Central Yakutia.....	165
26. Y. A. Lesnykh, A. V. Dubrovsky. Geodesign technologies in planning territorial development	172
27. P. V. Muchin, M. P. Muchin. Topographic and geodetic aspects in the discipline «Fundamentals of land management»	177
28. V. A. Sokolov, A. A. Zlobin, O. Yu. Moskvich. Forest complex development strategy for the Siberian cedar forests	183
29. O. V. Klimov, S. P. Kazmin. THE ecological state of the water body at the «Berezka» sanatorium in the Krasnoyarsk territory.....	190
30. S. V. Zhila, E. A. Tyutkova, I. V. Furyaev. Prospects for forest management in disturbed dark coniferous forests of Siberia.....	195
31. K. S. Baykov, A. V. Pashtetskiy, V. A. Kryuchkova. Plant resources of Russia online	202
32. O. G. Bender. The needle productivity evaluation of Siberian stone pine mountain ecotypes	209
33. S. K. Farber, A. A. Martynov, N. S. Kuzmik. The impact of external influences on Siberian forest ecosystems.....	216
34. O. A. Savchenko, N. F. Chuenko, M. V. Reva, A. Ur. Lugovskaya. Problems of carbon dioxide rationing in the environment and its impact on humans.....	220
35. I. G. Fyutik, O. V. Kolodyazhnaya. Monitoring of the components of sustainable development at enterprises of the water transport industry.....	227
36. D. A. Dmitrieva, E. M. Korotkova, A. V. Dubrovsky. Analysis of the dynamics of the system of specially protected natural areas of the Tomsk region in 2000–2023.....	235
37. Yu. I. Koval, I. V. Vasiltsova, D. J. Ospanova, I. I. Bochkareva. Antioxidant activity of monocomponent and composite infusions from plant raw materials in a model experiment	240

38. I. I. Krutyansky, M. A. Kramer, E. A. Maymanova. Modeling of aerosol pollution of atmospheric air after the conservation of landfills in mining areas	247
39. I. I. Bochkareva. Some aspects of waste management of hazard classes 1-2 in the region.....	254
40. L. K. Trubina. Geospatial approach to solving environmental problems.....	259
41. T. Yu. Dubovik, N. V. Polomoshnova, N. I. Guzenkova, A. D. Matyushenko. Evaluation of seed germination of various plus Scots pine trees after long-term storage.....	264
42. D. V. Panov, I. S. Uldin, A. Y. Kudryashov, I. I. Bochkareva. The role of the human factor in accidents and incidents at oil and gas facilities: causes, consequences and preventive measures	270
43. A. S. Ogudov, M. A. Kramer, E. I. Baranova. Comprehensive assessment of ecologically unfavorable territories in the post-industrial phase of mining development	276
44. M. I. Sirotina, I. A. Giniyatov. Overview of modern automated systems for monitoring the urban environment	284
45. S. R. Ovsyannikova, L. Yu. Anopchenko. The impact of thermal power plants on urbanized areas	290
46. P. R. Ovsyannikova, L. Yu. Anopchenko. Ecological situation of the city of Magadan.....	295

Научное издание

ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ

XXI Международный научный конгресс

Сборник материалов в 8 т.

Т. 3

Международная научная конференция

**«ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ СИБИРИ
И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА. ЭКОНОМИКА
ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ, ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО,
ЛЕСОУСТРОЙСТВО, УПРАВЛЕНИЕ НЕДВИЖИМОСТЬЮ»**

Материалы публикуются в авторской редакции

Компьютерная верстка *Я. А. Лесных*

Изд. лиц. ЛР № 020461 от 04.03.1997.

Подписано в печать 29.09.2025. Формат 60 × 84 1/16.

Усл. печ. л. 17,78. Тираж 34 экз. Заказ 119.

Гигиеническое заключение

№ 54.НК.05.953.П.000147.12.02. от 10.12.2002.

Редакционно-издательский отдел СГУГиТ
630108, Новосибирск, ул. Плахотного, 10.

Отпечатано в картопечатной лаборатории СГУГиТ
630108, Новосибирск, ул. Плахотного, 8.