

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

# **ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ**

XX Международный научный конгресс

Сборник материалов в 8 т.

Т. 4

Международная научная конференция

**«ДИСТАНЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ЗОНДИРОВАНИЯ  
ЗЕМЛИ И ФОТОГРАММЕТРИЯ, МОНИТОРИНГ  
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, ГЕОЭКОЛОГИЯ»**

№ 2

Новосибирск  
СГУГиТ  
2024

Ответственные за выпуск:

Доктор физико-математических наук, и.о. зав. лабораторией  
математического моделирования процессов в атмосфере  
и гидросфере ИВМиМГ СО РАН, г. Новосибирск

*Г. А. Платов*

Доктор технических наук, зав. кафедрой фотограмметрии  
и дистанционного зондирования СГУГиТ, г. Новосибирск

*А. В. Комиссаров*

С26 Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XX Международный научный конгресс, 15–17 мая 2024 г., Новосибирск : сборник материалов в 8 т. Т. 4: Международная научная конференция «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология». – Новосибирск : СГУГиТ, 2024. № 2. – 196 с. – ISSN 2618-981X. – Текст : непосредственный.

DOI 10.33764/2618-981X-2024-4-2

В сборнике опубликованы материалы XX Международного научного конгресса «Интерэкспо ГЕО-Сибирь», представленные на Международной научной конференции «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология».

Печатается по решению редакционно-издательского совета СГУГиТ

Материалы публикуются в авторской редакции

Издание может содержать сведения об иностранных агентах

*А. А. Цхай<sup>1</sup>, В. Ю. Агейков<sup>1</sup>, М. А. Романов<sup>1\*</sup>*

## **О моделировании биогенных циклов в экосистеме Телецкого озера**

<sup>1</sup> Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул, Российская Федерация  
\* e-mail: max.rom1@mail.ru

**Аннотация.** Цель работы – создание математической модели циклов биогеохимической трансформации соединений азота и фосфора, а также кислородного режима для экосистемы Телецкого озера. Осуществлен начальный этап разработки и параметризации модели в точечном приближении. Для предварительной верификации использованы данные по показателям, контролируемым Государственной наблюдательной сетью Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, на соответствие установленным значениям предельно-допустимых концентраций для водоемов рыбохозяйственного назначения. Представлены результаты модельных расчетов с использованием набора данных мониторинговых и экспедиционных наблюдений за состоянием экосистемы Телецкого озера. Результаты сценарного расчета по сформулированной модели соответствуют данным натурных наблюдений на объекте исследования по выбранным компонентам и известным внутригодовым трендам их изменчивости в экосистемах пресноводных водоемов.

**Ключевые слова:** Телецкое озеро, математическая модель, трансформация, биогеохимический цикл

*A. A. Tskhai<sup>1</sup>, V. Y. Ageikov<sup>1</sup>, M. A. Romanov<sup>1\*</sup>*

## **On modeling of biogenic cycles in the ecosystem of the Lake Teletskoye**

<sup>1</sup> Institute for Water and Environmental Problems, SB RAS, Barnaul, Russian Federation  
\* e-mail: max.rom1@mail.ru

**Abstract.** The aim of the work is to create a mathematical model of the cycles of biogeochemical transformation of nitrogen and phosphorus compounds, as well as the oxygen regime for the ecosystem of Lake Teletskoye. The initial stage of the development and parameterization of the model in the point approximation has been carried out. For preliminary verification, data on indicators controlled by the State Monitoring Network of Roskomhydromet were used for compliance with the established values of maximum permissible concentrations for fisheries reservoirs. The results of model calculations using a dataset of monitoring and expedition observations of the state of the ecosystem of Lake Teletskoye are presented. The results of the scenario calculation according to the formulated model correspond to the data of field observations at the research object for the selected components and known intra-annual trends of their variability in freshwater ecosystems.

**Keywords:** Teletskoye lake, mathematical model, transformation, biogeochemical cycle

## **Введение**

Важность использования методов имитационного моделирования для оценки состояния экосистемы Телецкого озера (ТО) - не требует доказательств. В [1] выполнен анализ существующей исходной информации для моделирования круговорота биогенных веществ в экосистеме ТО. В [2] представлена полная запись уравнений модели биогеохимической трансформации азота и фосфора, а также кислородного режима в точечном приближении. Из научных трудов по изучению физико-химических процессов в данном водоеме следует отметить недавнюю публикацию [3], где в рамках одномерного вертикального приближения реализована модифицированная модель Стритера-Фелпса. К названному типу относят модели, в которых из химических веществ, взаимодействующих с растворенным кислородом, учитывается только лабильное органическое вещество (к примеру, потери кислорода в ходе процесса нитрификации соединений азота во внимание не принимаются).

Цель проводимого исследования – создание математической модели биогеохимической трансформации соединений азота и фосфора, а также кислородного режима для вод ТО. Выполняется численное моделирование для каждого компонента круговорота биогенных веществ и растворенного кислорода. Для проведения верификации и модельных расчетов на основе мониторинговых данных Государственной наблюдательной сети Росгидромета и экспедиционных исследований ИВЭП и ИСЭЖ СО РАН использован сценарный вариант исходных данных, усредненных по месяцам. Этот вариант учитывает особенности экосистемы ТО, охарактеризованные в публикациях [4, 5, 6, 7].

## **Методы и материалы**

Для исследования состояния экосистемы ТО используется модель циклов азота и фосфора, а также кислородного режима в экосистеме ТО [2]. Для моделирования внутригодовой изменчивости компонентов экосистемы использована схема биогеохимической трансформации (рис. 1).

Здесь  $ZON$  – зоопланктонный азот;  $ZOP$  – зоопланктонный фосфор;  $FN$  – фитопланктонный азот;  $FP$  – фитопланктонный фосфор;  $NH_4$  – аммонийный азот;  $NO_2$  – нитритный азот;  $NO_3$  – нитратный азот;  $ND$  – детритный азот;  $PD$  – детритный фосфор;  $DON$  – растворенный органический азот;  $DOP$  – растворенный органический фосфор;  $DIP$  – фосфаты;  $O_2$  – растворенный кислород;  $C_{BN}$  – органический азот, участвующий в обменных процессах в донных отложениях (ДО);  $C_{BP}$  – органический фосфор, участвующий в обменных процессах в ДО;  $P_B$  – интерстициальный фосфор в поровом пространстве ДО;  $N_B$  – интерстициальный азот в поровом пространстве ДО;  $P_S$  – фосфор, сорбированный на твердой фазе ДО;  $N_S$  – азот, сорбированный на твердой фазе ДО;  $C_N$  – органический азот в пассивных формах в составе ДО;  $C_P$  – органический фосфор в пассивных формах в составе ДО.

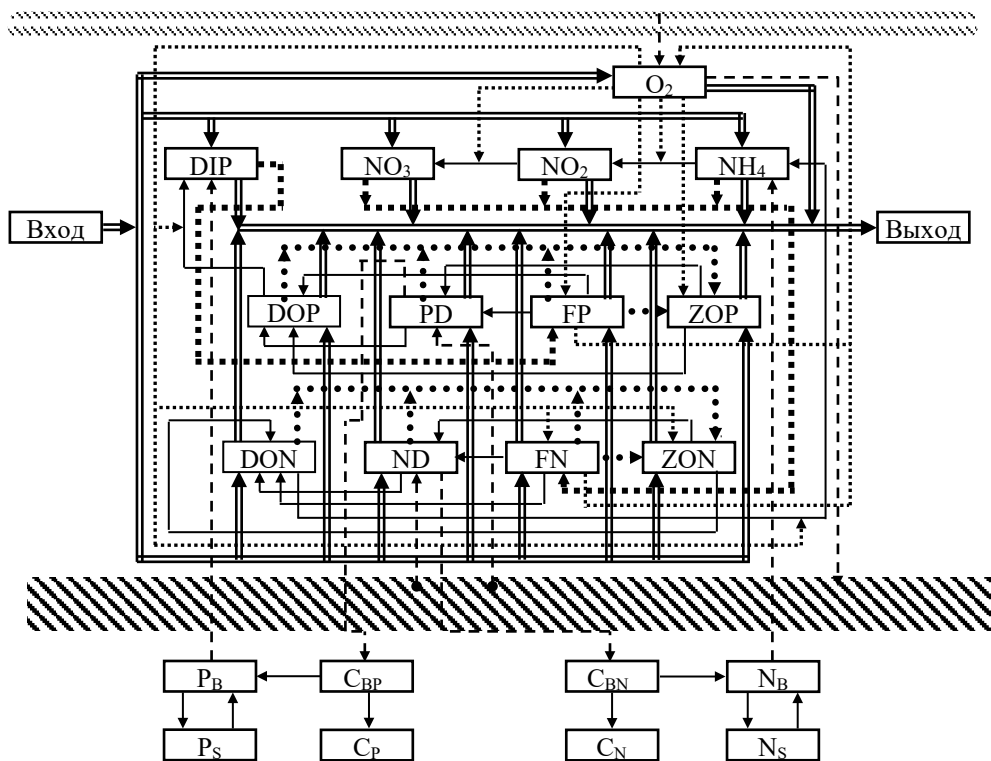


Рис. 1. Схема биогеохимической трансформации азота и фосфора, а также кислородного режима в экосистеме Телецкого озера

Уравнения модели для случая точечного (пространственно-однородного) приближения имеют следующий вид:

Для процессов в водной толще:

$$\frac{d(C_i \times W)}{dt} = W \times R_i + Q^p \times C_i^p - Q_- \times C_i + J_i \times \Omega + G_i \times L \quad (1)$$

где  $i = ZON, FN, NH_4, NO_2, NO_3, ND, DON, ZOP, FP, DIP, PD, DOP, O_2$ .

Для процессов в деятельном слое донных отложений (ДО):

$$\begin{aligned} \frac{dC_{CBN}}{dt} &= -\frac{\alpha \cdot J_{ND}}{s \cdot L_1} - k_m^N \cdot C_{CBN}; & \frac{dC_{CBP}}{dt} &= -\frac{\alpha \cdot J_{PD}}{s \cdot L_1} - k_m^P \cdot C_{CBP}; \\ s \cdot \frac{dC_{NB}}{dt} &= k_m^N \cdot s \cdot C_{CBN} - \frac{K_N \cdot (C_{NB} - C_{NH_4}) + V_f^N \cdot C_{NH_4}}{L_1} - \frac{dC_{NS}}{dt}; & (2) \\ s \cdot \frac{dC_{PB}}{dt} &= k_m^P \cdot s \cdot C_{CBP} - \frac{K_P \cdot (C_{PB} - C_{DIP}) + V_f^P \cdot C_{DIP}}{L_1} - \frac{dC_{PS}}{dt}; \\ C_{NS} &= \gamma_N \times C_{NB}; & C_{PS} &= \gamma_P \times C_{PB}. \end{aligned}$$

Здесь использованы следующие обозначения:  $t$  – время от начала года;  $W$  – объем водоема;  $R_i$  – скорость биохимической трансформации соответствующего соединения  $C_i$ ;  $Q^P$  – расход основного притока;  $C_i^P$  – концентрация компонентов в основном притоке;  $Q_-$  – расход стока из водоема (р. Бия);  $J_i$  – массовые потоки на межфазных поверхностях: «воздух - вода», «вода – донные отложения»;  $\Omega$  – площадь зеркала водохранилища;  $G_i$  – боковая нагрузка, характеризующая поступление с берегов;  $L$  – длина береговой линии водоема;  $T$  – температура воды.

Способ расчета коэффициентов модели приведен в работе [2]. В данном исследовании авторами разработан программный комплекс, реализующий сформулированную выше имитационную модель. Модельные расчеты проводили для периода с 1 января по 31 декабря для сценарных условий гидрологического года (2015-2016 гг.) по среднемноголетним данным, которые приведены в [1]. Шаг по времени равен 0,0625 сут.

Для того, чтобы подготовить файлы входных данных, была использована процедура отсева случайных реализаций по критерию  $3\sigma$  [8], а в соответствии с методикой [9] проведена оценка внутригодовой динамики концентраций растворенных и взвешенных органических соединений в исследуемом объекте.

Начальные значения переменных блоков водной толщи и ДО имитационной модели находили из условия замыкания годовой изменчивости переменных модели при расчете нескольких лет с одним и тем же сценарием входных данных. При этом стартовый набор и диапазоны изменения переменных задавали путем экспертных оценок, а для поиска их уточненных значений, как и для других эмпирических параметров модели, использовали процедуру ее калибровки по имеющимся данным мониторинговых и экспедиционных наблюдений.

Адекватность модельного описания экологических процессов оценивалась с использованием статистического критерия Тейла  $Cr$  для компонентов водной экосистемы:

$$Cr = \sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - Y_i)^2} / \left( \sqrt{\sum_{i=1}^n X_i^2} + \sqrt{\sum_{i=1}^n Y_i^2} \right) \quad (3)$$

где  $n$  – число наблюдений;  $X_i$  и  $Y_i$  – соответственно расчетные и измеренные величины содержания веществ. При полном совпадении расчетных и наблюдаемых значений  $Cr$  равен нулю, при полном несовпадении – единице [10].

### **Результаты**

Основные результаты сопоставления выполненных модельных расчетов (кривая линия) и измеренных концентраций (пунктирная линия) форм N и P в воде ТО - следующие (рис. 2).

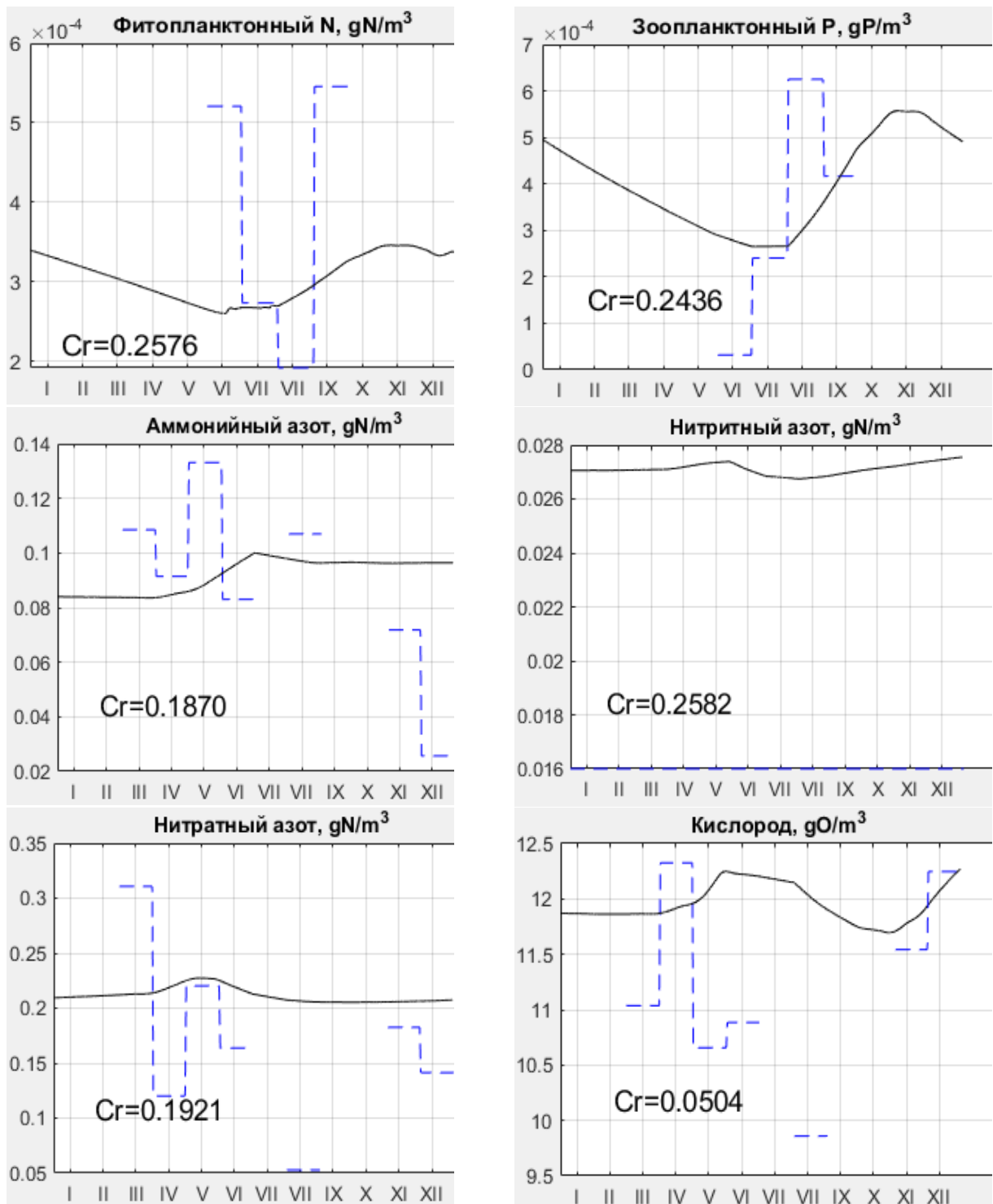


Рис. 2. Сравнение результатов предварительных модельных расчетов и данных наблюдений за изменчивостью содержания форм N и P,  $O_2$  в воде ТО

### Обсуждение

Модельные расчеты показали, что по шести выбранным для предварительной верификации имитационной модели ТО получено достаточно хорошее соответствие результатов моделирования данным наблюдений. Значения критерия Тейла для модельных переменных - менее 0.3 (рис. 2). Это позволяет предпола-

гать, что основные процессы трансформации соединений азота, фосфора и динамики растворенного в воде кислорода воспроизводятся разработанной имитационной моделью вполне корректно.

Расчетная кривая (сплошная линия) агрегированных биомасс гидробионтов выходит на максимальные значения только в сентябре-октябре по мере прогревания воды и активизации жизнедеятельности видов планктона в летний период. Весенний пик содержания водорослей, как он воспроизводится в расчете, практически отсутствует в связи с низкой температурой воды в Телецком озере в течение года вообще.

Содержание растворенного кислорода – выше, а аммонийного, нитритного и нитратного азота в воде ТО - ниже соответствующих предельно-допустимых концентраций, и, в основном, соответствует наблюдаемым внутригодовым трендам изменчивости содержания биогенных соединений в пресноводных экосистемах, связанной с сезонностью природных условий и процессов жизнедеятельности гидробионтов [11].

### ***Заключение***

В проведенных исследованиях осуществлен начальный этап создания и калибровки модели биогеохимической трансформации азота и фосфора, а также кислородного режима в точечном приближении. Результаты сценарного расчета по сформулированной модели соответствуют данным натуральных наблюдений на ТО по выбранным компонентам и известным внутригодовым трендам их изменчивости в экосистемах пресноводных водоемов.

### ***Благодарности***

Исследование выполнено в рамках государственного задания ИВЭП СО РАН (по проекту «Изучение механизмов природных и антропогенных изменений количества и качества водных ресурсов Сибири с использованием гидрологических моделей и информационных технологий»).

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Цхай А.А., Романов М.А. Об условиях протекания циклов биогенных элементов в Телецком озере: анализ данных для моделирования // Известия Алтайского отделения Русского географического общества. – 2023. – 71(4). – С. 40-60. DOI:10.24412/2410-1192-2023-17104
2. Цхай А.А., Агейков В.Ю., Романов М.А. Модель циклов трансформации биогенных элементов и динамики растворенного кислорода в Телецком озере // Известия Алтайского отделения Русского географического общества. – 2024. – 72(1). – С. 43-56. DOI: 10.24412/2410-1192-2023-17204
3. Зиновьев А.Т., Кошелев К.Б., Дьяченко А.А. Анализ результатов моделирования и натуральных данных содержания растворенного кислорода в Телецком озере // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. – 2023. – № 6. – С. 57–69. DOI: 10.35567/19994508\_2023\_6\_5
4. Селегей В.В., Селегей Т.С. Телецкое озеро. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1978. – 143 с.
5. Зуйкова Е.И. Современное состояние зоопланктонного сообщества Телецкого озера: дис. ... кандидата биол. наук. Красноярск, 1998. 124 с.
6. Митрофанова Е.Ю. Фитопланктон Телецкого озера: дис. ... кандидата биол. наук. Москва, 2000. – 200 с.



7. Шевченко Г.А. Геоэкологическое состояние акватории и прибрежной зоны Телецкого озера (Горный Алтай): дис. кандидата геолого-минерал. наук. Томск, 2010. – 149 с.
8. Брандт З. Анализ данных. Статистические и вычислительные методы для научных работников и инженеров. – М.: Мир, 2003. – 686 с.
9. Подгорный К.А. Математическая модель для изучения экосистемы Вислинского залива Балтийского моря. Часть 1. Теоретические основы и структура модели, методология подготовки исходных данных для выполнения расчетов. Калининград: Атлант НИРО, 2018. – 271 с.
10. Theil H. Applied Economic Forecasting. Amsterdam: North-Holland, 1971. – 474 p.
11. Леонов А.В., Пищальник В.М. Моделирование природных процессов в водной среде. Теоретические основы. – Южно-Сахалинск: СГУ, 2012. – 228 с.

© А. А. Цхай, В. Ю. Агейков, М. А. Романов, 2024

*А. П. Щербатюк*<sup>1\*</sup>

**Роль современных модельных природных объектов  
в определении процессов горообразования в позднем палеозое,  
в эпоху интенсивного горообразования (герцинская складчатость),  
на примере Уральских гор**

<sup>1</sup>Забайкальский государственный университет, г. Чита,  
Российская Федерация  
\* e-mail: andrey.shcherbatyuk.63@mail.ru

**Аннотация.** Характеристика основной темы: Результатом этих исследований является новая методология, предлагаемая к разработке, основанная на философском уровне исследований, а именно выдвинутой гипотезе, сравнении и анализе, объясняющая процесс возникновения Уральских гор. Проблемы объекта: Можно предположить, что на основе новой методологии использования современных модельных природных объектов, по своим характеристикам подходящим для объяснения процессов развития Земли на более ранних этапах развития, станет возможным находить им теоретическое обоснование. Основные методы: Существующие методы в исторической геологии, которые помогают устанавливать геологическую историю развития Земли это: палеонтологический, палеогеографический, стратиграфический, петрографический. Подобных исследований, предлагаемых автором, ранее не проводилось. Новый метод можно назвать – «сравнительный геоаналитический». Результаты исследований и главные выводы: Можно сказать, что предлагаемые автором новые формы проведения исследований, связанные с исторической геологией, менее затратны. Человечество силой мысли проникает в глубины космоса, глубины океана, а значит может проникать и в исторические глубины.

**Ключевые слова:** современные модельные природные объекты, сравнительный метод, процессы горообразования, Уральские горы

*A. P. Shcherbatyuk*<sup>1\*</sup>

**The role of modern model natural objects in determining the processes  
of mountain building in the late Paleozoic, during the era of intense  
mountain building (Hercynian folding), using the example of the Ural  
Mountains**

<sup>1</sup>Transbaikal State University, Chita,  
Russian Federation  
\* e-mail: andrey.shcherbatyuk.63@mail.ru

**Abstract.** Characteristics of the main topic: The result of these studies is a methodology proposed for development, based on the philosophical level of research, namely the hypothesis put forward, comparison and analysis, explaining the process of the emergence of the Ural Mountains. Problems of the object: It can be assumed that on the basis of a new methodology for using modern model natural objects, whose characteristics are suitable for explaining the processes of the Earth's development at earlier stages of development, it will be possible to find a theoretical justification for them. Basic methods: Existing methods in historical geology that help establish the geological history of the Earth's development are: paleontological, paleogeographic, stratigraphic, petrographic. Similar

studies proposed by the author have not been conducted previously. The new method can be called “comparative geoanalytical”. Research results and main conclusions: It can be said that the new forms of research proposed by the author related to historical geology are less expensive. Humanity, with the power of thought, penetrates into the depths of space, the depths of the ocean, and therefore can penetrate into the depths of history.

**Keywords:** modern model natural objects, comparative method, mountain-building processes, Ural Mountains.

### *Введение*

Целью этих исследований является поиск философских способов решения задач, определяющих процессы развития Земли. Задачами планируемой работы было найти современные природные объекты в точности копирующие процессы, подтвержденные основными законами науки, в частности физики, которые, используя методологические уровни философии, а именно гипотезу, сравнение и анализ, смоделировать процессы горообразования, в частности такой горной системы как Уральские горы.

Теоретической значимостью можно считать появление нового метода – «сравнительного геоаналитического», необходимого для выстраивания новых гипотез, связанных с процессами, происходящих в далеком прошлом Земли, а практической значимостью является малозатратность этих исследований, хотя результаты могут быть идентичные.

### *Методы и материалы*

#### **1. Уральские горы.**

Континентальное столкновение является одной из теорий о формировании Уральских гор. Столкновение двух континентов Лавразии и Сибирской плиты произошло около 300 миллионов лет назад, результатом которого стало образование горной системы, называемой в настоящее время Уральскими горами.

Исследования других ученых геологов дали приблизительный возраст Уральских гор. Радиометрический анализ показал, что им около 300 миллионов лет. Что значит Уральские горы это одни из самых старых гор Земли.

Автором предлагается альтернативная гипотеза, на примере современных модельных природных объектов, используя философский метод исследования, а именно сравнения и анализа, объясняющих процессы горообразования Урала.

#### **2. Математическое моделирование процесса торосообразования на примере ледостава озера Шакшинское (Забайкальский край)**

Физические процессы, перехода тел из жидкого состояния в твердое практически аналогичны для различных сред и температурных режимов.

Модельным объектом для сравнительных исследований было выбрано озеро «Шакшинское», расположенное в Забайкальском крае (рис. 1).

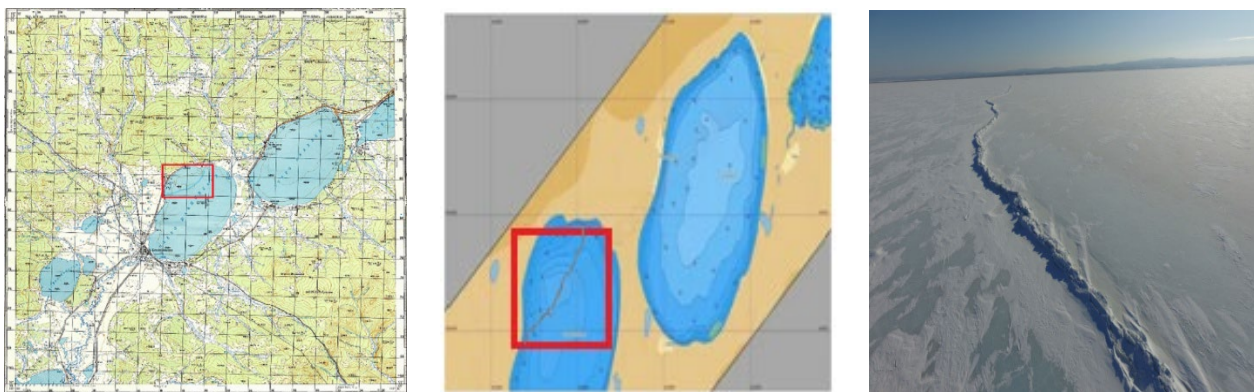


Рис. 1. Озеро Шакшинское (группа Ивано-Арахлейских озер, Забайкальский край), место образования тороса.

Основным процессом для сравнительных и аналитических исследований выбран процесс ледостава. Особенности ледостава этого водоема заключается в том, что на нем образуется торос, проходящий через середину озера, практически ежегодно в одном и том же месте. Высота тороса в разные годы достигала 1- 1,5 метра по высоте, ширина от 2 до 4 метров, длинна несколько километров.

Далее были проведены исследования процессов и причин, влияющих на ежегодное формирование тороса. Были исследованы особенности дна модельного водоема. В результате этих исследований было определено, что в центре водоема имеется возвышенность, имеющая водные глубины до 3 метров. Вокруг же возвышенности, ближе к берегам глубины достигают 5-6 метров. Исходя из этих исследований можно сделать вывод, что на процессе ледостава, а именно образования тороса, может влиять перепад глубин. Согласно общим законам физики, а именно ее разделу гидродинамики можно сформулировать эти процессы. Предлагается использовать закон Бернулли, как следствие закона сохранения энергии.

Уравнение неразрывности показывает, что сумма статистического и динамического давлений и скоростного напора в идеальной жидкости является постоянной.

Вывод: уравнение Бернулли, как следствие закона сохранения энергии, для слоя жидкости выглядит так:

$$\frac{\rho v^2}{2} + \rho gh + p = \text{const}, \quad (1)$$

где  $\rho$  - плотность жидкости,  $v$  - скорость потока,  $h$  - высота, на которой находится рассматриваемый элемент жидкости,  $p$  - давление в точке пространства, где расположен центр массы рассматриваемого элемента жидкости,  $g$  - ускорение свободного падения.

При этом давление  $P_1$ ,  $P_2$  и  $P_3$  - это статическое давление, которое получается в результате взаимодействия соседних слоев жидкости. Величина  $\rho v^2/2$  - это динамическое давление, обусловленное движением жидкости, а  $\rho gh$  - это давле-

ние, образованное массой вертикального столба жидкости высотой  $h_1$ ,  $h_2 = 6$  м, а  $h_3 = 3$  м, создаваемое силой тяжести.

Таким образом, используя закон Бернулли, можно предположить, что процесс формирования тороса взаимосвязан с разницей водяного столба и соответственно разницей давления применимо для различных глубин.

С учетом вышеизложенных характеристик в программной среде AutoCAD была смоделирована двухмерная модель тороса.

Модель является вертикальным элементом гряды тороса. Разбивка модели на конечные элементы представлена на рис. 2

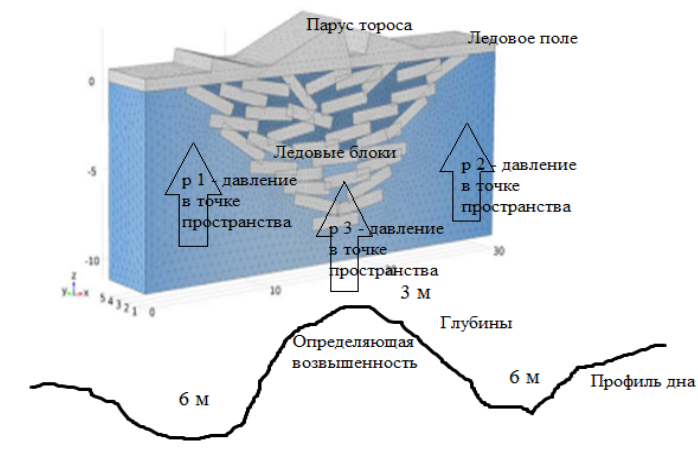


Рис. 2. Схема элементов модели торосообразования

### 3. Гипотеза применения современных модельных природных объектов в определении процессов горообразования в позднем палеозое, в эпоху интенсивного горообразования (герцинская складчатость), на примере Уральских гор

Автором предлагается гипотетическое обоснование процессов возникновения Уральских гор при помощи методологии - философским уровнем, а именно сравнения и анализа.

Процессы и физические законы одинаково применимы при переходе из жидкого состояния в твердое и практически аналогичны для различных сред и температурных режимов (рис. 4).

Автором предлагается, используя философский уровень, а именно сравнение и анализ, применить принципы модели торосообразования для формирования модели горообразования. В связи с тем, что внешние параметры данных объектов очень схожи, исключая соразмерность и время образования, можно выдвинуть гипотезу о том, что процесс образования Уральских гор не представлял собой схождения двух тектонических плит, а смещение (приближение) литосферы к центру Земли (ядру) в данном месте, что вызвало повышения давления в магме, в центре целой тектонической плиты, что и стало основной причиной образования Уральских гор (рис. 5). Такой эффект мог быть вызван периодическим, в истории Земли, смещением магнитных и географических полюсов.



Рис. 4. Торос на озере Шакшинское (Забайкальский край), Уральские горы, разрез Земли

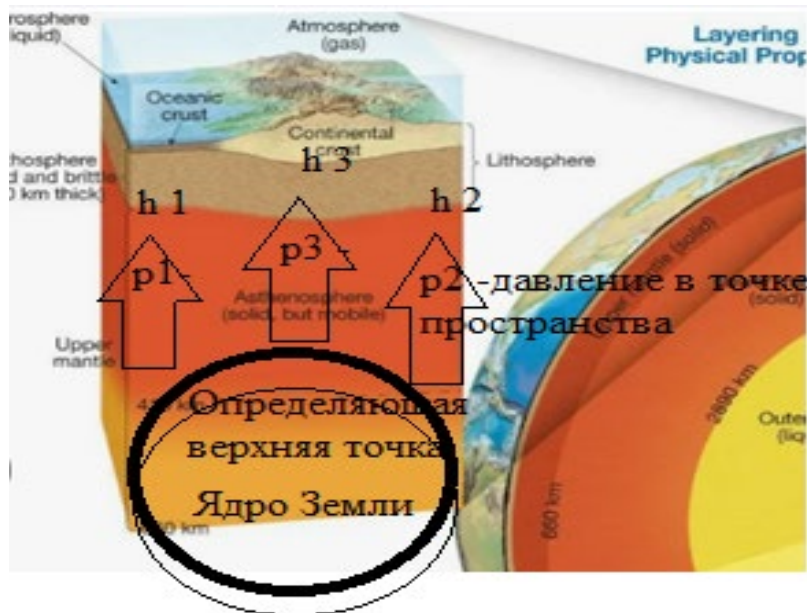


Рис. 5. Схема элементов модели горообразования

Можно гипотетически предположить, что в обоих случаях в результате смещения слоев жидкости с разной высотой приближения верхней точки (определяющей возвышенности) к исследуемому объекту (горам или торосу) и в соответствии с этим разным величинам давления в отдельных точках, возникает эффект гидравлического удара (рис. 6), что подтверждается уравнением Жуковского.

$$\Delta P_{\text{руд}} = \rho \cdot \Delta v \cdot c \quad (2)$$

где  $\Delta P_{\text{руд}}$  — скачок давления;  $\rho$  — удельная плотность жидкости;  $\Delta v$  — произошедшее изменение скорости (при полной остановке — скорость потока перед остановкой);  $c$  — скорость распространения ударной волны.



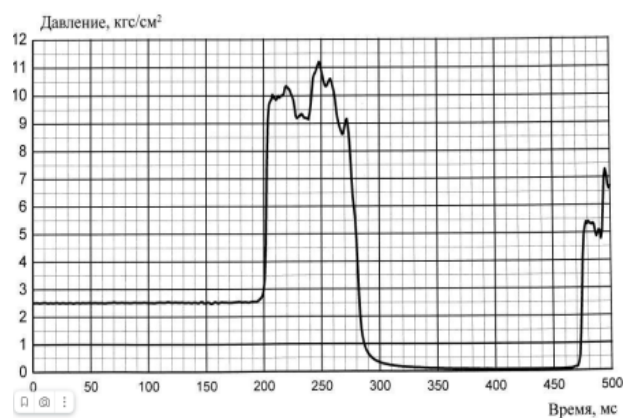


Рис. 6. Эффект гидравлического удара

В случае с Землей это усугубляется вращением. Общеизвестно, что Земля представляет собой сплюснутый эллипсоид. Исследовав эффект Джанибекова, можно предположить, что Земля вращается с небольшим ускорением, периодически в своей истории развития переворачивается, со сменой полюсов, о чем имеются различные гипотезы ученых. В это время и создается эффект гидравлического удара, при сужении в определенном месте прохода между земной корой и ядром, резким увеличением давления в мантии в определенных точках.

### ***Результаты***

Результатом этих исследований является методология, предлагаемая к разработке, основанная на философском уровне исследований, а именно выдвинутой гипотезе, сравнении и анализе, объясняющая процесс возникновения Уральских гор.

### ***Обсуждение***

Можно предположить, что на основе новой методологии использования современных модельных природных объектов, по своим характеристикам подходящим для объяснения процессов развития Земли на более ранних этапах развития, станет возможно находить им теоретическое обоснование.

Существующие методы в исторической геологии, которые помогают устанавливать геологическую историю развития Земли это: палеонтологический, палеогеографический, стратиграфический, петрографический.

Подобных исследований, предлагаемых автором, ранее не проводилось. Новый метод можно назвать – «сравнительный геоаналитический»

### ***Заключение***

В заключении можно сказать, что предлагаемые автором новые формы проведения исследований, связанные с исторической геологией, менее затратны. Человечество силой мысли проникает в глубины космоса, глубины океана, а значит может проникать и в исторические глубины.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Уральский хребет // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона : в 86 т. (82 т. и 4 доп.). — СПб., 1890—1907.
2. Малахов А. А. Как произошли Уральские горы / Обложка художника А. Ряудина. — Изд. 2-е, испр. и доп. — Свердловск: Свердловское областное государственное издательство, 1951. — 60 с.. (обл.)
3. Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидрологическая изученность. Т. 16. Ангаро-Енисейский район. Вып. 3. Забайкалье / под ред. В. И. Зильберштейн. — Л.: Гидрометеоздат, 1966. — 159 с.
4. Озеро Шакшинское (Шакша) : [рус.] / verum.wiki // Государственный водный реестр : [арх. 15 октября 2013] / Минприроды России. — 2009. — 29 марта.
5. Лист карты N-49-142 Беклемешево. Масштаб: 1 : 100 000. Состояние местности на 1988 год. Издание 1994 г.
6. Природопользование на территории Ивано-Арахлейского государственного природного ландшафтного заказника: состояние и тенденции. Дата обращения: 19 сентября 2023. Архивировано 15 мая 2015 года.
7. Шакшинское озеро. *ez.chita.ru*. Проект «Энциклопедия Забайкалья». Дата обращения: 19 января 2019. Архивировано 24 сентября 2018 года.
8. Шакшинское // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона : в 86 т. (82 т. и 4 доп.). — СПб., 1890—1907.

© А. П. Щербатюк, 2024



*Э. Р. Мирмахмудов<sup>1\*</sup>, Г. М. Тлеумуратова<sup>1</sup>, А. Р. Адамбаев<sup>2</sup>*

## **О совершенствовании координатной основы уровенных постов низовья реки Амударья по ГНСС-измерениям**

<sup>1</sup>Национальный университет Узбекистана, г. Ташкент, Узбекистан

<sup>2</sup>Ургенчский государственный университет, г. Ургенч, Узбекистан

\* e-mail: erkin\_mir@mail.ru

**Аннотация.** В статье описывается методика определения координат пунктов уровенных постов классическими и спутниковыми методами. Отмечается необходимость уточнения планово-высотного обоснования гидрологических станций низовья реки Амударья Республики Узбекистан. Координатная привязка реперов уровенных постов к пунктам геодезической сети методами нивелирования приводится в данной работе. Произведены навигационные измерения на 4 постах прибрежной зоны с помощью GNSS приемника. Выполнен графо - аналитический анализ изменения геометрического фактора DOP. По результатам измерений вычислены прямоугольные координаты и значения высот относительно общеземного эллипсоида. В будущем предлагается построить ГНСС-сеть прибрежной зоны с привязкой к национальной геодезической системе координат Узбекистана.

**Ключевые слова:** гидропост, координаты, ГНСС, DOP, СК42, WGS84

*E. Mirmakhmudov<sup>1\*</sup>, G. Tleumuratova<sup>1</sup>, A. Adambaev<sup>2</sup>*

## **On improving the coordinate basis of level posts of the lower reaches of the Amudarya River using GNSS-measurements**

<sup>1</sup>National University of Uzbekistan

<sup>2</sup>Urgench State University, Urgench, Uzbekistan

**Abstract.** The article describes the methodology for determining the coordinates of level posts using classical and satellite methods. The need to improve the rectangular and altitude coordinates of hydrological stations in the lower reaches of the Amudarya river is noted. Reducing the benchmarks of level posts to points of the geodetic network using leveling methods is given in this work. Navigation measurements were made at 4 posts of the coastal zone using GNSS and a graphical and analytical analysis of changes in the geometric factor DOP was performed. Based on the measurement results, rectangular coordinates and height values relative to the global ellipsoid were calculated. In the future, it is proposed to build a GNSS network of the coastal zone with reference to the national geodetic coordinate system.

**Keywords:** post, coordinates, DOP, GNSS, SK42, WGS84

### ***Введение***

В последнее время к уровню основных рек Республики Узбекистан уделяется особое внимание со стороны государственных и коммерческих организаций, а также населенных пунктов, расположенных вблизи прибрежной зоны. Это

связано с изменением водного баланса и расширением сети ирригационных каналов, насосных станций, коллекторов. Возникает проблема контроля расхода воды по результатам метрических измерений на гидрологических станциях. На всех уровнях постах установлены регистраторы и реперы, координаты которых определены относительно пунктов геодезической сети [2,8]. Соответственно, эти координаты нуждаются в уточнении и переопределении, т.к. они были определены в системе координат СК42 и относительно Балтийской системы высот. Поскольку центры геодезических пунктов являются носителями координат для определяемых реперов, то они должны быть надежно закреплены на местности, обеспечивая их стабильность в плане и по высоте в течение длительного времени [11]. Однако, использование геодезической системы координат требует более детального анализа определяемых координат реперов уровня постов [13]. Для этой цели наиболее важным является уточнение координат реперов или центров гидрологических станций, полученных в разные годы топографо-геодезическими службами.

### ***Методика и материалы***

До 90-х годов прошлого столетия координаты реперов (рис.1) определялись линейно-угловыми измерениями с помощью теодолитов и нивелиров. К этим реперам предъявлялись особые требования по установке и точности, где необходимым условием было планово-высотная привязка к пунктам геодезической сети [7]. Привязка высот уровня постов к государственной высотной системе осуществлялось путем геометрического нивелирования (рис.2).



Рис. 1. Репер ГУГМС



Рис.2. Пункт ГГС

С 2000 года широко стали использовать GPS приемники в топографо-геодезических организациях для инженерно-изыскательских и строительных работ. Вся территория Республики Узбекистан постепенно была покрыта GPS сетью. Однако, прибрежная часть основных рек Республики Узбекистан не была покрыта спутниковой геодезической сетью. В связи с этим, встает вопрос о возможности использования ГНСС для гидрологических станций.

В качестве тестирования были выбраны 4 уровня поста, расположенных в низовье реки Амударья (рис.3). Систематическая регистрация уровня поверхности воды осуществляется с помощью самописца и свайной рейки. Исходная

высота рейки должна определяться геодезическим методом относительно рабочего и контрольного реперов. Поскольку на этих пунктах не производились ГНСС измерения, то первой задачей было испытать навигационный GNSS приемник на наличие приема сигналов со спутников, оценить влияние DOP (рис.4) и определить предварительные координаты реперов [5,6]. Для решения поставленной задачи были произведены навигационные измерения с GNSS приемником Trimble R4.

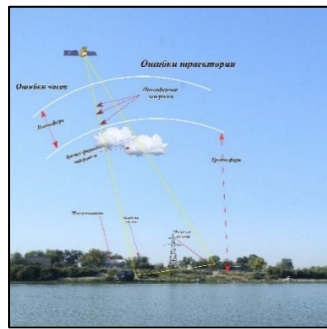


Рис. 3. Фрагмент низовья реки Амударья      Рис. 4. Траектория GNSS сигнала

В период ГНСС измерений базовая GNSS станция находилась на пункте ГГС, а ровер устанавливался на реперах уровенных постов. Измерения выполнялись в режиме реального времени (РТК) с длительностью в несколько минут. Геометрический показатель точности DOP варьировался от 0.9 до 3.0, что является естественным результатом для пунктов, расположенных рядом с техническими сооружениями, т.к. они оказывают влияние на траекторию движения сигнала.

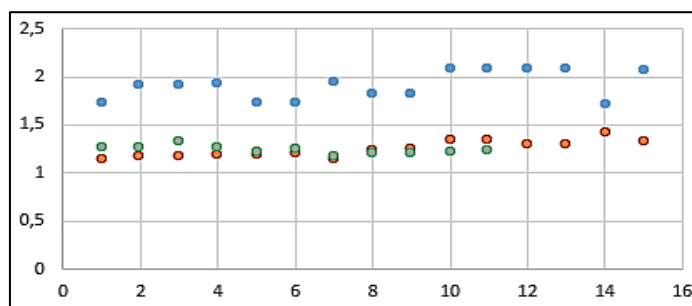


Рис.5. Изменение значения PDOP для трех уровенных постов

Основным средством регистрации уровня воды является рейка с сантиметровой шкалой, которая жестко установлена на берегу реки. С течением времени и в результате осадки, просадки и влияние боковой силы потока воды, основные и рабочие репера испытывают деформацию [3].

## Результаты

По результатам ГНСС измерений вычислены прямоугольные координаты пунктов ГГС и реперов уровенных постов в поперечно-цилиндрической проекции. Также были определены эллипсоидальные координаты с помощью программного обеспечения ТВС, где в качестве системы относимости были использованы референц-эллипсоид Красовского, общеземной эллипсоид WGS84 и средний уровень моря MSL [1]. Для каждой станции выполнено 15-20 сеансов измерений и вычислений. На основе метода наименьших квадратов были вычислены средние значения из всей совокупности массива дискретных точек (таб.1). Произведена оценка точности результатов измерения, т.е. получены средние квадратические погрешности среднего значения координат реперов. Поскольку измерения выполнены одним и тем же инструментом при одинаковых условиях, то вес каждого измерения был принят равным 1.0. В качестве доказательства принятого предположения ниже приведены результаты дисперсии прямоугольных координат и высот уровенного поста «Саманбай» для 15 дискретных точек (рис.6).

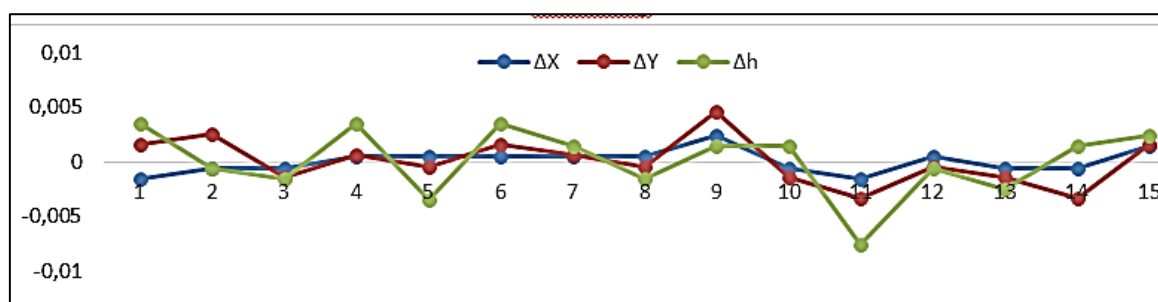


Рис. 6. Дисперсия значений координат по ГНСС измерениям

Таблица 1

### Координаты гидрологических постов

посты	X (m)	Y(m)	L	B	H <sub>wgs84(m)</sub>
Саманбай	4709192.354	707166.112	59 31 06.45	42 29 21.94	47.08
Кизкетен	4796075.870	715363.777	59 36 48.25	42 22 11.13	52.10
Ниятбай	4693830.324	719605.309	59 39 50.57	42 20 53.74	49.427
Туямуян	4615397.070	300915.210	61 20 04.49	41 13 18.75	64.76

## Обсуждение

В настоящее время имеющая точность координат реперов не отвечает современным требованиям и нуждается в модернизации с привлечением высокоточных цифровых приборов [12,14]. Единственным выходом из этой ситуации является разработка методики повышения точности координат реперов и приведение их к единой системе координат и международной геодезической сети (IGS) [9,10]. Эта сеть должна включать в себя мероприятия по созданию системы по-

стоянно действующих спутниковых навигационных наблюдений за динамикой уровня реки и прогноза ее состояния, которая позволит решать прикладные задачи в области проектирования и строительства различных сооружений.

Приведенные координаты можно считать предварительными из-за короткого интервала времени. Точные координаты реперов можно получить на длительном интервале времени при различных режимах приема сигналов. Такие измерения и вычисления координат должны быть выполнены для всех основных рек с привязкой этих постов к будущей национальной системе координат Узбекистана.

Для организации постоянного мониторинга уровня рек с помощью GNSS систему геодезического обеспечения предлагается начать с рекогносцировки, расчета точности координат, полевой и постобработки спутниковых наблюдений. После проведения вышеперечисленных работ можно начать процедуру уравнивания геодезической сети прибрежной зоны. Продолжительность непрерывных наблюдений должно быть выполнено с GPS приемником, который позволит осуществить высокоточную привязку реперов к удаленным пунктам спутниковой геодезической сети Узбекистана [15]. Пункты ГГС с известными координатами следует использовать в качестве контрольных точек при окончательном уравнивании. Целесообразно произвести повторные ГНСС измерения для исключения грубых измерений и определения систематических ошибок на основе нормального закона распределения Гаусса. Реализацию предложенных рекомендаций невозможно без привлечения данных дистанционного зондирования Земли и геоинформационных технологий [4].

### *Заключение*

На основе вышеописанного можно сделать вывод, что результаты ГНСС измерений и уточненные координаты реперов представляют начальный этап совершенствования координатной основы уровенных постов Узбекистана. Использование новых методов приведет к снижению финансовых расходов и получению точных данных, что представляет практическую значимость и актуальность. Таким образом, использование GNSS приемников позволит повысить точность плано-высотной основы гидрологических станций минимум на 1-2 порядка по сравнению с классическими данными.

Внедрение современных электронно-оптических и глобальных спутниковых навигационных систем позволит более точно вычислить метрические характеристики уровня реки и, тем самым, выявить места, где происходит минимальный и максимальный расход воды. Горизонтальное смещение приводит к изменению площади водной поверхности и границы прибрежной зоны. В будущем необходимо произвести полную автоматизацию всего процесса измерений и вычислений, привлекая современные цифровые технологии.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Антонович К.М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии. М: Картгеоцентр, 2005, т.1.- 341с.

2. Инструкция по нивелированию I, II, III и IV кл. Москва: Недра.1974. -158 с.
3. Кадыров А.Г., Ражабова Д.Р. Геометрическая интерпретация крена водомерной рейки уровня поста “Чиназ” (Узбекистан) / Материалы XIII научно-практической конференции: Наука и образование в современном мире. Вызовы 21века. Науки о Земле. Астана.2023. С.7-10.
4. Лурье И.К. Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков. – М.: Изд-во КДУ, 2008. – 424с.
5. Мирмахмудов Э.Р., Тлеумуратова Г.М., Ниязов В.Р. Рекогносцировка и ГНСС измерения на уровне поста низовья реки Амударья // Научно-технический журнал. Проблемы архитектуры и строительства. Самарканд. 2022, №2. С.137-141.
6. Мирмахмудов Э.Р., Тошонов Б.Ш., Тлеумуратова Г.М., Тастемирова М.Г. Анализ точности наклона водомерной рейки гидрологического поста “Чиназ” //Центрально-Азиатский журнал географических исследований г. Чирчик (Узбекистан). 2023, № 3-4. С.133- 141.
7. Наставления гидрометеорологическим станциям и постам. Ленинград: Гидрометеиздат.1984. Вып. 9, ч. 1. 313 с.
8. Основные положения о построении государственной геодезической сети СССР. Москва: Геодезиздат,1961. 29 с.
9. Остроумов В.З., Шануров Г.А., Масленников А.В. Повышение точности определения высот уровненых постов // Геодезия и картография. 2003. № 11. С. 25-29.
10. Руководящий технический материал. Высотная привязка уровненых постов (ГКИНП 03 215 88). Москва: ЦНИИГАиК, 1988. С. 41.
11. Успенский М.С. Условия устойчивости геодезических центров и реперов. Москва: Геодезиздат, 1955. - 94 с.
12. Шануров Г.А., Епишин В.И., Остроумов В.З. Определение высот уровненых постов спутниковым методом // Геопрофи, 2004. № 4. С. 11-17.
13. Щукина О.Г. Фотограмметрия и дистанционное зондирование Земли. Ташкент: «Университет». 2022. - 214 с.
14. Mirmakhmudov E., Adenbaev B., Rakhmonov D., Nazirova D. GNSS network of level posts /Science and Education in the modern world: Challenges of the XXI c., Nur-Sultan, 2019. Pp. 47-50.
15. Mirmakhmudov E., Niyazov V., Tleumuratova G., Toshonov B. GNSS in Uzbekistan for hydrology // COORDINATES. 2021. Vol. XVII, № 6. Pp. 12-15.

© Э. Р. Мирмахмудов, Г. М. Тлеумуратова, А. Р. Адамбаев, 2024

*В. А. Соколов<sup>1\*</sup>, О. П. Втюрина<sup>1</sup>, А. А. Злобин<sup>1</sup>, О. Ю. Москвич<sup>1</sup>*

## **Структура и динамика лесов Сибири**

<sup>1</sup>Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН, г. Красноярск, Российская Федерация  
\*e-mail: sokolovva@ksc.krasn.ru

**Аннотация.** Структура и динамика лесов определяются разнообразными факторами, действие которых взаимосвязано. Изменения в лесном фонде происходят непрерывно. В среднем, ежегодно за последние два десятилетия в Сибири вырубалось около 600 тыс. га лесов, примерно столько же повреждалось лесными пожарами. Кроме того, лесные насаждения повреждаются вредителями леса (сибирский шелкопряд, пихтовая пяденица и др.), а также ветровалами и промышленными эмиссиями. Сложные изменения в лесном покрове свидетельствуют о необходимости выявления причин этих изменений с целью последующего устранения негативных явлений. Динамика лесного фонда свидетельствует об ухудшении качественного состава лесов. Причинами этого являются не глобальное потепление климата, а вполне предсказуемые антропогенные и природные факторы: рубки леса, пожары и очаги вредителей леса, естественные возобновительные процессы, отчуждения вследствие развития инфраструктуры. Длительный период воспроизводства в лесном хозяйстве показывает необходимость принятия решений, результаты которых будут проявляться много десятилетий спустя. Система действий должна быть нацелена на адаптацию лесов к прогнозируемым природным и экономическим изменениям.

**Ключевые слова:** структура, динамика, лесной фонд, Сибирский федеральный округ, устойчивое управление лесами, адаптация лесов

*V. A. Sokolov<sup>1\*</sup>, O. P. Vtyurina<sup>1</sup>, A. A. Zlobin<sup>1</sup>, O. Yu. Moskvich<sup>1</sup>*

## **Siberian Forest Structure and Dynamics**

<sup>1</sup>V. N. Sukachev Institute of Forest SB RAS, Krasnoyarsk, Russian Federation  
\*e-mail: sokolovva@ksc.krasn.ru

**Abstract.** The structure and dynamics of forests are determined by various factors, the impacts of which is interrelated. The forest fund changes occur continuously. On average, in Siberia about 600 thousand hectares of forests have been annually cut down in the last two decades and about the same much damage from forest fires. Furthermore, forest stands have been damaged by pests (Siberian silkworm, fir moth, etc.) as well as windfalls and industrial emissions. Forest cover significant changes indicate the need identifying the causes of those changes for the purpose of eliminating negative phenomena. The forest fund dynamics disclose a deterioration of the qualitative species composition. The reasons for this are not global climate warming, but quite predictable human and natural factors: logging, forest fires, forest insect outbreaks, natural forest regeneration processes, and forest land transfers for infrastructure development. The long period of forest regeneration calls for the need for decision-making which results will be achieved in many decades later. The action system should be aimed at adapting forests to predicted natural and economic transformations.

**Keywords:** structure, dynamics, forest fund, Siberian Federal District, sustainable forest management, adaptation of forests

## *Введение*

Глобализация мировой экономики, геополитические коллизии современности и климатические факторы оказывают существенное влияние на состояние и функционирование лесов, вызывая необходимость формирования соответствующей лесной политики, обеспечивающей сбалансированность экономических, экологических и социальных интересов. Решение этих проблем невозможно без соответствующих знаний о структуре, динамике и современных представлениях о лесах как составных частей глобальной природной системы, в которой человек играет все возрастающую роль [1, 2].

В связи с этим первоочередной задачей фундаментальных исследований в лесоведении должен быть анализ и изучение последствий антропогенного воздействия на структуру и динамику лесной растительности. Это позволит получить знания о закономерностях формирования насаждений при использовании лесных ресурсов и провести корректировку нормативно-правовой базы лесопользования.

Траектории от текущего состояния лесов к будущему неопределенны, поэтому лесоводам предстоит выработать основы адаптивного управления для будущих лесов [3]. Посредством адаптивных управленческих решений последовательно корректируется состояние леса с получением в итоге насаждений с целевыми показателями [4].

## *Методы и материалы*

В работе использовался аналитико-статистический метод исследований. Анализу подлежали данные учета лесного фонда по субъектам Сибирского федерального округа (СФО) за период с 1966 по 2020 гг.

Структура лесного фонда характеризуется количественными и качественными показателями, которые раскрывают эколого-экономическое содержание лесов конкретного объекта. Для характеристики структуры лесного фонда используются разнообразные распределения земель в форме таблиц, а также лесные карты тематического характера [1, 5].

Исходными условиями формирования лесов следует считать климатические и литогенные условия внешней среды, которые, складываясь из многих компонентов и взаимно трансформируя свои лесорастительные качества (климат через особенности рельефа, рельеф через особенности климата), позволяют развиваться только в заданном направлении остальным факторам структурообразования. Для горных лесов важен еще специфический литогенный фактор формирования структуры растительности – тектонический, поэтому так велика роль ландшафтного подхода при изучении крупных таксонов растительного покрова или больших участков земной поверхности.

Леса как биологический объект находятся в постоянном развитии под влиянием природно-исторических и антропогенных факторов. Ретроспективное изучение развития леса необходимо для оценки результатов деятельности человека в лесу, постановки задач мониторинга лесов и прогнозирования структуры лес-



ного фонда на ближнюю и отдаленную перспективу. Динамика сибирских лесов изучена пока недостаточно.

Важность и необходимость изучения динамики лесного фонда официально признана лесоустроительными инструкциями 1964, 1986, 1995 годов. В «Инструкции по проведению лесоустройства в лесном фонде России. Часть II» (1995) указывается, что результаты анализа динамики лесного фонда служат основанием для определения приоритетов в лесоустроительном проектировании, направленных на устранение негативных тенденций в лесах. Однако лесоустроительные инструкции 2007, 2018 и 2022 годов игнорируют необходимость исследования динамики лесов, что свидетельствует о недооценке составителями лесообразовательного процесса.

Показатели динамики лесного фонда являются объективной основой для оценки хозяйственной деятельности человека в лесу [6–12 и др.]. В то же время они являются стартовой базой для осуществления прогнозирования использования и воспроизводства лесных ресурсов. Практика лесоустройства показывает, что формальный анализ динамики лесного фонда не мог служить основой дальнейшего проектирования.

По мнению Л. Н. Ващука и А. З. Швиденко [13, с. 5], «Динамика лесных пространств аккумулирует все природные и антропогенные воздействия на лес и, в конечном итоге, является зеркалом состояния лесов, особенностей функционирования лесных экосистем и основных тенденций их развития. Результаты ее изучения являются объективной основой для оценки взаимодействия человеческого общества и леса и, в частности, хозяйственной деятельности человека в лесу, служат информационной основой для прогнозирования использования и воспроизводства ресурсов на ближнюю и отдаленную перспективу».

### ***Результаты***

Общая площадь лесного фонда Сибирского федерального округа равна 372,8 млн га, в том числе покрытая лесом – 217,7 млн га (табл.). На долю лесов СФО приходится 27,4 % покрытых лесом земель России и 6,6 % покрытой лесом площади мира, что свидетельствует о глобальном значении лесов Сибири.

Территория СФО имеет наибольшую лесистость в России – 53,9 %. В 1914 г. лесистость Сибири была ориентировочно 52 % [14]. В Западной Сибири из-за заболоченности велика доля нелесных площадей – 39,6 %, в Восточной Сибири этот показатель равен 14,8 %.

География породного состава лесов Сибири неравномерная и отражается в значительной мере на характере размещения лесной промышленности и деревоперерабатывающих производств. Наибольшая концентрация их приурочена к сосновым и елово-пихтовым лесам Южной Сибири.

Производительность лесов Сибири характеризуется средним классом бонитета III,8, по хвойным она еще ниже – IV,0. Значительна доля низкопроизводительных насаждений V, Va и ниже классов бонитета – 32,1 %, в то время как высокопроизводительных (II класс бонитета и выше) – 7,6 % [5].

Огромные площади представлены насаждениями лиственницы (31,2 %). Они размещены в основном в северных и центральных районах Восточной Сибири. Древесина лиственницы не нашла еще должного спроса из-за трудностей ее заготовки и переработки. Проблема использования древесины лиственницы имеет не менее важное значение, чем освоение ресурсов мягколиственных пород.

Таблица 1

Структура и динамика площади лесов Сибирского федерального округа

Субъекты РФ	Год учета	Покрытые лесом земли, тыс. га		
		итого	хвойные	мягколиственные
Красноярский край	1966	105802,8	87304,5	18498,3
	2020	104987,5	79897,1	18085,6
Республика Хакасия	2020	2849,9	2019,6	822,4
Иркутская область	1966	51984,6	43976,4	8008,2
	2020	62780,8	45688,3	12124,1
Республика Тыва	1966	7725,7	7471,1	254,6
	2020	8068,2	7334,1	276,0
Алтайский край	1966	4734,3	3480,5	1253,6
	2020	3727,9	1523,8	2090,3
Республика Алтай	2020	3700,1	2829,4	753,6
Кемеровская область	1966	3842,5	2399,3	1443,2
	2020	5116,7	2244,9	2860,5
Новосибирская область	1966	2030,9	880,8	1149,3
	2020	4575,1	1014,9	3522,1
Омская область	1966	2296,4	767,7	1528,4
	2020	2658,2	959,1	1696,8
Томская область	1966	16317,3	8327,1	7990,2
	2020	19233,3	10312,7	8852,4
Всего по СФО	1966	194734,5	154607,4	40125,8
	2020	217697,7	153823,9	51083,8
	Изменения	22963,2	-783,5	10958,0

Примечание: в 1966 г. Республика Хакасия входила в состав Красноярского края, Республика Алтай – в состав Алтайского края.

Запас древесины основных лесобразующих пород СФО равен 27,6 млрд м<sup>3</sup>, в том числе запас спелых и перестойных – 12,7 млрд м<sup>3</sup>. Это составляет от идентичных показателей по России соответственно 33,2 и 28,9 %.

### Обсуждение

За период с 1966 по 2020 гг. произошли весьма существенные изменения. Покрытые лесом земли увеличились по Сибири на 23 млн га или 11,8 %. Увеличение произошло в период с 1961 по 1983 гг., т. е. после принятия лесостроительной инструкции 1964 г. По этой инструкции были смягчены требования по

отнесению древостоев к хвойным, а редколесий и кустарников – к покрытой лесом площади. Это позволило перекрыть (несколько искусственно) потери в покрытых лесом землях от пожаров, вредителей леса и прочих стихийных явлений, а также сплошных рубок.

Тем не менее, общий запас насаждений, особенно спелых и перестойных, снизился соответственно на 1,8 и 8,0 млрд м<sup>3</sup> или 7,8 и 38,4 %. Текущий прирост насаждений не смог превысить потери запаса от стихийных бедствий и рубок. Объем последних неуклонно возрастал: в 1960 г. в Сибири было заготовлено 63,1 млн м<sup>3</sup> древесины, в 1970 – 84,3, в 1980 – 93,0, в 1990 – 102,0 млн м<sup>3</sup>. В 1993 г. начался резкий спад объема рубок. В 2008 г. размер рубок составил только 43,0 млн м<sup>3</sup>. Затем начался новый рост объема рубок, который в 2019 г. достиг 70,2 млн м<sup>3</sup>. Всего за прошедшие годы было заготовлено около 4,6 млрд м<sup>3</sup> ликвидной древесины. Вырубались в основном хвойные древостои, поэтому площадь и запас лиственных пород увеличились.

С учетом потерь при рубке леса по ориентировочным подсчетам за анализируемый период из лесов Сибири было изъято около 6,0 млрд м<sup>3</sup> общего запаса насаждений. Еще около 2 млрд м<sup>3</sup> потерь корневого запаса насаждений объясняется воздействием пожаров, очагов вредителей леса, ветровалами, эмиссиями.

Потери древесины приводят к сильному захламлению вырубок. Это затрудняет или делает невозможным проведение лесокультурных работ и значительно увеличивает пожарную опасность в лесу [15–20 и др.].

### *Заключение*

Динамика лесного фонда свидетельствует об ухудшении качественного состава лесов. Причинами этого являются не глобальное потепление климата, а вполне предсказуемые антропогенные и природные факторы: рубки леса, пожары и очаги вредителей леса, естественные возобновительные процессы, отчуждение вследствие развития инфраструктуры и др.

В регионах Сибири, где преобладают спелые и перестойные насаждения, все еще продолжается период экстенсивного освоения и использования лесных ресурсов [12, 21]. В результате длительной лесозаготовки, а также природных нарушений (пожары, вредители, болезни леса и др.) существенно ухудшилось качество лесосечного фонда – ускоренными темпами происходила смена коренных формаций на производные леса мягколиственных пород, что привело к дефициту сырья у крупных лесоперерабатывающих предприятий. Начиная с 1966 по 1988 г. объем рубок в Центральной Сибири неуклонно возрастал.

После распада Советского Союза и мирового кризиса 2008–2009 гг. объемы заготовки резко сократились. Постепенное увеличение их началось в 2014 г. Подобная картина наблюдалась по всем субъектам РФ в Сибири.

В последние десятилетия ситуация ухудшилась в связи с реформой лесного хозяйства, передачей лесов в аренду, уменьшением количества работников лесного хозяйства, непосредственно занятых в лесу, бюрократизацией лесного хозяйства. В результате лесопользование приобрело криминогенный, стихийный характер получения краткосрочной прибыли с игнорированием традиций и без

соблюдения лесоводственных требований. Частые «новаторские» изменения правил лесопользования искажают классические понятия лесоводства и снижают контроль за лесопользованием, переводя его в область формальной отчетности.

В этой ситуации необходимо принять политическое решение о разработке принципов устойчивого, эффективного лесопользования и, самое главное, выдерживать их на всех уровнях – от принятия нормативных документов до контроля за их исполнением.

Исходным постулатом стратегии лесной политики должна служить парадигма устойчивого управления лесами. 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 ресурсных (древесных и недревесных) и защитных (водоохранных и почвозащитных) функций, сохранение биоразнообразия, усиление социально-экономических функций леса.

Устойчивое управление лесами необходимо рассматривать как постоянно обучающуюся динамическую систему, предполагающую использование новейших научных результатов и непрерывное корректирование принимаемых решений, что полностью соответствует научному пониманию целесообразных путей коэволюции человека и природы в меняющемся мире.

Длительный период воспроизводства в лесном хозяйстве показывает необходимость принятия решений, результаты которых будут проявляться много десятилетий спустя. Система действий должна быть нацелена на адаптацию лесов к прогнозируемым природным и экономическим изменениям. Долгосрочные прогнозы динамики лесного фонда необходимы, чтобы подтвердить правильность принимаемых решений в сфере управления лесами Российской Федерации.

### *Благодарности*

Работа выполнена в рамках базового проекта «Роль природных и антропогенных факторов в системе устойчивого управления лесами Сибири». FWES-2024-0007. Регистрационный номер НИОКТР 124012900559-4.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Оценка лесов Сибири в условиях глобальных изменений. – СПб: Научное издание, 2023. – 326 с.
2. Шейнгауз А. С. Методические рекомендации по анализу динамики лесного фонда. – Хабаровск: ДальНИИЛХ, 1986. – 41 с.
3. Дубенок Н. Н., Лебедев А. В. Гидрологическая и санитарно-гигиеническая роль лесных насаждений в условиях изменения климата на примере лесной опытной дачи Тимирязевской академии // Передовые технологии и материалы будущего: сб. ст. – Минск: БГТУ, 2021. Т. 1. – С. 8–12.
4. Писаренко А. И., Страхов В. В. О лесной политике России. 2-е изд., доп. и перераб. – М.: ИД «Юриспруденция», 2012. – 600 с.

5. Основы управления лесами Сибири / Соколов В. А. – Красноярск: Изд-во СО РАН, 1997. – 308 с.
6. Dengler A. Aufgaben und Wege der wissenschaftlichen Begründung des Waldbaues. Z. f. F. Jw. 1923. II.
7. Орлов М. М. Лесоустройство. Т. 2. – Л.: Лесное хоз-во и лесн. пром-сть, 1928. – 326 с. Т. 3. – Л.: Лесное хоз-во и лесн. пром-сть, 1928. – 348 с.
8. Воронин И. В. Основы анализа хозяйственной деятельности лесхоза. М.–Л.: Гослесбу-миздат, 1960. 47 с.
9. Шейнгауз А. С. Классификация динамики лесных ресурсов (на примере Дальнего Во-стока) // Лесоведение. 1976. № 6. – С. 11–20.
10. Рийниекс Я. И. Анализ динамики лесных насаждений под влиянием лесохозяйствен-ной деятельности // Лесное хоз-во. 1987. № 5–6. – С. 55–57.
11. Соколов В. А., Аткин А. С., Фарбер С. К. и др. Структура и динамика таежных лесов. – Новосибирск: Наука, 1994. – 168 с.
12. Динамика лесов Красноярского края / Втюрина О. П., Скудин В. М., Соколов В. А. – Красноярск: Дарма-печать. 2013. 103 с.
13. Ващук Л. Н., Швиденко А. З. Динамика лесных пространств Иркутской области. – Иркутск: ОАО «Иркутская областная типография № 1», 2006. – 392 с.
14. Орлов М. М. Очерки лесоустройства в его современной практике. – Л.–М.: Изд-во «Новая деревня», 1924. – 364 с.
15. Исаев А. С. Лесные ресурсы Сибири и проблемы их изучения // Проблемы лесопро-мышленного комплекса Сибири. Ч. 1. – Новосибирск, 1980. – С. 25–49.
16. Соколов В. А. Проектирование противопожарных мероприятий при лесоустройстве. «Горение и пожары в лесу»: тез. докл. и сообщений Первого Всес. научно-техн. совещ. 22–24 ноября 1978 г. – Красноярск, 1978. – С. 121–122.
17. Соколов В. А. Опыт лесопользования в лесах Восточных Саян. – Красноярск: ЦНТИ, 1979. – 2 с.
18. Соколов В. А. О рациональности лесопользования в лесах Восточного Саяна // Лес-ная таксация и лесоустройство. Межвуз. сб. науч. тр. – Красноярск: СибГТУ, 1981. – С. 3–7.
19. Соколов В. А. Проблемы рационального использования лесных ресурсов Восточного Саяна // Рациональное лесопользование и охрана окружающей среды (тез. докл. краевой научно-практ. конф., 19 апреля 1983 г.). – Красноярск, 1983. – С. 29–31.
20. Косицын В. Н., Скудин В. М., Дворяшин М. В. Освидетельствование мест рубок главного пользования с применением материалов крупномасштабной аэрофотосъемки // Лес-ное хоз-во. 2003. № 1. – С. 38–39.
21. Соколов В. А., Фарбер С. К. Возобновление в лесах Восточной Сибири. – Новоси-бирск: Изд-во СО РАН, 2006. – 219 с.

© В. А. Соколов, О. П. Втюрина, А. А. Злобин, О. Ю. Москвич, 2024

*Г. А. Иванова<sup>1\*</sup>, В. А. Иванов,<sup>1,2</sup>*

## **Географичность лесных пожаров на территории Средней Сибири**

<sup>1</sup>Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, г. Красноярск, Российская Федерация

<sup>2</sup>Сибирский государственный университет науки и технологий им. академика

М. Ф. Решетнева, г. Красноярск,  
Российская Федерация

\*e-mail: gaivanova@ksc.krasn.ru

**Аннотация.** Географичность возникновения и распространения лесных пожаров на территории Средней Сибири обусловлены высокой природной пожарной опасностью бореальных лесов и их фитоценотическими особенностями в связи с зональностью. Они проявляются в периодичности возникновения лесных пожаров, их распространении и развитии, а также экологических последствиях. Продолжительность среднего межпожарного интервала в сосновых лесах региона широко варьирует и определяется условиями произрастания, антропогенной нагрузкой и взаимосвязанностью элементов рельефа.

**Ключевые слова:** лесные пожары, лесные районы, Средняя Сибирь

*G. A. Ivanova<sup>1\*</sup>, V. A. Ivanov<sup>1,2</sup>*

## **Dynamics of forest fires in the forest districts of Central Siberia**

<sup>1</sup>V.N. Sukachev Institute of Forest SB RAS, Krasnoyarsk, Russian Federation

<sup>1,2</sup>Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk,  
Russian Federation

\*e-mail: gaivanova@ksc.krasn.ru

**Annotation.** The geographical distribution of forest fires in Central Siberia are due to the high natural fire danger of boreal forests and their phytocenotic features due to zoning. They are manifested in the frequency of forest fires, their spread and development, as well as environmental consequences. The duration of the average fire interval in the pine forests of the region varies widely and is determined by growing conditions, anthropogenic load and the interconnectedness of relief elements.

**Keywords:** forest fires, forest districts, Central Siberia

### ***Введение***

Территория Средней Сибири пересекает несколько климатических поясов и природных зон, что обуславливает разнообразие климатических и лесорастительных условий и способствует ежегодному возникновению лесных пожаров в той или иной ее части. В связи с прогнозируемым потеплением климата в зоне бореальных лесов ожидается увеличение частоты пожаров и их интенсивности [4, 5]. Также наблюдается повышение грозоактивности [2].

Мы проанализировали периодичность лесных пожаров в последние несколько столетий на территории Средней Сибири и динамику лесных пожаров, причины и условия их возникновения в последние два десятилетия в этом регионе.

## *Методы и материалы*

Для анализа горимости лесов нами были использованы статистические данные Рослесхоза РФ («ИСДМ-Рослесхоз») о количестве и площади пожаров, сроках их действия и причинах возникновения за период с 2000 по 2022 гг. Реконструкция периодичности лесных пожаров проведена с применением дендрохронологических методов.

## *Результаты*

На территории Средней Сибири за рассматриваемый период было зарегистрировано более 26 тысяч лесных пожаров, на площади свыше 4.8 млн. га. В последнее десятилетие наблюдается увеличение числа лесных пожаров и площади, пройденной ими. Максимальное количество и площадь, пройденная пожарами (более млн. га), зарегистрированы в 2019 году.

Преобладали низовые пожары разной интенсивности (до 90%), беглые весной и устойчивые в летний период. Лесные пожары, возникающие от гроз, достигают 32% от общего числа, но основная причина их возникновения – хозяйственная деятельность населения.

Лесные пожары распределены по территории Средней Сибири неравномерно. Основное их количество приходится на районы светлохвойной тайги. До 60% пожаров и выгоревших площадей приходится на сосновые леса. Наибольшее количество пожаров приходится на южную тайгу, где произрастает основная часть сосновых лесов и имеется большое количество вырубок, быстро достигающих состояния пожарной зрелости.

Во времени возникновения лесных пожаров на территории Средней Сибири проявляется очередность: они продвигаются с юга на север. На географических широтах с 50° по 55° с.ш. лесные пожары могут появляться уже в апреле-начале мая, с 55° по 60° с.ш. они возникают в мае-июне, и севернее 60° с.ш. – в июне, а максимум их приходится на июль.

Пожары возникают сразу после схода снежного покрова. Более 44% всех пожаров регистрируется весной в апреле-мае, что обусловлено значительным количеством пожаров в лесостепной зоне, где пожары возникают в результате неконтролируемых сельхозпалов. Весной горят, в основном, типы леса с участием в живом напочвенном покрове трав и кустарничков, которые образуют рыхлый слой горючих материалов, а также насаждения, произрастающие по повышенным элементам рельефа. В летние месяцы возникает до 52% лесных пожаров и около 4% фиксируется в осенний период.

Одной из важных характеристик горимости лесов является периодичность пожаров или средний межпожарный интервал, который определяется пространственно-временной динамикой лесных пожаров в прошлом и настоящем. В результате многолетних исследований в сосновых лесах Средней Сибири нами проведена реконструкция периодичности лесных пожаров для 60 насаждений с использованием дендрохронологического анализа в зонально-географическом аспекте.

Выявлено, что длительность среднего межпожарного интервала в сосновых лесах Средней Сибири широко варьирует и определяется условиями произрастания, антропогенной нагрузкой и взаимосвязанностью элементов рельефа. Средний межпожарный интервал в бореальных сосновых лесах в последние столетия варьирует в среднем от 20 до 40 лет, но до 1750 года (начала массового заселения Сибири) он был более продолжителен. В то же время, наблюдается снижение их периодичности в 20-м веке, что связано с изменения лесопользования и фрагментацией ландшафтов и тотальным пожаротушением во второй половине двадцатого века. Периодичность пожаров, характеризуемая длительностью средних межпожарных интервалов, в светлохвойных лесах связана с географической широтой (рис. 1).

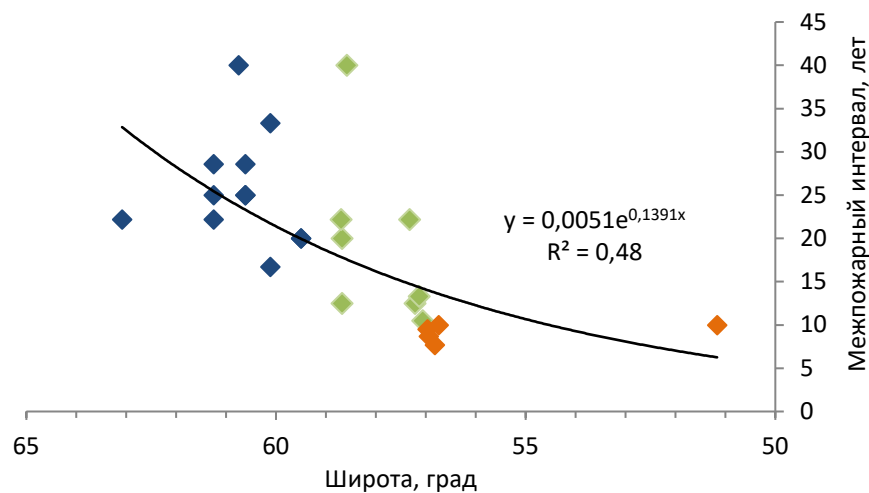


Рис. 1. Изменение величины среднего межпожарного интервала в зависимости от географической широты.

Длительность среднего межпожарного интервала определяется продолжительностью пожароопасного сезона. Под термином пожароопасный сезон понимается часть календарного года, в течение которой на охраняемой территории возможно возникновение лесных пожаров [3]. Продолжительность пожароопасного сезона на территории Средней Сибири возрастает с севера на юг от 86 до 187 дней в зависимости от географической широты.

Для лесов Средней Сибири характерны три типа пожароопасных сезонов: короткий и непрерывный – для северной и средней тайги, где горимость лесов очень высокая в течение 1-3 месяцев; продолжительный – для южной тайги, где пожары могут периодически возникать в течение 4-6 месяцев; двойной с короткими весенними и осенними максимумами горимости – для южных горных районов [1].

Выявлено, что в зональном аспекте средний межпожарный интервал в сосняках Енисейского меридиана уменьшается с севера на юг от зоны северной тайги к зоне лесостепи (рис. 2).



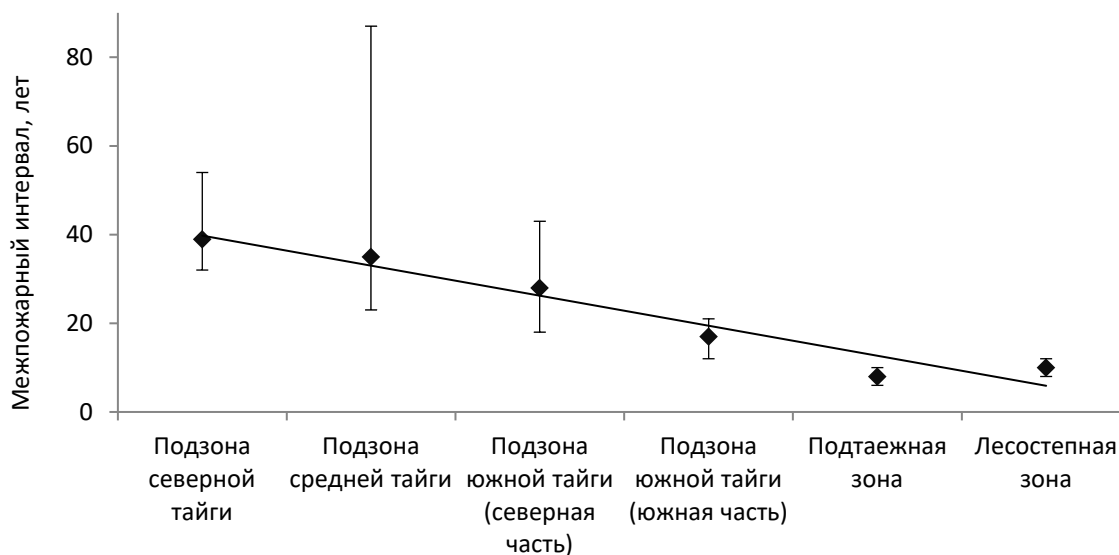


Рис. 2. Изменение величины среднего межпожарного интервала в зависимости от лесорастительной зоны Средней Сибири

В северной и средней тайге продолжительность фактического пожароопасного сезона не превышает 86 дней, соответственно и межпожарный интервал более длительный – 35-39 лет. При этом на неизолированных участках, куда пожары могут распространяться с прилегающих территорий, межпожарный интервал имеет более короткие минимальные значения, чем на изолированных участках. Так, на изолированных участках он достигает 87 лет, а на неизолированных участках варьирует от 20 до 40 лет.

В южной тайге, в ее северной части, продолжительность пожароопасного сезона увеличивается до 110 дней, а средний межпожарный интервал в сосняках изменяется до 28 (18-43) лет. К югу, с возрастанием продолжительности пожароопасного сезона и плотности населения, величина межпожарного интервала уменьшается почти в два раза и составляет от 12 до 21 года.

В сосняках подтаежной и лесостепной зон короткие средние межпожарные интервалы (8-10 лет) обусловлены еще более высокой антропогенной нагрузкой и более длительным фактическим пожароопасным сезоном (до 187 дней).

### *Заключение*

Таким образом, разнообразие климата, растительности и индустриальное освоение лесов способствует ежегодному возникновению лесных пожаров на территории Средней Сибири. В последние десятилетия на территории региона наблюдается рост числа пожаров и их площади. Географичность лесных пожаров обусловлена высокой природной пожарной опасностью бореальных лесов и их фитоценоотическими особенностями в связи с зональностью. Выявленная пространственная динамика пожаров характерна для последних столетий и репрезентативна, как в плане межпожарных интервалов, так и в отношении сезонности возникновения лесных пожаров. Периодичность возникновения пожаров и дли-

тельность средних межпожарных интервалов в сосновых лесах связана с географической широтой, взаимосвязанностью элементов ландшафта и антропогенной нагрузкой и уменьшается с севера на юг.

Планирование охраны лесов от пожаров должно регламентироваться применительно к конкретным лесным экосистемам, ландшафтам и лесорастительным зонам. Для этого необходимо продолжить исследования природы пожаров, условий их возникновения, распространения и развития, а также лесоводственных, экологических и экономических последствий воздействия огня на компоненты экосистемы в зонально-географическом аспекте.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Валендик Э.Н. Борьба с крупными лесными пожарами. Новосибирск: Наука. 1990. 192 с. И
2. Иванов В.А., Пономарев Е. И., Иванова Г. А., Мальканова А. В. Грозы и лесные пожары в современных климатических условиях Средней Сибири // Гидрология и климатология. 2023, №7, с. 102-113. DOI:10.52002/0130-2906-2023-7-102-113.
3. Курбатский Н.П. Терминология лесной пирологии // Вопросы лесной пирологии.– Красноярск: ИлиД.–1972.–С.171-231.
4. Kasischke E.S., Christensen N.L. and Stocks B.J. Fire, global warming, and the carbon balance of boreal forests. Ecological Applications. 1995. N 5(2). Pp. 437-451.
5. Goldammer J.G., Price C. Potential impacts of climate change on fire regimes in the tropics based on MAGICC and a GISS GCM-derived lightning model // Climatic Change. 1998. 39. Pp. 273-296.

© Г. А. Иванова, В. А. Иванов, 2024

*И. В. Фуряев<sup>1\*</sup>, С. В. Жила<sup>1</sup>*

## **Изменение пожарной опасности нарушенных темнохвойных насаждений средней и южной Сибири**

<sup>1</sup>Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, г. Красноярск, Российская Федерация  
\*e-mail: furya\_i@mail.ru

**Аннотация.** Целью проведенного исследования являлось изучение изменения пожарной опасности нарушенных темнохвойных насаждений Сибири, в сравнении с ненарушенными. Под нарушенными насаждениями понимались те, которые подверглись либо инвазиям насекомых, либо каким-то иным внешним воздействиям, в том числе пройденные пожарами. В представленной работе рассматривается изменение природной пожарной опасности темнохвойных насаждений подзоны южной тайги Красноярского края. Объектами исследований стали крупнотравно-зеленомошные пихтарники, представленные в основном пихтой сибирской (*Abies sibirica*), имеющими в составе сопутствующие породы, такие как: ель, кедр и сосна. Насаждения подверглись инвазии короеда полиграфа уссурийского (*Polygraphus Proximus Blandford*). Инвазия стала возможной вследствие климатических изменений и наличию хорошей кормовой базы для короеда, во всех местах произрастания исследуемых темнохвойных насаждений. На заложенных пробных площадях было произведено исследование живого и мертвого напочвенного покрова, сделан учет упавших древесных горючих материалов, сухостоя и древесины перешедшей в категорию валежа. В результате исследований было установлено, что в нарушенных темнохвойных насаждениях, по истечении восьми – десяти лет с начала инвазии, значительно увеличивается количество горючих материалов. Основное увеличение происходит в основном за счет упавших древесных горючих материалов, при 70-90 % переходе древесины в категорию валежа.

**Ключевые слова:** нарушенные пихтарники, изменения климата, инвазия полиграфа уссурийского, пожарная опасность темнохвойных насаждений, упавшие древесные горючие материалы, отпад древесины, запас горючих материалов

*I. V. Furyaev<sup>1\*</sup>, S. V. Zhila<sup>1</sup>*

## **Changes in the fire hazard of disturbed dark coniferous plantations in central and southern Siberia**

<sup>1</sup>V.N. Sukachev Institute of Forest SB RAS, Krasnoyarsk, Russian Federation  
\*e-mail: furya\_i@mail.ru

**Abstract.** The purpose of the study was to study changes in the fire hazard of disturbed dark coniferous plantations in Siberia, in comparison with undisturbed ones. Disturbed plantings were understood to be those that had been subjected either to insect infestations or to some other external influences, including logging of the main use. The presented work examines the change in the natural fire danger of dark coniferous plantations in the subzone of the southern taiga of the Krasnoyarsk Territory. The objects of research were large-grass and green-mossy fir trees, represented mainly by Siberian fir (*Abies sibirica*), which include related species such as spruce, cedar and pine. The plantings were invaded by the bark beetle of the Ussuri polygraph (*Polygraphus Proximus Blandford*).

The invasion became possible due to climatic changes and the presence of a good food base for bark beetles in all places of growth of the studied dark needles. On the laid-out test areas, a study of living and dead ground cover was carried out, accounting for fallen wood combustible materials, dead wood and wood that passed into the category of deadwood was made. As a result of the research, it was found that in disturbed dark coniferous plantations, after eight to ten years from the beginning of the invasion, the amount of combustible materials increases significantly. The main increase is mainly due to fallen wood combustible materials, with 70-90% of the transition of wood to the category of dead wood.

**Keywords:** disturbed fir trees, climate change, invasion of the Ussuriysky polygraph, fire danger of dark coniferous plantations, fallen wood combustible materials, loss of wood, stock of combustible materials

### *Введение*

В последние десятилетия, климат на планете быстро меняется. Эти изменения ставят под угрозу биологическое разнообразие, как на видовом, так и экосистемном уровнях. Особую угрозу может представлять воздействие насекомых – инвайдеров на растительные сообщества. Усыхание больших площадей лесных насаждений ведет к деградации основных функций лесов. Снижается их ресурсный потенциал, изменяется средообразующая функция, снижается пожароустойчивость, увеличивается горимость.

Усыхание темнохвойных лесов в результате инвазии полиграфа уссурийского (*Polygraphus proximus*) фиксируется в России более десяти лет [1]. Этот вид не является аборигенным видом южно-таежных темнохвойных насаждений Сибири. Его агрессивному распространению способствовали участвовавшие в последние десятилетия засушливые периоды, приводящие к снижению устойчивости темнохвойных насаждений [2]. К тому же пихта сибирская неустойчива к комплексу патогенных офиостомовых грибов, ассоциированных с полиграфом, это приводит к быстрому усыханию пораженных короедом насаждений [3].

География появления полиграфа уссурийского на территории нашей страны весьма обширна. Пихта сибирская является основной лесообразующей породой в лесах Средней и Южной Сибири. По данным [4], полиграф распространился уже на 4,9 млн. га пихтарников, что составляет почти треть их ареала. Повреждение пихты сибирской уссурийским полиграфом в последние десятилетия стало актуальным для Красноярского края, где короедом повреждены более 1 млн. га темнохвойных лесов [5].

Вопросами идентификации, экологии, жизненного цикла полиграфа уссурийского занимается множество специалистов – энтомологов, лесопатологов. Опубликовано много научных материалов, статей, обзоров на эту тематику. Однако, в этих работах не были рассмотрены вопросы изменения пожарной опасности нарушенных и ненарушенных темнохвойных насаждений, с точки зрения оценки запасов лесных горючих материалов их влагосодержания и хода их пожарного созревания [6,7].

Исходя из этого, целью нашей работы являлась оценка изменения пожарной опасности нарушенных и ненарушенных темнохвойных насаждений.

## Методы и материалы

Для оценки пожарной опасности было заложено две пробные площади в нарушенных насаждениях, а также контроли к ним. На первой пробной площади, расположенной в Мининском лесничестве (55°99'с.ш. и 92°06'в.д.), пихта усохла на 75-80 %. На второй, расположенной в Емельяновском лесничестве (56°13'с.ш. и 91°59'в.д.), усыханием пихты составило 45-50 %.

По данным лесоустройства 2015 года повреждение сибирской пихты на первой пробной площади началось в 2012-2013 годах, на второй площади в 2020 году.

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 метров. Климат района умеренно-континентальный, с холодной длинной, зимой и жарким, коротким летом. Для района характерно достаточное и даже избыточное количество осадков (в год 800 мм. и более). Почвы подзолистые, имеют развитый гумусовый горизонт, выраженную кислую реакцию.

В течении полевого сезона была проведена оценка поврежденных короедом пихтовых насаждений. Темнохвойные насаждения с преобладанием пихты сибирской (*Abies sibirica*) относятся к крупнотравно-зеленомошному типу леса. Древостои одноярусные, с хорошо развитым подлеском из спиреи рябинолистной (*Spiraea L.*), рябины (*Sorbus L.*) и малины лесной (*Rubusidaeus*). 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.

В травяно-кустарничковом ярусе доминируют осока, вейник, борец, подмаренник, незабудка, папоротник, крапива. Всего около 15 видов. Общее проективное покрытие составляет от 5 до 60 %. Высота яруса 5-25 см. Общее проективное покрытие мхов 30-40 %, высота 2-2,5 см, наблюдается четкая приуроченность степени развития мохового покрова к структуре полога древостоя. В составе мохового покрова доминируют плевроциум Шребера (*Pleuroziumschreberi*) и гилокомий блестящий (*Hylocomiumsplendens*).

Общая численность подроста варьирует от 0,92 до 5,55 тыс. шт./га, представлен пихтой и березой, а также елью.

На каждой пробной площади закладывались 50-ти метровые трансекты, на которых проводились работы по оценки запасов лесных горючих материалов, а также учет отпада деревьев, после вспышки уссурийского полиграфа (*Polygraphus proximus*). Согласно методике, на каждом трансекте закладывали по 15 площадок 25x20 см. На площадках собирали живой напочвенный покров (травы и кустарнички), опад, который включал такие фракции как хвоя, кора, шишки, веточки, сохранившие свою структуру листья и ветошь, мох и подстилку. На углах заложенной площадки измеряли толщину слоя лесных горючих материалов, а также отдельно учитывали толщину мха. Образцы живого напоч-

венного покрова, опада и подстилки сушили в лабораторных условиях, после чего определяли вес в абсолютно сухом состоянии. Всего было отобрано около 200 образцов живого напочвенного покрова, опада и подстилки [8].

Запас упавших древесных материалов определяли методом пересеченных линий. Этот метод заключается в определении классов диаметра элементов древесных горючих материалов (менее 7 см в диаметре), входивших в вертикальную плоскость пересечения с пробной линией, при помощи специальной мерной вилки, просветы между зубцами которой соответствуют разным классам диаметра. Элементы свыше 7 см в диаметре, попавшие в эту плоскость, измеряли с помощью большой мерной вилки с точностью до 0,1 см. Учет производили на линии длиной 5 м (всего было заложено 42 линии). В конце измерений количество элементов, пересеченных линией складывалось по классам диаметра для пробной точки, где производили пересчет упавших древесных горючих материалов. В дальнейшем для определения запаса упавших ветвей и валежа был подобран соответствующий постоянный, переводной коэффициент, который умножали на число пересеченных элементов данного класса диаметра. Учет деревьев в поврежденном насаждении описывали методом перечислительной таксации [9, 10]. У каждого выбранного дерева замеряли высоту, диаметр на высоте 1,3 м, степень пожелтения крон, оценивали жизнеспособность по двум категориям – живые или усохшие, а также степень заселения насекомыми. Всего было учтено около 400 деревьев.

Описание нижних ярусов растительности проводили по методике А.В. Побединского [11]. Для учета возобновления закладывали учетные площадки размером 5 на 5 м (всего было заложено 34).

### **Результаты**

В ходе данных исследований было установлено что нарушенность темнохвойных насаждений в ходе инвазии короеда полиграфа уссурийского (*Polygraphus Proximus Blandford*) привела к изреживанию данных древостоев, снижению прироста и качества древесины. Следствием этого стало изменение светового, а также теплового режимов под кронами основного яруса. В нарушенных насаждениях наблюдается значительное изменение видового состава травяно-кустарничкового яруса, а также его запасов. После гибели древесного яруса изменяется температурный режим и влажность почвы. Формируется благоприятная среда для крупнотравной растительности и как следствие этого, деградации мохового покрова. Что в свою очередь способствует накоплению значительных запасов напочвенных горючих материалов и повышению пожарной опасности темнохвойных насаждений. Так, на пробной площади №1, с отпадом деревьев верхнего яруса до 80 %, запас трав и кустарничков составил более 1 т/га (таблица 1). Здесь в видовом составе преобладает крупнотравье, злаковые, а также несколько видов папоротников [12, 13]. На пробной площади № 3 с частичным отпадом древесного яруса (отпад до 60 %) запас данного показателя составил 0,95 т/га. На данном участке, как и в контрольных насаждениях, наблюдается значительная доля мелкотравных видов, а также мхов.

Запасы горючих материалов на пробных площадях, т/га

Пробная площадь	Травы и кустарнички	Опад	Упавшие древесные горючие материалы	Подстилка	Всего
1	1,03	1,63	3,08	3,75	9,49
2	0,73	0,90	0,26	3,15	5,04
3	0,95	1,65	1,12	1,72	5,44
4	0,49	1,13	0,92	2,10	4,46

В ходе работы были произведена количественная и качественная оценка состояния подроста в нарушенных и ненарушенных темнохвойных насаждениях. На исследуемых площадях преобладает подрост пихты, березы, ели, осины и кедра встречается единично.

По результатам исследования отпада деревьев, наибольшей процент его был на малой и средней ступенях толщины. Это полностью соответствует выводам энтомологов о том, что относительно тонкокорые и тонкомерные, имеющие сердцевидную гниль и пониженное смолообразование деревья повреждаются полиграфом уссурийским в первую очередь [1,3]. Выше сказанное, полностью соответствует процентному распределению живых деревьев по ступеням толщины на пробных площадях. На нем видно, что наибольшее количество живых деревьев отмечено в группах с малой и средней ступенями толщины, с 8 по 20 ступени. Это свидетельствует о том, что именно такие деревья доминировали в насаждении до момента начала инвазии.

В результате исследования, было установлено, что наибольшее количество горючих материалов было зафиксировано на пробной площади со значительным повреждением древесного яруса (до 80 %), запас составил более 9 т/га. При этом доля упавших древесных горючих материалов в общем запасе составила 40 %, что в значительной степени отличается от донного показателя в ненарушенном насаждении (пробная площадь № 2)..

Очевидно, что основной прирост массы произошел за счет вываленных деревьев, упавших веток, сучьев. На пробной площади № 1 существенно выросла масса подстилки (3,75 т/га). Масса травы и кустарничков на пробных участках существенно не увеличилась, что противоречит данным, полученным при исследовании шелкопрядников [14]. Это свидетельствует о разнице в условиях места произрастания, ландшафтов, климата, типах почвенного покрова исследуемых насаждений.

Изменение климата на планете неизбежно будет приводить к дальнейшим инвазиям различных насекомых в аборигенные леса. Учитывая, что в мире существует более 2 млн. энтомологических видов, а описано не более 800 тыс., встреча с ними может быть непредсказуемой и опасной [2,3]. То, что леса, поврежденные уссурийским полиграфом, становятся менее пожароустойчивыми,

очевидно по результатам проведенного исследования. В нарушенных насаждениях происходит массовый отпад деревьев, что приводит к изреживанию древостоев, способствует увеличению запасов и созреванию горючих материалов. Исходя из этого, становятся актуальными исследования, которые помогают оценить воздействие негативных факторов, влияющих на жизненное состояние насаждений в целом, а также на их отдельные компоненты. В дальнейшем, расширяя объём данных можно будет дать оценки ущерба и последующих процессов восстановления поврежденных насаждений.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Старк В.Н. Короеды // Фауна СССР. Насекомые жесткокрылые. М.-Л.: Издательство АН СССР, 1952. 31. 464 с.
2. 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.
3. 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.
4. 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 3-летних исследований: презентация на VIII чтениях памяти О.А. Катаева. Режим доступа: <http://spbftu.ru/UserFiles/Image/kataev/2015/Krivets.pdf>. Дата обращения: 09.12.2014.
5. С.А. Кривец, И.А. Керчев, Э.М. Бисирова, Н.В. Пашенова, Д.А. Демидко, В.М. Петько, Ю.Н. Баранчиков // Уссурийский полиграф в лесах Сибири (распространение, биология, экология, выявление и обследование поврежденных насаждений). Методическое пособие. Томск - Красноярск.
6. Баранчиков Ю.Н., Пашенова Н.В., Петько В.М. Факторы динамики численности популяций уссурийского полиграфа *Polygraphus proximus* Blandford (Coleoptera, Scolytidae) на фронтах его инвазийного наступления // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2012. Т. 4. С. 100-104
7. Krivets S.A, Bisirova E.M, Kerchev I.A, Pats E.N, Chernova N.A. Transformation of Taiga ecosystems in the Western Siberian invasion focus of four-eyed fir bark beetle *Polygraphus proximus* Blandford (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae). Russian Journal of Biological Invasions. 2015;6(2):94-108.
8. Курбатский Н.П. Исследование количества и свойств лесных горючих материалов // Вопросы лесной пирологии. Красноярск: ИЛИД, 1970. С.5-58.
9. McRae D.J., Alexander M.E., Stocks B.J. Measurement of fuels and fire behavior on prescribed burns / A Handbook. Can. For. Serv., Great Lakes For. Res. Cent., Sault Ste. Marie, ON, Inf. Rep. O-X-287, 1979. 44 p.
10. Van Wagner C.E. The line intersect method in forest fuel sampling // Forest Sci, 1968. – V.14. – P. 20-26.
11. Побединский, А.В. Изучение лесовосстановительных процессов (методические указания). Красноярск, 1962. 60 с.
12. Жила С.В., Иванова Г.А., Иванов В.А., Цветков П.А. Лесовозобновление после пожаров разной интенсивности в сосняках Средней Сибири // Сибирский лесной журнал. 2019. № 6. С. 53-62.



13. Санников, С.Н., Санникова Н.С., Петрова И.В. Естественное лесовозобновление в Западной Сибири // Эколого-географический очерк. – Екатеринбург: УрО РАН, 2004. 197 с.
14. Фуряев В.В.//Шелкопрядники тайги и их выжигание. Москва. Наука, 1966.

© И. В. Фуряев, С. В. Жила, 2024

*К. А. Семенова<sup>1\*</sup>, Е. С. Волкова<sup>1</sup>*

## **Климатические ресурсы для выращивания картофеля на юге Томской области**

<sup>1</sup> Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, г. Томск,  
Российская Федерация  
\* e-mail: ksenia\_ska@mail.ru

**Аннотация.** На юге Западной Сибири климатические условия благоприятствуют возделыванию одной из популярных в России сельхозкультур – картофеля. Среди сибирских картофелеводческих регионов климатические ресурсы Томской области позволяют успешно заниматься выращиванием картофеля и получать высокие урожаи. Однако, в условиях изменения некоторых климатических параметров появляются неблагоприятные факторы для повышения урожайности. Целью данного исследования является методологическое обоснование наиболее благоприятных периодов для возделывания картофеля и факторов риска для развития культуры на примере территории Томского района Томской области. Для исследуемой территории выделен ряд климатических характеристик, определяющих урожайность и качество картофеля. На основе анализа метеоданных за период с 2000 по 2023 гг. оценены климатические ресурсы и вероятность проявления неблагоприятных климатических явлений через относительную частоту их наступления. Установлено, что в данной местности климатические ресурсы отвечают всем требованиям к условиям произрастания картофеля. Наиболее оптимальный период для посадки картофеля приходится на вторую и третью декаду мая. С этого периода до предполагаемых сроков уборки урожая сумма активных температур более 10°C в среднем составляет 1800°C. Результаты показывают, что наибольший ущерб местному картофелеводству наносят поздние заморозки, низкая влажность воздуха весной и июльские обильные продолжительные осадки. Вероятность проявления этих явлений колеблется по годам. Сделанные в ходе исследования выводы и рекомендации на практике могут представлять интерес для крупных фермерских хозяйств и местного населения, занимающихся картофелеводством.

**Ключевые слова:** ресурсы климата, климатические риски, картофелеводство, юг Западной Сибири

*K. A. Semenova<sup>1\*</sup>, E. S. Volkova<sup>1</sup>*

## **Climatic resources for potato cultivation in the south of the Tomsk region**

<sup>1</sup>Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS, Tomsk, Russia  
\* e-mail: ksenia\_ska@mail.ru

**Abstract.** In the south of Western Siberia, climate conditions are favorable for the cultivation of potatoes, one of the most popular crops in Russia. Among the regions that grow potatoes in Siberia, the Tomsk region has the best climatic resources for successful cultivation and high yields. However, with changes in certain climatic parameters, some unfavorable factors can increase the risk of low yields. The aim of this study is to methodologically justify the most favorable times for potato cultivation and identify risk factors for crop development, using the territory of the Tomsk region as an example. A number of climatic factors have been identified for the study area that affects the yield and quality of potatoes. Based on an analysis of meteorological data from 2000 to 2023, we estimate

the climatic resources available and the likelihood of adverse climatic events through their relative frequency. It has been found that; the climate is quite favorable for potato growing in this area. The most favorable time for planting potatoes is the second and third weeks of May. During this period, the average sum of active temperature above +10°C is 1800°C until the expected harvest date. However, there are some adverse events that can cause damage to local potato production. These include late spring frost, low spring humidity, and heavy, prolonged rainfall in July. The likelihood of these events varies from year to year. The conclusions and recommendations derived from the study may be of practical interest to the large farms and local farmers who engage in potato farming.

**Keywords:** climate resources, climate risks, potato growing, south of Western Siberia

### *Введение*

Национальные интересы продовольственной безопасности нашей страны предполагают повышение степени самообеспечения основными продуктами питания [1]. К числу таковых относится популярная у населения сельхозкультура – картофель, потребление которой у россиян остается в ряду самых высоких в мире [2, 3]. По данным Росстата на душу населения в Российской Федерации приходится 111 кг картофеля в год [4]. Среди лидирующих картофелеводческих регионов наиболее благоприятными почвенно-климатическими условиями для выращивания этой культуры располагают сельхозгодия южных районов Западной Сибири, на фоне которых выделяется Томская область. На этой территории такие неблагоприятные климатические факторы, как сильный и продолжительный засушливый период и длительный период с сильными осадками при низких температурах воздуха наблюдаются не так часто. Тем не менее, эти погодные явления в отдельные годы могут привести к ощутимому снижению урожайности картофеля.

Для повышения продуктивности культуры сибирскими учеными и аграриями ведутся перспективные селекционные работы, внедряются новые технологии, совершенствуются технические средства и проводятся работы по профилактике различных заболеваний [3, 5, 6]. Исследований, посвященных оценке климатических ресурсов и их влиянию на продуктивность картофеля на юге Западной Сибири, значительно меньше [7, 8]. В целом задача комплексного анализа климатических ресурсов и рисков для успешного развития регионального картофелеводства остается до конца не решенной. В связи с этим, целью исследования является оценка наиболее благоприятных климатических условий для возделывания картофеля и вместе с тем, анализ факторов риска для роста и развития культуры на примере территории Томского района Томской области.

### *Материалы и методы*

В данном исследовании для рассматриваемой территории выделены две группы климатических показателей, определяющих урожайность и качество картофеля. Первая группа включает характеристику климатических ресурсов: дата наступления периода активной вегетации, продолжительность периода активной вегетации, сумма активных температур более 10°C (САТ), температура почвы на глубине 10 см. Вторая группа описывает случаи неблагоприятных климатиче-

ских явлений: опасные заморозки (температура воздуха  $\leq -1,5^{\circ}\text{C}$ ), низкая влажность воздуха (влажность воздуха  $\leq 30\%$ ), жаркая погода (температура воздуха  $\geq 30^{\circ}\text{C}$  в течение не менее 5 суток), сильные осадки (осадки более  $\geq 15$  мм/сутки).

Для анализа временной динамики были использованы массивы метеоданных ООО «Расписание погоды» [9] и ряды данных, включенные в базу National Centers for Environmental Information [10] за период с 2000 по 2023 гг. по метеостанции г. Томска. Временной интервал, учитывающий устойчивый переход среднесуточной температуры через  $+10^{\circ}\text{C}$  в период активной вегетации выбран с 1 мая по 10 сентября. Для выявления характеристик активной вегетации использовалась методика определения дат устойчивого перехода температуры воздуха через определенные значения, описанная Д.А. Педь [11]. Многолетний термический режим почв на глубине 10 см анализировался по выборке из массива базы данных лаборатории мониторинга лесных экосистем ИМКЭС СО РАН [12].

Методика оценки природно-климатических рисков строится на вероятности наступления неблагоприятных для развития картофеля климатических явлений и определяется, как правило, через относительную частоту, с которой конкретное событие проявляется внутри класса событий [13, 14, 15]. Вероятность наступления неблагоприятного явления анализируется по декадам вегетационного периода по фенологическим фазам развития картофеля.

### *Результаты*

Ряд авторов отмечает изменение сроков устойчивых переходов среднесуточных температур через  $0^{\circ}\text{C}$ ,  $5^{\circ}\text{C}$  и  $10^{\circ}\text{C}$  и увеличение сроков вегетационного периода на юге Западной Сибири [8, 16, 17, 18]. В этих условиях многие картофелеводческие хозяйства стремятся начать посевные работы в более ранние сроки. Действительно, ранняя посадка картофеля предопределяет преждевременные сроки созревания, однако, нужно учитывать климатические факторы, сказывающиеся на конечной урожайности культуры и ее лежкости.

С начала XXI в. наступление даты устойчивого перехода через  $10^{\circ}\text{C}$  на ст. Томск варьировало – начиная с первой декады мая и заканчивая концом первой декады июня. Вероятность сроков наступления устойчивого перехода в первой декаде мая составила всего 26 %, в большинстве случаев (42 %), выпадая на вторую декаду мая, а 32 % – на конец мая и начало июня. САТ, необходимая для оптимального развития картофеля, на ст. Томск также сильно различается по годам: многолетняя величина имеет значение около  $1800^{\circ}\text{C}$ , в отдельные годы превышая  $2000^{\circ}\text{C}$  (рис. 1). С начала периода активной вегетации до третьей декады августа (первый предполагаемый срок уборки картофеля) показатель САТ в среднем по годам равен  $1760^{\circ}\text{C}$ , до конца первой декады сентября (второй предполагаемый срок уборки картофеля) –  $1870^{\circ}\text{C}$ . С этими показателями коррелирует показатель срока прогрева температуры почвы до  $8^{\circ}\text{C}$  на глубине 10 см, который определяет формирование оптимальных почвенно-климатических условий для посадки картофеля. В Томском районе начало такого периода прихо-

дится в среднем на вторую декаду мая, за исключением некоторых случаев, когда эти условия устанавливались уже в первую декаду мая (2013 г., 2015 г.).

Показатель САТ в совокупности с температурным режимом и суммой осадков отражают те климатические ресурсы, которые влияют на урожайность картофеля (рис. 1). Так, например, в 2012 г. во время теплого периода величина САТ составляла почти 2000°C, среднесуточная температура была высокой (19°C), а количество осадков минимальным (130 мм), соответственно, урожайность картофеля снизилась до 145 ц/га (при средней урожайности в Томском районе 165 ц/га) [19]. Напротив, в 2015 г. САТ достигла 2060°C, среднесуточная температура была оптимальной для роста картофеля – 17°C, выпало достаточное количество осадков – 260 мм, и в этих благоприятных условиях урожайность возросла до 200 ц/га.

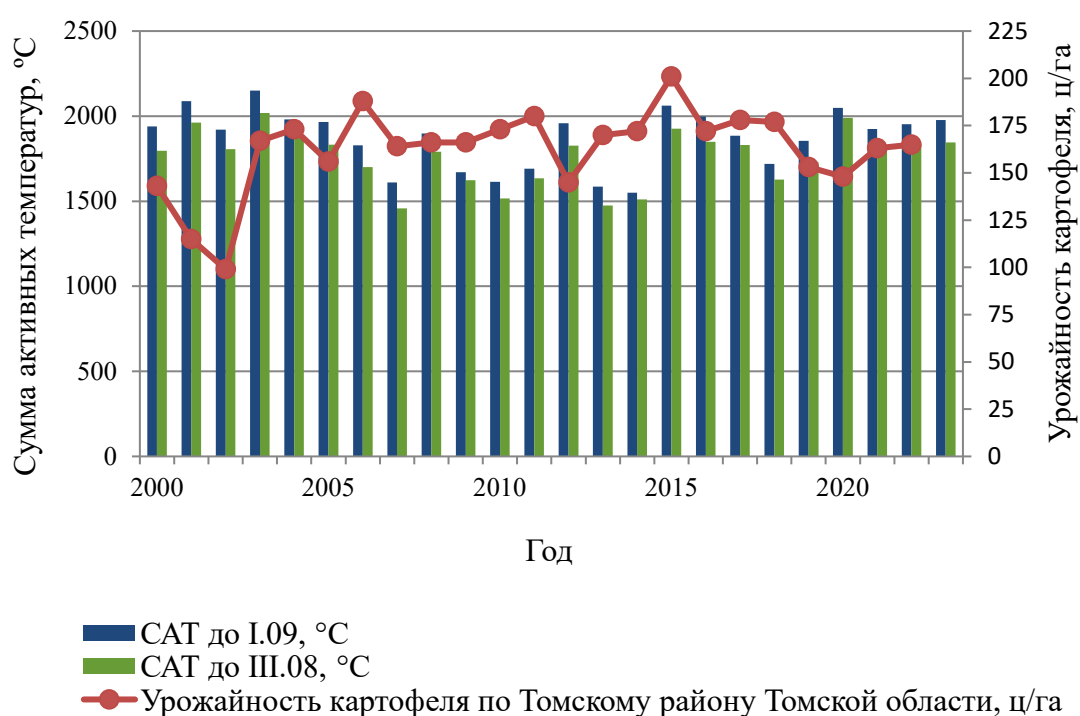


Рис. 1. Соотношение показателей суммы активных температур и урожайности картофеля в Томском районе за период с 2000 по 2023 гг.

Несмотря на благоприятные в целом климатические ресурсы для выращивания картофеля в районе исследования, для каждой фазы развития культуры существуют климатические факторы риска, отрицательно сказывающиеся на конечной продуктивности. В таблице 1 приводится подекадный анализ климатических факторов риска по фазам развития среднеранних сортов картофеля на территории Томского района Томской области с предполагаемым оптимальным сроком посадки в третьей декаде мая.

Вероятность проявления климатических факторов риска по фазам развития для среднеранних сортов картофеля в Томском районе

Фазы развития растений картофеля	Продолжительность периода по декадам месяца	Вероятность факторов риска, %			Сильные осадки
		Опасные заморозки	Низкая влажность воздуха	Жаркая погода	
Укоренение и появление всходов	III.05 – I.06	III.05 – 16,7%	III.05 – 72,2%	–	III.05 – 41%
Ранний вегетативный рост и развитие столона	I.06 – I.07	–	I.06 – 55,6% II.06 – 55,6% III.06 – 22,2%	–	I.06 – 24% II.06 – 29% III.06 – 35%
Образование клубней на конце столонов, цветение	I.07 – II.07	–	I.07 – 27,8%	–	I.07 – 59%
Рост клубней, конец цветения	II.07 – I.08	–	II.07 – 27,8% III.07 – 16,7%	II.07 – 5,6%	II.07 – 29% III.07 – 47%
Созревание клубней и отмирание ботвы	I.08 – I.09	–	I.08 – 11,1% II.08 – 11,1%	–	I.08 – 29% II.08 – 18% III.08 – 47% I.09 – 6%

На первой фазе лимитирующими факторами для своевременного появления и полноценного роста всходов могут выступать сильные заморозки и низкая влажность воздуха. Несмотря на то, что картофель является холодостойкой культурой, поздние весенне-летние заморозки могут нанести ощутимый урон производству картофеля [8]. При ранних сроках посадки вероятность наиболее опасных для всходов картофеля заморозков с температурой минус 1,5°C и ниже максимальна в первой декаде мая и составляет 66,7 %, но к концу месяца она снижается до 16,7 %.

Низкая влажность воздуха, предопределяющая недостаток влаги в почве, в первой и второй декаде мая фиксируется каждый день при слабой вероятности сильных и продолжительных осадков. Третья декада мая характеризуется нарастанием тепла, уменьшением вероятности заморозков и низкой влажности воздуха, увеличением дней с дождливой погодой. Как раз в это время температура почвы в южных районах Томской области на глубине 10 см устойчиво достигает 7°C [12], и среднесуточная температура воздуха, как правило, не опускается ниже 11°C.

На последующих стадиях развития культуры постепенно снижаются риски, связанные с низкой влажностью воздуха. В целом культуре во все фазы развития и роста необходимо оптимальное количество осадков [20]. Вероятность сильных осадков на протяжении всего вегетационного периода колеблется от 6 до 59%. Наибольшие значения приходятся на период бутонизации и цветения, как раз в это время картофелю для роста нужна влага. Однако сильные

и продолжительные осадки, случающиеся в некоторые годы (2002, 2005, 2008, 2022), могут способствовать загниванию клубней и вызывать рост грибковых заболеваний. Например, с середины июля до конца августа 2022 г. на ст. Томск отмечались продолжительные ежедневные осадки, которые привели к вымоканию и загниванию клубней картофеля, что сказалось на его качестве и лежкости. Кроме того, отмечается, что опасность смыва почвы при выпадении сильных осадков усиливается. Так, при посадке картофеля на склоне длиной 300–500 м и крутизной 3–8° объем смыва может достигать до 40-100 м<sup>3</sup>/га [21].

Наибольшая потребность картофеля во влаге наступает в межфазный период от его цветения до увядания ботвы [20], для Томского района в это время соотношение тепла и влаги оптимально. Но в некоторые годы наблюдается избыток влаги, это наиболее часто случается в третьей декаде июля и в третьей декаде августа, а также в период предполагаемого сбора урожая, т.е. во второй декаде сентября. Высоким абиотическим стрессом для развития в фазу клубнеобразования является жаркая погода [20]. На территории жаркая и сухая погода устанавливается крайне редко, в основном во второй декаде июля с вероятностью 5,6 %. Подобная погода наблюдалась в 2012 г., что сказалось на снижении урожайности по всей Томской области более чем на 10 %. В целом по многолетним данным в районе исследования среднесуточная температура воздуха теплого периода года варьирует от 15°С до 19°С.

### *Обсуждение*

По данным для полного созревания картофеля САТ составляет для ранних и среднеранних сортов 1000-1500°С с периодом созревания 60-80 дней, для среднеспелых и позднеспелых – 1400-1600°С с периодом созревания 80-100 дней, при этом оптимальная температура для картофеля во время вегетативного роста – 17°С [8, 22]. Проведенный анализ климатических ресурсов по показателю САТ за вегетационный период для полного развития растений картофеля в Томском районе составляет от 1400 до 2000 °С, а максимальный период созревания длится около 110 дней при средней многолетней температуре +17°С, что позволяет культивировать многие сорта картофеля. Оценка возможных рисков для картофелеводства показывает, что более оптимальным временем посадок для большинства сортов культуры в регионе исследования является конец мая – начало июня, когда начинается период устойчивого перехода температуры воздуха через +10°С, и температура почвы на глубине 7-10 см достигает +7-8°С. Этот период характеризуется нарастанием тепла, уменьшением вероятности возврата холодов и увеличением количества влажных дней.

### *Заключение*

Таким образом, климатические ресурсы на территории Томского района Томской области создают довольно благоприятные условия для выращивания многих сортов картофеля. В этом вопросе немаловажно правильно выбирать сорт картофеля, учитывать особенности почвенного покрова, а также не прене-

бегать знаниями об опасных для картофелеводства природно-климатических явлений. Вероятность проявления отдельных опасных факторов, влияющих на эффективность производства картофеля в исследуемом районе, имеет значение от 6% до 72,2%. Дальнейшие наши исследования направлены на анализ климатических ресурсов и рисков для картофелеводства по всей территории юга Западной Сибири, и с этих позиций предполагается провести комплексное районирование территории по выделенным показателям. Предлагаемые методологические подходы, выводы и рекомендации на практике могут быть использованы для региональных служб, представлять интерес для частного бизнеса и личных подсобных хозяйств, занимающихся картофелеводством.

### *Благодарности*

Исследование поддержано Министерством науки и высшего образования Российской Федерации (госзадание ИМКЭС СО РАН, регистрационный номер проекта № 121031300226-5, FWRG-2021-0003).

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&firstDoc=1&lastDoc=1&nd=102660479> (дата обращения: 21.03.2024).
2. Арутюнян А.А. Анализ и прогноз состояния и путей развития производства, селекции и семеноводства картофеля в России // Управление рисками в АПК. – 2020. – № 1. – С. 67-74.
3. Девяткина, Л. Н. Производство картофеля: глобальные и национальные дискурсы // Вестник НГИЭИ. – 2018. – № 5(84). – С. 122-134.
4. Регионы России. Социально-экономические показатели 2014 г. Федеральная служба государственной статистики. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://rosstat.gov.ru/bgd/regl/b14\\_14p/IssWWW.exe/Stg/d01/04-24.htm](https://rosstat.gov.ru/bgd/regl/b14_14p/IssWWW.exe/Stg/d01/04-24.htm) (дата обращения: 13.02.2024).
5. Брикач Г. Е., Девяткина Л. Н. Прогнозные сценарии возможного развития производства картофеля в Нижегородской области вплоть до 2020 года // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2017. – № 1 (26). – С. 44–47.
6. Калинин А.Б., Теплинский И.З. Методы и средства управления режимами влагообеспечения в технологии возделывания картофеля // Картофель и овощи. – 2022. – №2. – С. 28-32. DOI: 10.25630/PAV.2022.11.32.004
7. Логинов Ю.П., Казак А.А., Якубышина Л.И. Состояние и перспективы развития картофелеводства в Западной Сибири // Известия Оренбургского Государственного Аграрного Университета. – 2019. – № 1 (75). – С. 50-52.
8. Пивоварова Е.Г., Люцигер А.О., Райхерт Е.В., Кузнецова Т.А. Влияние климатических изменений на урожайность картофеля и моркови в условиях Алтайского Приобья // Известия Алтайского государственного университета. Серия биологическая. – 2011. – № 3-2 (71). – С. 40-44.
9. Расписание погоды rp5.ru. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://rp5.ru/Архив\\_погоды](http://rp5.ru/Архив_погоды) (дата обращения: 28.03.2024).
10. NOAA`s National Centers for Enviromental information (NCEL). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/g sod/> (дата обращения: 12.11.2023)
11. Педь Д.А. Об определении дат устойчивого перехода температуры воздуха через определенные значения // Метеорология и гидрология. – 1951. – № 10. – С. 38–39.



12. Копысов С. Г., Дюкарев А. Г., Никифоров А. Н. Термический режим почв юга таёжной зоны Западной Сибири / Свидетельство о регистрации базы данных № 2022623086, 24.11.2022.
13. Мельник М.А., Волкова Е.С., Мельник С.А. Риски в сфере лесопользования, связанные с опасными природными процессами зимнего периода // Геосферные исследования. – 2020. – №4. – С. 68-83. DOI: 10.17223/25421379/17/6
14. Невидимова О.Г., Волкова Е.С., Мельник М.А., Янкович Е.П. Региональные исследования рисков природопользования в условиях современных климатических изменений: основные подходы и методы оценки // Сибирский экологический журнал. – 2022. – №3. – С. 292-304. DOI: 10.15372/SEJ20220304
15. Истомина Е.П., Слесарева Л.С. Оценка риска экстремальных гидрометеорологических явлений // Гидрология. – 2010. – №16. – С. 14-21.
16. Фомин Э.С., Фомина Т.И. Изменение фенологии многолетних растений в Западной Сибири на фоне глобального потепления климата // Сибирский экологический журнал. – 2021. – Т. 28. – № 5. – С. 543-556. DOI: 10.15372/SEJ20210504
17. Ромашова Т. В. Филандышева Л. Б. , Юркова К. Д. Анализ динамики временных характеристик сезонов года в подтайге Западно-Сибирской равнины за период с 1936 по 2015 г. // Геосферные исследования. – 2017. – № 3. – С. 16–25. DOI: 10.17223/25421379/4/3
18. Барашкова Н.К., Кужевская И.В., Носырева О.В. Климатические характеристики режима устойчивого перехода температуры воздуха через определенные пределы на юге Западной Сибири // Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2015. – №1. – С.87-97. . DOI: 10.15356/0373-2444-2015-1-87-97
19. Регионы России. Социально-экономические показатели - 2011 г. Федеральная служба государственной статистики. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://rosstat.gov.ru/bgd/regl/B11\\_14p/IssWWW.exe/Stg/d02/15-21.htm](https://rosstat.gov.ru/bgd/regl/B11_14p/IssWWW.exe/Stg/d02/15-21.htm) (дата обращения: 18.04.2024).
20. Лапшинов Н.А. Урожайность картофеля в зависимости от влагообеспеченности // Достижения науки и техники АПК. – №3. – 2009. – С. 26-28.
21. Евсеева Н. С., Квасникова З. Н. , Кужевская И. В. Ливни как природный риск и их экологические аспекты (на примере южной части Томской области) // Геосферные исследования. – 2021. – № 4. – С. 73–84. DOI: 10.17223/25421379/21/6
22. Левшин А. Г. Возделывание экологически чистого картофеля раннего в двухурожайной культуре в условиях Московской области: практические рекомендации. – Москва: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2020.– 42 с.

© К. А. Семенова, Е. С. Волкова, 2024

*С. П. Казьмин<sup>1\*</sup>, О. В. Климов<sup>2</sup>*

## **Прогноз экологических изменений в связи с динамикой климата**

<sup>1</sup>Западно-Сибирское отделение Института леса им. В.Н. Сукачёва СО РАН – филиал  
ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр

"Красноярский научный центр СО РАН"», г. Новосибирск, Российская Федерация

<sup>2</sup>Сибирский региональный научно-исследовательский гидрометеорологический институт,  
г. Новосибирск, Российская Федерация

\*e-mail: c\_kazmin@mail.ru

**Аннотация.** Широко используемый в науке термин «климат» многокомпонентный. Он включает в себя гидротермический баланс земной поверхности, определяющий характер ландшафта, и круговорот воды. Главнейшим внешним фактором является суммарный астрономический приток солнечной энергии к земной поверхности, а внутренним - количество влаги, т.е. влагообеспеченность. Гидротермический баланс характерен для определённого времени и данной территории. Необходимы качественные, количественные и временные оценки всех климатических факторов, а не только некоторых, главным образом термальных. Основными являются энергетические. Они первичны и исходны, все остальные к ним вторичны. Следствия этого основного фактора в комплексе экзогенных процессов проявляются с различной скоростью. На примере гидросети юго-востока Западной Сибири приводятся сценарии экологических изменений, связанных с колебаниями климата.

**Ключевые слова:** гидрологический режим, половодье, современная долина, поверхностные воды, грунтовые воды, сезонный сток

*S. P. Kazmin<sup>1\*</sup>, O. V. Klimov<sup>2</sup>*

## **Forecast of environmental changes due to climate dynamics**

<sup>1</sup> West Siberian Branch of the Sukachev Institute of Forest SB RAS - Branch of the Federal  
Research Center "Krasnoyarsk Science Center", Novosibirsk, Russian Federation

<sup>2</sup> Siberian Regional Research Hydrometeorological Institute, Novosibirsk, Russian Federation

\*e-mail: c\_kazmin@mail.ru

**Abstract.** The term "climate", widely used in science, is multicomponent. It includes the hydrothermal balance of the earth's surface, which determines the nature of the landscape, and the water cycle. The main external factor is the total astronomical inflow of solar energy to the earth's surface, and the internal one is the amount of moisture, i.e. moisture availability. The hydrothermal balance is typical for a certain time and a given area. Qualitative, quantitative and temporal assessments of all climatic factors are needed, not just some, mainly thermal ones. The main ones are energy ones. They are primary and initial, all others are secondary to them. The consequences of this main factor in the complex of exogenous processes manifest themselves at different rates. Scenarios of environmental changes related to climate fluctuations are presented using the example of the hydro grid in the south-east of Western Siberia.

**Keywords:** hydrological regime, high water, modern valley, surface waters, groundwater, seasonal runoff

## ***Введение***

Западная Сибирь почти целиком относится к холодному гидротермическому поясу Северного полушария, т.е. поясу стока. Мнение о том, что вышеуказанный регион представляет собой речную страну, нет оснований считать преувеличением. Здесь естественные долины длительное время подвергались и подвергаются ныне эрозионным процессам и техногенным нагрузкам. Взаимодействие человека на водные ресурсы является одной из сторон взаимоотношения его с природной средой. Жизнь и деятельность населения тесно связана с гидросетью. Заселение территорий в основном начиналась с освоением долин местных рек.

Современные долины пережили несколько "циклов эрозии", когда поверхностный сток превосходил современный во много раз [1]. Поэтому во всех природных ландшафтных зонах наряду с современными реками существует обширная сеть древних эрозионных понижений, на дне которых сток либо отсутствовал, либо проявлялся в малых масштабах. Эта реликтовая естественная гидросеть является важным объектом водохозяйственных, сельскохозяйственных и иных освоений.

Гидросеть имеет чётко выраженный зональный характер и связана с различиями в гидротермическом балансе [2]. Основные реки и их крупные притоки образуют густую и разветвлённую сеть. Плановая конфигурация главных рек является важнейшей предпосылкой освоения территории. Население в Сибири сосредоточено главным образом вдоль рек. Важной особенностью экосистемы дна долин является тесная, сложная и многосторонняя связь всего природного ландшафта с жизнью реки. Здесь все определяется режимом стока, химическим составом воды, степенью её загрязнённости, свойствами биохимических процессов, протекающих в самой реке и на дне её долины. Чем больше гидрологический режим и качество поверхностных вод в речной системе отходят от естественных, тем более глубокие необратимые и разрушительные процессы будут протекать в экосистемах природных ландшафтов. Сохранение природного гидрологического режима является почти всюду непременным условием рационального природопользования.

## ***Методы и материалы***

В связи с различными условиями формирования стока на большой территории юго-востока Западной Сибири, годы с максимальными расходами на реках часто не совпадают даже в однородных районах. Объектами исследований являлись максимальные расходы половодий и паводков, малой обеспеченности и метеорологические факторы, определяющие эти максимальные расходы. Для юго-восточной части Западной Сибири, характеризующейся избыточным увлажнением, неглубоким залеганием грунтовых вод и слабой дренирующей способностью, это может привести к затоплению и подтоплению обширных площадей. Основными метеорологическими элементами, влияющими на затопление паводковыми водами, являются количество и внутригодовое распределение осадков, температурный режим природной среды в весенний период. В зависимости от

выпадения атмосферных осадков уровень грунтовых вод испытывает значительные колебания: в засушливые времена понижается, во влажные годы повышается. Наиболее благоприятные условия для пополнения запасов грунтовых вод отмечены именно в районе подтопления (близкое залегание к поверхности значительного по площади слабонаклонного водоупорного слоя, на котором скапливаются инфильтрующиеся атмосферные осадки), а также в зонах затопления при половодье. Здесь в связи с подъёмом уровня поверхностных вод, происходит повышение зеркала грунтовых вод, т.к. разгрузка последних происходит в водоток, а высокое стояние паводковых вод способствует выходу первого водоносного горизонта на земную поверхность. По гидролого-климатическим особенностям юго-восток Западной Сибири находится в зоне с оптимальным увлажнением во влажный год, достаточным в средний год и недостаточным в сухой, повторяемостью раз в 5 лет. В последние годы здесь отмечено максимальное выпадение количества осадков. Значительные большие объёмы стока поверхностных вод из-за снеготаяния и ледяные заторы являются основными причинами повышения уровня в паводок. Проследить процессы экологических процессов можно только с учётом возможных изменений климата. Являясь продуктом климата, реки отвечают на изменение метеорологических параметров трансформациями гидрологического режима.

### *Результаты*

Южная окраина гидротермического пояса избыточного увлажнения на юго-востоке Западной Сибири почти точно совпадает с районом трассы Транссибирской железнодорожной магистрали. Этот район в своё время был правильно избран для создания ж/дороги, которая прошла в полосе наиболее населённой в Западной Сибири. Местные речки и ручьи имеют в основном сезонный сток. Обширные пространства к югу от левого склона долины широтного отрезка Иртыша вообще не имеют сети местных долин. Здесь распространены бессточные, занятые заболоченным лесом и болотами понижения (колки), а также более значительные округлые котловины, на дне которых расположены пресные или минерализованные озёра. Многие из них в настоящее время пересыхают. С общей поверхности этих понижений испаряется вся годовая сумма осадков. Междуречная равнина, таким образом, лишена стока в океан и входит в аридный гидротермический пояс.

На Обь-Иртышском междуречье самой южной рекой с постоянным течением является р.Омь. Верховья этой реки расположены в западной части огромной территории Васюганской сплошь заболоченной слаборасчленённой и слабо освоенной территории. Она принимает притоки с севера (рр. Тартас, Кама, Ича и др.), а расположенные южнее реки Чулым и Каргат впадают в бессточную котловину, занятую системой оз.Чаны. Подземный сток является наиболее устойчивым источником питания водных объектов в наиболее маловодные периоды – в летнюю и зимнюю межень. В течение года уровни грунтовых вод меняются от влажности года и сезонов, от геоморфологического положения точки наблюдения. На водораздельных поверхностях амплитуда колебания уровня грунтовых

вод в сухой год составляет 0,2-0,8 м, во влажный – 1,0-2,5 м. В долинах рек амплитуда колебания уровня грунтовых вод в течение года зависит от подъёма воды в реке и от удалённости от неё.

В настоящее время изменение климата выражается в постепенном повышении среднегодовой температуры воздуха [3,4]. С изменениями температуры воздуха связаны характер атмосферной циркуляции, поле облачности и осадков, которые влияют на гидрологический режим водных объектов. Для эффективного использования водных ресурсов необходимо иметь представления об изменениях гидрологического режима, которые могут произойти в будущем. Наиболее актуальной проблемой является вопрос о температурном фоне на предстоящие годы. Несмотря на значительное количество работ по этой тематике и различных форумов, говорить о предстоящем температурном режиме (потеплении) с уверенностью нельзя. В атмосфере происходят процессы различных пространственно-временных масштабов. Пространственный масштаб определяется размерами возмущений атмосферы, а временные – временем их существования. Гидрологический режим рек юго-востока Западной Сибири почти полностью зависит от метеорологических условий [5]. Для детального анализа таких зависимостей были рассчитаны базовые характеристики максимальных расходов воды для водотоков рассматриваемой территории, определены обеспеченности их реальных наибольших расходов за период наблюдений. Календарные сроки сезонов приняты едиными для всех лет и общими для всех водных объектов области с округлением до целого месяца. Исходя из этого, выделены следующие три сезона: весна (апрель - июнь), лето - осень (июль - ноябрь), зима (декабрь - март). За лимитирующий (меженный) период по всем рекам приняты оба маловодных сезона (лето - осень и зима), а за лимитирующий сезон – зима, как наиболее маловодный из двух. Такое деление вызывается тем, что распределение стока внутри какого-либо гидрологического сезона зависит от водности, а не от водности года или другого сезона. Например, равномерное распределение стока летом и осенью соответствует низкой водности, так как в этом случае сток в основном определяется устойчивым грунтовым питанием, и, наоборот, неравномерное распределение соответствует большой водности сезона, обусловливаемой дождевыми паводками. При исследовании же многолетних колебаний сезонного стока совместно для всех сезонов года необходимо учитывать обязательное равенство годовому стоку суммы сезонных его значений. При полученных данных и расчёта межсезонного распределения стока целесообразно делить год на два основных периода: многоводный и маловодный.

### *Заключение*

Изучение ритмичности в природных явлениях и её закономерностей представляют собой один из путей для научного предвидения естественных тенденций развития природы в будущем. Наиболее интенсивно речной сток по геологическим данным проявлялся в периоды перехода от потеплений к последующим похолоданиям климата [6]. Тогда он был обильнее во много раз [7]. Нарушение природного соотношения между приходной и расходной частями водного

баланса выражается в подъёме уровней поверхностных и грунтовых вод. Тематика выявления различных колебаний в рядах метеорологических данных и их влияние не теряет своей актуальности. Большое влияние на тенденцию в поведении метеоданных играют аномальные годы. Они придают значительный вес средним значениям в ту или другую сторону в этот период, с соответствующими выводами. Такие периоды необходимо изучать дополнительно, с учётом их вклада в дисперсию данных.

### ***Благодарности***

Исследование выполнено по разделу: «Биоразнообразие лесов Сибири: эколого-динамический, генетико-селекционный, физико-химический и ресурсно-технологический аспекты» (2024-2026 гг.); FWES-2024-0028; НИОКТР 124012900557-О Института леса им. В.Н. Сукачёва СО РАН и темы ФГБУ «СибНИГМИ» на 2024 год: 1.2.6 «Влияние температуры и осадков на сток рек юго-востока Западной Сибири».

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Волков И.А. К истории речных долин юга Западно-Сибирской низменности. Тр. Ин-та геологии и геофизики СО АН СССР. - 1962. - Вып. 27. - С. 34-47.
2. Волков И.А., Казьмин С.П. Основные черты геолого-геоморфологической основы ландшафтов Новосибирской области. - Геология и геофизика, 1996. - Т. 37. № 2 - С.75-85.
3. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Изменения климата. М. : Росгидромет, 2008. Т. 1. - 228 с.
4. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. М.: ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета РАН», 2014.- 60 с.
5. Воронина, Л.В., Гриценко А.Г.. Климат и экология Новосибирской области. Монография Новосибирск: СГГА. 2011.- 228 с.
6. Казьмин С.П. Основа рационального природопользования Западной Сибири. Красноярск: ИЛ СО РАН, 2019. - 212 с.
7. Казьмин С.П., Климов О.В. Комплекс природоохранных мероприятий от затопления и подтопления Новосибирской области. - ГеоСибирь-2023, 2023. - С.49-53.

© С. П. Казьмин, О. В. Климов, 2024

*О. Н. Николаева<sup>1, 2\*</sup>, И. А. Краснопольский<sup>1</sup>*

## **О дискретном подходе к картографированию шумового загрязнения в населённых пунктах**

<sup>1</sup> Московский государственный университет геодезии и картографии, г. Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup> Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Российская Федерация

\* e-mail: onixx76@mail.ru

**Аннотация.** Современные методы оценки и картографирования шумового загрязнения городской территории в значительной степени основаны на проведении полевых измерений и последующей визуализации результатов измерений в виде изолинейных карт. Недостатки такого подхода очевидны: во-первых, необходимо организовать репрезентативную, достаточно обширную сеть наблюдений, а во-вторых, в процессе последующего картографического моделирования нужно выбрать такой способ построения изолиний, который будет наиболее эффективно отражать пространственное распределение шума по территории. В целом подобные исследования весьма затратны, а их выполнение требует соответствующей квалификации. Однако в архитектурном проектировании и градостроительстве существуют виды работ, для которых актуально оперативное выполнение примерной оценки шумовой нагрузки на территорию в границах существующей или планируемой застройки с опорой на ограниченный круг заранее известных (например, установленных проектировщиками) показателей. Для решения таких задач традиционный подход к оценке шумового воздействия с проведением полевых работ и привлечением специалистов-экологов может оказаться избыточен и слишком затратен по финансам и времени. Поэтому авторами предпринята попытка разработать новый подход к оценке и картографированию уровня шума внутри проектируемых зданий и сооружений, исходя из ограниченного круга параметров. Разрабатываемый подход базируется на разбиении исследуемой территории на пространственные ячейки, и вычислении уровня шума для каждой ячейки исходя из проектных или фактических данных об особенностях транспортной инфраструктуры территории. Далее выполняется трехмерное картографическое моделирование, отображающее уровни шума в различных секциях зданий и на уровне различных этажей застройки.

**Ключевые слова:** шумовое загрязнение, картографирование шумового загрязнения, картографическое моделирование шума, 3D-моделирование, моделирование шумового воздействия

*O. N. Nikolaeva<sup>1, 2\*</sup>, I. A. Krasnopol'skij<sup>1</sup>*

## **On a discrete approach to noise mapping in city areas**

<sup>1</sup> Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup> Siberian State University of Geosystems and Technology, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, Russian Federation

e-mail: \* e-mail: onixx76@mail.com

**Abstract.** Modern methods for noise assessing and mapping in urban areas are largely based on field measurements and subsequent visualization of the measurement results in the form of isoline maps.

The disadvantages of this approach are obvious: firstly, it is necessary to organize a representative, fairly extensive network of observations, and secondly, in the process of subsequent cartographic modeling, it is necessary to choose a method for drawing isolines that will most objectively reflect the spatial variability of noise levels. In general, such studies are very expensive, and their implementation requires appropriate qualifications. However, there are processes in architecture and urban planning, for which is sufficient to perform an approximate assessment of the noise levels within the boundaries of existing or planned development, based on a limited range of previously known (for example, established by designers) indicators. To solve such problems, the traditional approach to assessing noise impact with field work and the involvement of environmental specialists may turn out to be redundant and too costly in terms of finances and time. Therefore, the authors made an attempt to develop a new approach to assessing and mapping the noise level inside designed buildings and structures, based on a limited range of parameters. The approach being developed is based on dividing the study area into spatial cells and calculating the noise level for each cell based on designed or actual data on the characteristics of the territory's transport infrastructure. Next, three-dimensional mapping modeling is carried out, displaying noise levels in different sections of buildings and at the level of different floors of the building.

**Keywords:** noise pollution, noise pollution mapping, noise cartographic modeling, 3D modeling, noise impact modeling

### *Введение*

Шумовое загрязнение — важный экологический фактор, оказывающий значительное воздействие на комфортность проживания городского населения. Регулярное и (или) постоянное воздействие повышенных уровней шума на человеческий организм зачастую вызывает значительные нарушения в физическом и психическом здоровье человека [1-3, 12], поэтому уровень шума в городах нормируется рядом государственных и отраслевых стандартов, а также санитарных и строительных норм и правил.

Согласно действующим нормативным документам, шумовая нагрузка на территории обязательно должна анализироваться и оцениваться как на стадии предварительного проектирования новой городской застройки, так и на стадии полноценного функционирования построенных зданий и объектов инфраструктуры.

В современном экологическом картографировании преобладает подход, когда шумовое воздействие на территорию рассматривается как непрерывное в пространстве поле, количественная оценка которого базируется на традиционных методах построения статистических поверхностей по серии точек полевых измерений [4, 5]. Следует заметить, что такой подход к оценке уровней шума закреплен и в нормативных документах [6]. Этим обусловлены две наиболее обсуждаемые на сегодняшний день проблемы шумового картографирования: проблема оптимизации процесса сбора исходных данных, и проблема поиска наиболее объективной аппроксимации реальной картины шумового загрязнения посредством системы изолиний [7].

Для решения этих проблем предлагаются различные способы, начиная от краудсорсингового сбора данных об уровнях шума в различных точках террито-



рии [9] до привлечения нейросетей к процессу построения изолиний шума и учету посторонних факторов, влияющих на уровень шума [10-11]. Однако в целом все эти способы не выходят за рамки традиционного рассмотрения шумового воздействия на территорию как явления, имеющего сплошное пространственное распространение и характеризующееся плавными перепадами в пространстве.

Авторами данной статьи предпринята попытка разработать новый, - дискретный — подход к определению и картографическому моделированию шумового загрязнения. Суть подхода заключается в разбиении территории на пространственные ячейки, и вычислении уровня шума для каждой ячейки исходя из проектных или фактических данных об особенностях транспортной инфраструктуры территории. Следует заметить, что данный подход предлагается для оценки шумового загрязнения городской территории на стадии предпроектных исследований, проводимых в крупном масштабе картографирования, и призван ускорить и упростить труд архитекторов и градостроителей на начальных этапах реализации проектов комплексной городской застройки.

### *Материалы и методы*

Идея дискретного моделирования шумового воздействия на территорию основана на особенностях современного градостроительства, которые выражаются, прежде всего, в секционной застройке городских территорий. Наиболее употребительными в настоящее время являются размеры секций — 3 на 3 метра [8]. Это означает, что современные здания как бы формируются из ячеек, размер которых по горизонтали составляет 3 м (так называемая «оконная секция»), а по вертикали — также 3 метра (стандартная высота этажа, считая межэтажные перекрытия). Подробнее это деление показано на рисунке 1.



Рис. 1. Дискретизация городского пространства в современном градостроительстве. Красным цветом выделены оконная секция и указаны ее параметры (3х3 метра)

Пространственные особенности секционной застройки определяют первый из принципов дискретного моделирования шумового загрязнения территории, который заключается в том, что интерполирование уровней шума выполняется не для точек местности, а для пространственных ячеек размером 3x3 м, что снижает объем работ.

Второй из принципов дискретного моделирования шумового загрязнения устанавливает, какой вид исходных данных необходимо использовать при интерполировании уровней шума. Предпроектное исследование далеко не всегда выполняется при проектировании сооружения на уже застроенной территории; часто работы заключаются в разбивке новых кварталов на незастроенной территории, где отсутствует сеть улиц и проездов. В этом случае не имеет смысла проводить традиционные для подобных исследований замеры имеющегося уровня шума, так как они получатся заведомо ниже, чем после завершения строительства. Поэтому второй принцип дискретного моделирования состоит в том, что в качестве исходных данных для моделирования шумового загрязнения необходимо использовать категорию улиц и проездов, планируемых или уже существующих на территории. Для установления категории улицы или проезда обращаются к действующим СНиП.

Третий принцип дискретного моделирования шумового загрязнения города предполагает использование ГИС-технологий для объективной оценки и наглядной визуализации особенностей пространственного распространения шумового загрязнения по территории.

Четвёртый принцип дискретного моделирования шумового загрязнения заключается в необходимости учета отражения шума от препятствий, в результате чего шум может либо гаситься, либо усиливаться. Расчет отраженного шума выполняется по законам отражения света.

### ***Результаты и обсуждение***

Разработанная последовательность дискретного моделирования шумового загрязнения включала в себя следующие основные действия:

1) Сбор исходных сведений об исследуемой территории (цифровые слои с контурами зданий и сооружений с указанием их этажности, цифровой слой существующих и проектируемых улиц и проездов с указанием их категории, значения уровня шума в исходных точках);

2) Разбивка исследуемой территории (в плане) на сеть ячеек размером 3x3 метра для определения сети дополнительных точек, для которых будут проинтерполированы значения уровня шума. Дополнительные точки будут размещаться вдоль улиц и проездов.

3) Объемное моделирование уровня шума исходя из этажности зданий. Для этого в каждой из точек осуществляется построение «полусферы шума», выражающей направление и интенсивность распространения шума в пространстве вокруг данной точки; для упрощения процесса моделирования полусфера состоит из многочисленных «лучей шума» - прямолинейных отрезков, проходящих

от данной точки до стены здания или сооружения (оба термина предложены авторами). Примеры полусферы шума и лучей шума представлены на рисунке 2.

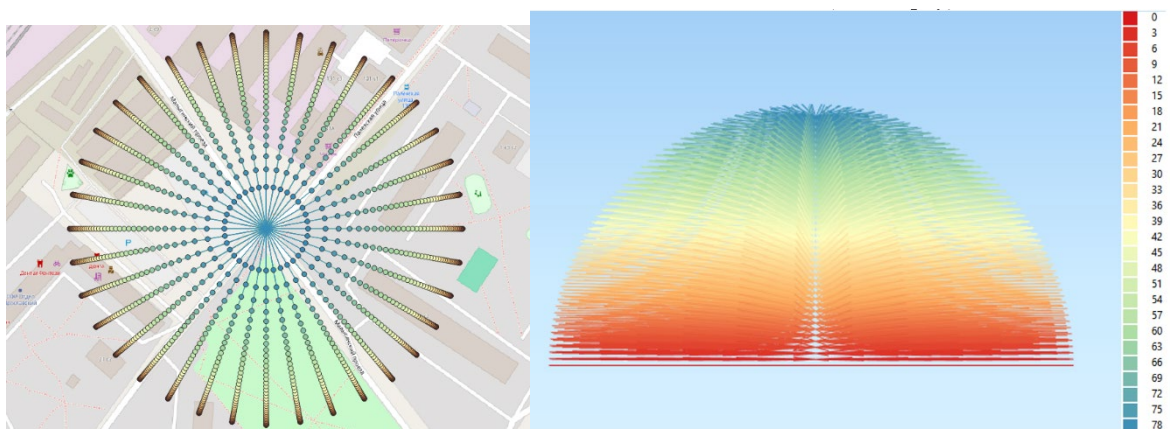


Рис.2. Геопространственное моделирование распространения шума на отдельной точке (вид сверху и вид сбоку)

4) Расчет и моделирование отражения шума от препятствий выполнялся исходя из особенностей пространственных конфигураций препятствий, расположенных на пути прохождения луча шума от точки до стены здания (сооружения). При этом выполнялось решение прямой геодезической задачи. Пример расчета и визуализации отражения шума представлен на рисунке 3.

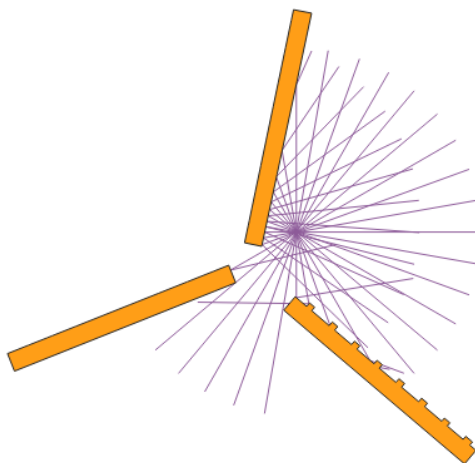


Рис. 3. Моделирование отражения шума от препятствий (зданий)

5) Картографическая визуализация рассчитанных значений уровней шума для каждой из ячейки 3x3 метра, из которых состоят стены зданий и сооружений на исследуемой территории. Результатом визуализации является «матрица шума» - статистическая поверхность, ориентированная вертикально и выражающая уровень шума в помещениях, расположенных внутри данного здания (тер-

мин предложен авторами). Пример получившейся матрицы высот представлен на рисунке 4. Общая визуализация района работ предполагается в виде перспективного изображения (3D-видеосцены), которая позволит архитектору-проектировщику данной застройки оценить и сопоставить шумовую ситуацию при разной транспортной нагрузке и разной конфигурации зданий, сооружений и препятствий для звука (шумоотражающих экранов, зеленых насаждений и пр.).

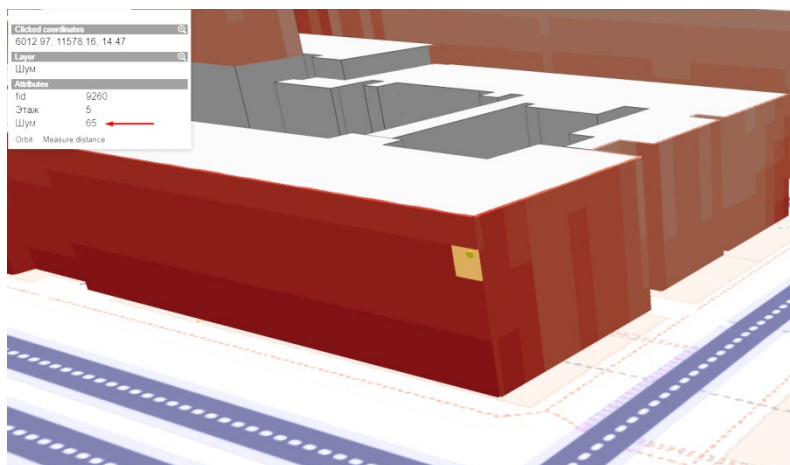


Рис. 4. Результат визуализации объёмного распространения шумового загрязнения

В процессе выполнения исследований закономерно встал вопрос: насколько объективную картину отображает дискретная модель шумового воздействия по сравнению с традиционной моделью, в которой шум моделируется изолиниями. Для ответа на этот вопрос был выполнен расчет уровней шума для ряда пробных точек в Северо-Восточном административном округе г. Москвы, в районе железнодорожной станции Лось. Результаты расчета представлены в таблице 1. Контрольные значения шума измерялись с помощью шумомера МЕГЕОН 92135S. Измерения проводились в соответствии с действующей методикой в разное время суток и в разные дни недели, поэтому в таблицу в качестве контрольных вынесены усреднённые значения. Кроме того, в исследовании была рассмотрена возможность использования альтернативного показателя вместо категории улиц, а именно — плотности транспортного потока, подсчитанного с помощью камер наблюдения. Схема размещения точек представлена на рисунке 5.

## Оценка объективности дискретной модели шумового загрязнения

№ точки	Уровень шума, дБ,		
	по данным натуральных наблюдений	по данным дискретного моделирования шумового загрязнения (рассчитан исходя из категории улицы)	по данным дискретного моделирования шумового загрязнения (рассчитан исходя из плотности транспортного потока)
1	57	55	47
2	54	50	35
3	60	58	40
4	65	55	36

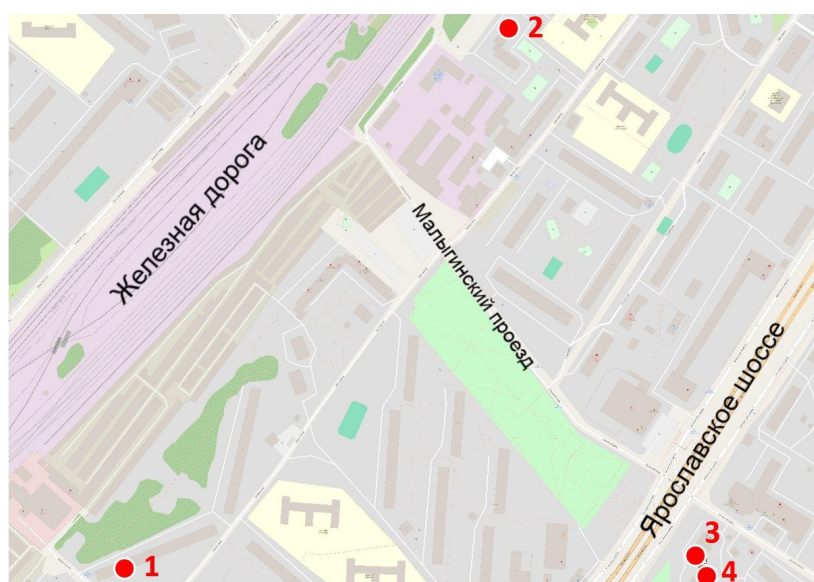


Рис. 5. Схема размещения точек полевых измерений уровня шума

Как видно из таблицы, дискретное моделирование шумового загрязнения с учетом категории улиц дает результаты, более близкие к натурным, чем моделирование с учетом плотности транспортного потока. Выяснение причины данного явления является частью перспективных исследований.

### *Заключение*

Предложенный авторами подход к дискретному моделированию шумовой нагрузки дает объективную картину шумового воздействия, достаточную для рационального планирования городской застройки на стадии предпроектных исследований. Получившиеся трехмерные картографические модели наглядно показывают уровень шума в помещениях, расположенных в пределах конкретных строительных секций. Для построения модели требуется достаточно небольшой объем исход-



ных данных, которые могут быть получены путем использования открытых геопро-  
странственных данных (цифровые слои с конфигурацией зданий и уличной сети,  
информация об этажности зданий) и генеральных планов поселений, находящихся  
в открытом доступе (категория улиц). Дискретный подход достаточно гибок, так  
как позволяет варьировать размеры пространственных ячеек (так например для  
анализа шумовой нагрузки на территории индивидуальной, а не многоэтажной за-  
стройки, будут использованы ячейки с шагом 10 м по горизонтали, так как этот шаг  
чаще всего используется при проектировании частных домов).

Перспективные исследования включают совершенствование визуализаци-  
онной компоненты данного проекта, а также интеграцию в расчеты сведений о  
рельефе местности.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алексеев В. Б., Май И. В., Клейн С. В., Кошурников Д. Н. Транспортный шум как фактор риска здоровью населения и установления ограничений использования земельных участков городских и сельских поселений // *Здоровье населения и среда обитания*. - 2022. - Т. 30, №. 10. - С. 25-32.
2. Кирсанов В.В., Григорьева И.Г. Воздействие акустических колебаний (слышимого шума, инфразвука, ультразвука) на окружающую природную среду // *Вестник Казанского технологического университета*. - 2014. - Т. 17, №. 17. - С. 126-129.
3. Шум как гигиеническая и социальная проблема : учебное пособие / Е. В. Жукова, Г. В. Куренкова, М. О. Потапова ; ФГБОУ ВО ИГМУ Минздрава России, Кафедра профильных гигиенических дисциплин. – Иркутск : ИГМУ, 2020. – 56 с.
4. Надежкина Е. В., Тушавина О. В. Изучение антропогенных шумовых воздействий в Москве (на примере района Сокол и территории МАИ) // *Экология урбанизированных территорий*. - 2022. - №. 2. - С. 22-26. doi:10.24412/1816-1863-2022-2-22-26
5. Францева Т. П., Сухомлинова А. Г., Чернышева Н. В. Оценка шумового режима в селитебной зоне // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. - 2022. - №. 178. - С. 204-209.
6. ГОСТ 23337-2014. МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ ШУМ Методы измерения шума на территориях жилой застройки и в помещениях жилых и общественных зданий [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200114242>
7. Николаева О. Н., Краснопольский И. А. Обзор существующих подходов к расчету и картографированию уровней шумового загрязнения территории // *Интерэкспо Гео-Сибирь*. - 2022. - Т. 4. - С. 210-219.
8. *СВОД ПРАВИЛ СП 54.13330.2022 «ЗДАНИЯ ЖИЛЫЕ МНОГОКВАРТИРНЫЕ. АКТУАЛИЗИРОВАННАЯ ВЕРСИЯ СНИП 31–01–2003»* [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/351139048>
9. S. Garg, K.M. Lim, H.P. Lee. An averaging method for accurately calibrating smartphone microphones for environmental noise measurement. *Appl Acoust*, 143 (2019), pp. 222-228.
10. Díaz, Wendy & Tarrillo, Anali & Ocaña, Candy & Quiñones Huatangari, Lenin. (2023). Noise estimation using an artificial neural network in the urban area of Jaen, Cajamarca. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*. 12. 1427-1434. 10.11591/eei.v12i3.4633
11. Zannin PHT, Do Nascimento EO, Da Paz EC, Do Valle F. Application of Artificial Neural Networks for Noise Barrier Optimization. *Environments*. 2018; 5(12):135. <https://doi.org/10.3390/environments5120135>
12. (4) M. Basner, W. Babisch, A. Davis, M. Brink, C. Clark, S. Janssen, et al. Auditory and non-auditory effects of noise on health. *Lancet*, 383 (2014), pp. 1325-1332

© О. Н. Николаева, И. А. Краснопольский, 2024

*Д. В. Шебеко<sup>2\*</sup>, В. А. Иванов<sup>1, 2</sup>, Г. А. Иванова<sup>1</sup>, Е. О. Бакшеева<sup>2</sup>*

## **Выбросы парниковых газов от лесных пожаров на территории Среднесибирского подтаежно-лесостепного района**

<sup>1</sup>Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН, г. Красноярск,  
Российская Федерация

<sup>2</sup>Сибирский государственный университет науки и технологий им. академика  
М. Ф. Решетнева, г. Красноярск,  
Российская Федерация  
\*e-mail: 2288401@bk.ru

**Аннотация.** В работе приведены оценки выбросов парниковых газов от лесных пожаров на территории Среднесибирского подтаежно-лесостепного района. По данным «ИСДМ-Рослесхоз» ежегодно на территории Среднесибирского подтаежно-лесостепного района возникают лесные пожары. За пятилетний период с 2018 по 2022 гг. было зарегистрировано более 1300 пожаров. Площади, пройденные лесными пожарами, за этот период составили 87 тыс. га. В статье приведены расчеты эмиссии от пожаров в насаждениях лесного района. За рассматриваемый пятилетний период по расчетным данным выдвинулось при лесных пожарах более 1.2 млн. т. парниковых газов. Наибольшая доля эмиссии при пожарах (более 95 %) приходится на весенний пожароопасный период. Выявлено, что благоприятные условия рассеивания эмиссий от лесных пожаров на территории Среднесибирского подтаежно-лесостепного района наблюдаются в весенний период.

**Ключевые слова:** насаждения, лесные пожары, пожароопасный период, лесные горючие материалы, пожарные эмиссии, парниковые газы, самоочищение атмосферы.

*D. V. Shebeko<sup>2\*</sup>, V. A. Ivanov<sup>1, 2</sup>, G. A. Ivanova Иванов<sup>1</sup>, E. O. Baksheeva<sup>2</sup>*

## **Greenhouse gas emissions from forest fires in the Central Siberian subtaiga-forest-steppe region**

<sup>1</sup>Institute of Forestry named after. V. N. Sukacheva SB RAS, Krasnoyarsk,  
Russian Federation

<sup>2</sup>Siberian State University of Science and Technology named after. academician  
M. F. Reshetneva, Krasnoyarsk, Russian Federation  
\*e-mail: 2288401@bk.ru

**Annotation.** The paper provides estimates of greenhouse gas emissions from forest fires in the Central Siberian subtaiga-forest-steppe region. According to ISDM-Rosleskhos, forest fires occur annually in the Central Siberian subtaiga-forest-steppe region. Over the five-year period from 2018 to 2022. More than 1,300 fires were recorded. The areas covered by forest fires during this period amounted to 87 thousand hectares. The article provides calculations of emissions from fires in forest areas. Over the five-year period under consideration, according to calculated data, more than 1.2 million tons of greenhouse gases were released during forest fires. The largest share of emissions from fires (more than 95%) occurs in the spring fire-dangerous period. It was revealed that favorable conditions for the dispersion of emissions from forest fires on the territory of the Central Siberian subtaiga-forest-steppe region are observed in the spring.

**Keywords:** plantings, forest fires, fire hazard period, forest combustible materials, fire emissions, greenhouse gases, self-purification of the atmosphere.

### ***Введение***

Проблема качества атмосферного воздуха является актуальной в связи с необходимостью обеспечения благоприятных условий проживания населения и сохранения экосистем. Наиболее разрушительным видом воздействия на лесные экосистемы и атмосферу являются пожары, которые вызывают кратковременные выбросы углерода в атмосферу [1, 2]. В результате действия природных пожаров возникает задымленность лесных территорий, Пожары, особенно длительные, значительно изменяют состав воздуха. Выбросы газообразных и дисперсных продуктов горения в атмосферу от лесных пожаров, пагубно влияют на состояние здоровья людей и экологическую ситуацию в целом.

### ***Методы и материалы***

Для анализа горимости лесов Среднесибирского подтаежно-лесостепного района Красноярского края были использованы открытые данные о лесных пожарах за 2018-2022 гг., а также сведения о погоде по данным «ИСДМ-Рослесхоз» Открытые данные - [Электронный ресурс]: [https://public.aviales.ru/main\\_pages/public.shtml](https://public.aviales.ru/main_pages/public.shtml) (дата обращения: 11.08.2022) и литературные источники. Для определения массового выброса парниковых газов мы применяли расчетный метод, основанный на использовании данных о составе лесных горючих материалов (ЛГМ), их запасах и характере пожара. Расчет объемов выбросов парниковых газов проводили по рекомендациям МГЭИК [3] и методике, утвержденной Приказом Минприроды России от 27.05.2022 N 371 [4], которые устанавливают общие требования к расчету выбросов парниковых газов в атмосферу при неконтролируемом горении растительных горючих материалов при лесных пожарах разных типов (низовых, верховых и торфяных). Для оценки запасов ЛГМ для лесостепных насаждений, использованы опубликованные ранее данные [5, 6, 7]. Долю компонентов ЛГМ, сгорающих при пожарах, для насаждений определяли при осмотре пожарищ и на основе опубликованных данных [8, 9]. Для оценки экологического состояния атмосферы мы использовали коэффициент самоочищения [10]. Метеорологические показатели по температуре и осадкам были проанализированные по метеостанциям Ачинск, Красноярск и Канск. Открытые данные. [Электронный ресурс]: [https:// rp5.ru](https://rp5.ru) (дата обращения 05.03.2024 г.).

### ***Результаты и обсуждение***

Территория Среднесибирского подтаежно-лесостепного района в границах Красноярского края составляет свыше 3 млн. га. Преобладают сосновые и березовые насаждения, но значительно представлены и еловые. Местность равнинная, средний класс природной пожарной опасности 2.8, степень нарушенности лесов средняя, плотность населения высокая [7]. Несмотря на относительную однородность территории лесного района по природным условиям, горимость лесов варьирует в широких пределах. За период с 2018 по 2022 гг. было зарегистри-



ровано около 1300 пожаров на площади более 87 тыс. га (рис. 1). Средняя площадь одного пожара за пятилетие составила 67 га, с колебаниями от 9.3 га в 2021 г. до 233 га в 2022 г. На территории лесного района за период 2018 - 2022 гг. пройдено низовыми пожарами 98 % лесной площади. Верховые пожары были зарегистрированы только в 2022 году, в сосновых насаждениях на площади 2.2 тыс. га.

Период повышенной пожарной опасности в лесах района приходится на весенний период (апрель-май) пожароопасного сезона. Пройденная пожарами площадь в весенний период составляет до 95 % от общей площади всех пожаров в весенне-осенний период пожары имели, беглую форму слабой силы, а в летний период устойчивую форму. Средняя продолжительность фактического пожароопасного составляет 150 дней. Основными виновниками пожаров являются люди.

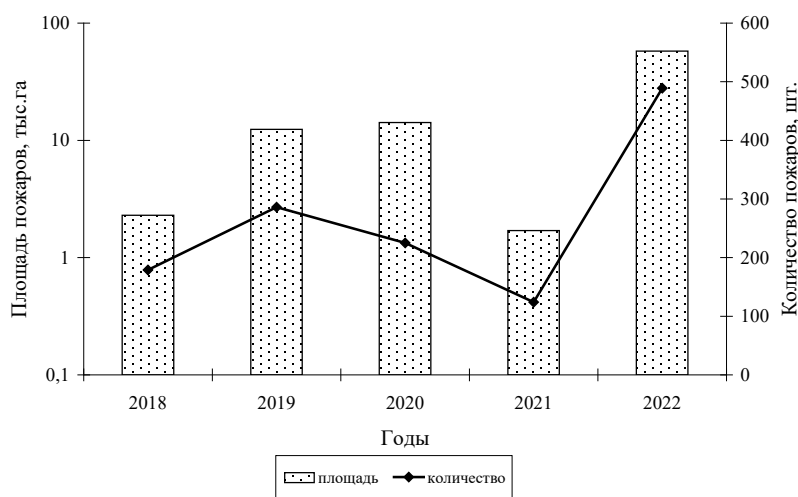


Рис. 1. Динамика горимости лесов Среднесибирского подтаежно-лесостепного района за 2018-2022 гг.

Наиболее горимыми являются сосновые и березовые насаждения, соответственно, 59 % и 35 % от общей площади, пройденной пожарами. На территории района преобладают насаждения с травяным напочвенным покровом (табл. 1).

Количество пожарных эмиссий зависит от типа леса, массы сгоревших горючих материалов, вида и формы пожара, метеорологических условий и режимов горения [11, 12, 13]. На полноту сгорания лесных горючих материалов оказывает влияние множество факторов, но преобладающим является их влагосодержание, которое определяется погодными условиями [14].

По мнению Н.С. Смирнова [15] расчет выбросов пожарных эмиссий должен проводиться с учетом пожароопасного периода и погодных условий, предшествующих пожару. В весенний период, после схода снега, опад быстро достигает состояния пожарной зрелости, но при этом подстилка может находиться в замерзшем состоянии или быть пропитанной растаявшим снегом и влажной. В лет-

ний период наблюдается минимальное влагосодержание опада и подстилки, а осенью их влагосодержание возрастает вследствие частых дождей.

Таблица 1

Распределение ежегодной площади пожаров (га), в насаждениях Среднесибирского подтаежно-лесостепного района

Годы	Насаждения			Итого
	сосновые	еловые	березовые	
2018	981.5	24.8	1250.1	34970.3
2019	8446.9	107.4	3777.8	12332.1
2020	8042.2	107.4	5923.2	13996.2
2021	410.3	10.5	781.8	1202.6
2022	410.3	763.0	23237.4	57765.0
Всего, га	51645.5	763.0	34970.3	87552.3

Распределение площади пожаров по периодам пожароопасного сезона и классам пожарной опасности по условиям погоды на территории лесного района приведено в табл. 2. Наибольшее количество пожаров зарегистрировано при 3 и 4 классах пожарной опасности, когда опад и верхний слой подстилки достигают состояния пожарной зрелости. Пройденная пожарами площадь при этом превышала 67.6 тыс. га или 77 % от площади всех пожаров за рассматриваемый период.

Таблица 2

Сезонное распределение площади пожаров (га) по классам пожарной опасности и периодам пожароопасного сезона

Пожаро-опасный период	Класс пожарной опасности по условиям погоды					Всего
	I	II	III	IV	V	
Весенний	8310.6	10881.8	55377.3	9321.7	0	83891.4
Летний	127.1	540.4	1037	1762.2	16	3482.7
Осенний	28.9	1.4	114	33.9	0	178.2
Всего	8466.6	11423.6	56528.3	11117.8	16	87552.3

Расчетное количество сгоревших ЛГМ при пожарах в насаждениях 2018-2022 гг. в зависимости от класса пожарной опасности по условиям погоды и площади пожаров приведено в таблице 3.

Таблица 3

Количество сгоревших ЛГМ при лесных пожарах за 2018-2022 год, т.

Пожароопасный период	Класс пожарной опасности по условиям погоды					Всего:
	I	II	III	IV	V	
Весенний период	30320.7	63790.8	464793.3	84749.3		643654.1
Летний период	2045.9	9423.3	14099.7	3278.5	27.7	28875.1
Осенний период	154.4	10.7	1250.6	437.6		1853.3
Всего:	32521	73224,8	480143.6	88465.4	27.7	674382.5

Количество сгоревших ЛГМ при пожарах за пятилетний период - более 674 тыс. тонн. Наибольшая доля сгоревших ЛГМ приходится на весенний период - более 643.6 тыс. тонн, на который приходится и максимальная площадь, пройденная пожарами.

За период 2018 - 2022 гг. выброс эмиссии парниковых газов от лесных пожаров составил 1224 тыс. т. (табл. 4). Максимальный объем эмиссии 804.8 тыс. т. был в 2022 г., а минимальный 13.5 тыс. т. в 2021 г. При этом газы CO<sub>2</sub> –CO составляли за пятилетие 1218 тыс. т. или более 99 % от всех выбросов.

Таблица 4

Эмиссии парниковых газов при лесных пожарах, т.

Год	Выбросы парниковых газов и сажи, т.						Всего
	CO <sub>2</sub>	CO	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	Сажа	
2018	25502.34	1739.16	76.39	4.22	48.75	9.11	27379.97
2019	168138.14	11466.38	503.65	27.85	321.47	60.0	180517.49
2020	184149.28	12558.29	551.1	30.51	352.09	66.82	197708.09
2021	12635.3	861.67	37.83	2.08	24.14	4.5	13565.52
2022	749650.93	51123.4	2245.6	124.22	1433.35	281.7	804859.20
Всего	1140075.9	77748.90	3414.57	188.88	2179.80	422.13	1224030.27

В среднем эмиссия парниковых газов от лесных низовых пожаров за рассматриваемый период варьировала по годам от 11.3 т/га до 14.6 т/га. Выброс эмиссии парниковых газов в весенний период составил 13.7 т/га, в летний – 19.5 т/га, а в осенний 17.4 т/га, что близко к оценкам эмиссии от пожаров, которые составляют в среднем от 16 - 18 т/га для Сибири [9]. Объем эмиссий от пожаров в отдельные годы может превышать минимальные значения более чем в 33 раза.

Определена количественная оценка метеорологических условий самоочищения атмосферы (Км) от пожарных эмиссий за период 2018 -2022 гг. Пожары в 65 % случаев регистрируются на расстоянии от 0.1 до 5 км от населенного пункта. Экологическое состояние атмосферы для данного лесного района очень актуально.

В западной части лесного района (м/с. Ачинск) и в его восточной части (м/с Канск) в период с 2018 по 2022 гг. наблюдались благоприятные условия для их рассеивания ( $K_m \geq 1.2$ ) в наиболее пожароопасный весенний период. Ограниченно благоприятные и благоприятные условия для их рассеивания наблюдались в этих районах в отдельные годы и в летний и осенний периоды. В центральной части лесного района (м/с. Опытное поле, Красноярск) только в весенний период регистрировались ограниченно благоприятные условия рассеивания, а в остальные периоды пожароопасного сезона погодные условия не способствовали очищению атмосферы ( $K_m < 0.8$ ), исключение составил летний период 2022 года ( $K_m \geq 2.5$ ).

### *Заключение*

Таким образом, наши расчеты показали, что на территории Среднесибирского подтаежно-лесостепного района выбросы эмиссии парниковых газов от лесных пожаров в 2018 - 2022 гг. составили более 1223 тыс. тонн. Наибольший объем выбросов эмиссий от лесных пожаров (94 %) приходится на весенний пожароопасный период. В среднем за период 2018—2022 гг. эмиссии от пожаров на территории Среднесибирского подтаежно-лесостепного района составили 14 т/га. Коэффициент самоочищения атмосферы существенно изменяется по территории и по периодам пожароопасного сезона. Наиболее неблагоприятные условия самоочищения атмосферы формируются в течение всего пожароопасного сезона в центральной части лесного района, где наблюдается значительная концентрация населения и промышленных объектов, что требует увеличения эффективности охраны лесов от пожаров.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Kasischke E.S., Christensen N.L. and Stocks B.J. Fire, global warming, and the carbon balance of boreal forests. Ecological Applications.—1995.—N5(2).—Pp.437-451.
2. Буряк Л. В. Зонально-географические особенности воздействия пожаров на лесообразование светлохвойных насаждений юга Сибири. – Новосибирск: Наука, 2022. – 284 с.
3. Софронов М. А., Швиденко А. З., Голдаммер И. Г., Волокитина А. В. Влияние пожаров на баланс углерода в бореальной зоне северной Евразии: создание информационной базы для моделей. Лесоведение, 2000. № 4. С. 3-8
4. Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов. Т. 4. Сельское хозяйство, лесное хозяйство и другие виды землепользования. Программа МГЭИК по национальным кадастрам парниковых газов. М. : МГЭИК. 2006
5. Приказ Минприроды России от 27.05.2022 N 371 "Об утверждении методик количественного определения объемов выбросов парниковых газов и поглощений парниковых газов»
6. Курбатский Н. П., Иванова Г. А. Пожароопасность сосняков лесостепи и пути ее снижения. Красноярск:ИЛид СО АН СССР, 1987.-112 с

7. Лесные горючие материалы и пожароопасность насаждений Сибири: Справочник учебный/ В.А. Иванов, Г.А. Иванова, С.А. Москальченко, Н.А. Коршунов; СибГУ им. М.Ф. Решетнева – Красноярск, 2017. 93 с.
8. Иванова Г. А., Иванов А. В. Пожары в сосновых лесах Средней Сибири. Новосибирск: Наука, 2015. 240 с.
9. Ponomarev E., Yakimov N., Ponomareva T., Yakubailik O., Conard S.G. Current trend of carbon emissions from wildfires in Siberia // Atmosphere. 2021. Vol. 12 (5). Article 559.
10. Переведенцев Ю. П., Хабутдинов Ю. Г. Метеорологический потенциал самоочищения и качество атмосферного воздуха в Казани в последние десятилетия. Вестник Удмуртского университета, 2012. №3. С: 23–28.
11. Иванов А. В., Макаров В. И. Оценка объема эмиссий при сгорании некоторых видов лесных горючих материалов // Оптика атмосферы и океана.–2002.–Том 15.–№5-6.–С. 488-490.
12. Куценогий К. П., Самсонов Ю. Н., Чуркина Т. В., Иванов А. В., Иванов В. А. Содержание микроэлементов в аэрозольной эмиссии при пожарах в бореальных лесах Центральной Сибири // Оптика атмосферы и океана.–2003.–Т.16.–№ 5-6.–С. 461-465.
13. Samsonov Y.N., K. P. Koutsenogii, V.I. Makarov, A. V. Ivanov, V. A. Ivanov, D. J. McRae, S.G. Conard, S.P. Baker, and G. A. Ivanova. Particulate emissions from fires in central Siberian Scots pine forests / Canadian journal of forest research.–2005.–Vol.35, №9. Pages 2207-2217.
14. Курбатский Н. П. Исследование количества и свойств лесных горючих материалов. // Вопросы лесной пирологии. Красноярск: ИЛиД СО АН СССР, 1970. С. 5–58.
15. Смирнов Н. С. В. Н. Коротков, А. А. Романовская Выбросы черного углерода от природных пожаров на землях лесного фонда Российской Федерации в 2007—2012 гг. // Метеорология и гидрология 2015. №7 . С. 5-17.

© Д. В Шебеко, В. А. Иванов, Г. А. Иванова, Е. О. Бакшеева, 2024

О. Г. Бендер<sup>1</sup>

## Состояние фотосинтетического аппарата различных экотипов *Pinus pumila* в зимне-весенний период

<sup>1</sup>Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН,  
г. Томск, Российская Федерация  
\*e-mail: obender65@mail.ru

**Аннотация.** Исследовали содержание фотосинтетических пигментов и показатели индуцированной флуоресценции хлорофилла надснежной и подснежной хвои в зимне–весенний период экотипов *Pinus pumila* (Pall.) Regel. с острова Кунашир и Северо-Муйского хребта. Семена были собраны в природных популяциях и посеяны на юге Томской области. В обоих вариантах содержание хлорофиллов *a* и *b* было достоверно ниже в хвое С.–Муйского экотипа. В исследуемый период у обоих экотипов содержание хлорофиллов в подснежной хвое изменялось незначительно. В то же время количество фотосинтетических пигментов значительно уменьшалось в надснежной хвое у обоих экотипов после двух недель воздействия сильных морозов. Содержание каротиноидов, напротив, после морозов увеличивалось у обоих экотипов в надснежной и подснежной хвое, причем более значительно у С.-Муйского экотипа. Максимальный квантовый выход фотохимии ФС II (Fv/Fm) и реальный квантовый выход фотохимической активности ФС II был ниже в надснежной хвое обоих экотипов. При этом у Кунаширского экотипа Fv/Fm в надснежной и подснежной хвое была выше, чем у С.-Муйского экотипа аналогичных вариантов на 50%. Скорость электронного транспорта (ETR) в надснежной хвое горного экотипа была выше, чем ETR в надснежной хвое островного экотипа в два раза в январе и феврале. ETR в надснежной и подснежной хвое С.-Муйского экотипа практически не отличалась. В то же время скорость электронного транспорта Кунаширского экотипа в надснежной хвое была значительно ниже, чем в подснежной все зимние месяцы. Таким образом показано, что отсутствие снежного покрова влияло на пигментный фон, провоцируя снижение содержания хлорофиллов у обоих экотипов и ингибировало функциональную активность фотосинтетического аппарата.

**Ключевые слова:** *Pinus pumila*, экотипы, фотосинтетические пигменты, флуоресценция хлорофилла

O. G. Bender

## The photosynthetic apparatus state *Pinus pumila* ecotypes in the winter-spring season

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS, Tomsk,  
Russian Federation  
\*e-mail: obender65@mail.ru

**Abstract.** Photosynthetic pigments contents and the chlorophyll fluorescence parameters of snow-free and snowcovered needles of *Pinus pumila* (Pall.) Regel. ecotypes from Island Kunashir and the Severo-Muisky Range during winter-spring season were studied. Seeds were collected from natural populations and sown at Tomsk region south. The chlorophyll *a* and *b* contents were significantly lower in S.– Muisk ecotype needles of both variants. During the study the chlorophylls content in snow-covered needles changed slightly in both ecotypes. At the same time, the photosynthetic

pigments amount significantly decreased in the snow-free needles of both ecotypes after two weeks of frosts. The carotenoids content increased in both ecotypes in the snow-free and snowcovered needles after frosts, and more significantly in the S.-Muisk ecotype. Maximum quantum yield photochemistry of PSII (Fv/Fm) and quantum yield of PSII photochemical activity ( $\Phi_{psII}$ ) were lower in the snow-free needles of both ecotypes. At the same time, Fv/Fm of the snow-free and snowcovered needles of Kunashir ecotype was higher than in the S.-Muisk by 50%. The electron transport rate (ETR) of the snow-free needles mountain ecotype was twice higher than ETR in the snowcovered needles of the island ecotype in January and February. ETR of the snow-free and snowcovered needles S.-Muisk ecotype was practically the same. At the same time, ETR of the Kunashir ecotype in the snow-free needles was significantly lower than ETR of the snowcovered during all winter months. The absence of snow cover affected the pigment contents, decreasing of the chlorophyll amount in both ecotypes and inhibiting of the photosynthetic apparatus functional activity.

**Keywords:** *Pinus pumila*, ecotypes, photosynthetic pigments, chlorophyll fluorescence

### **Введение**

Хвойные растения северных широт значительную часть года подвергаются воздействию низких температур нередко в сочетании с высокой солнечной радиацией. Многолетнее функционирование хвои и её сохранение в зимний период предполагает использование адаптивных механизмов для защиты фотосинтетического аппарата (ФА) в суровые зимы и восстановление его работы последующей весной [1, 2]. Отмечены несколько защитных механизмов используемых для предотвращения фотоповреждения фотосинтетического аппарата у зимующих вечнозеленых растений, в том числе сезонные изменения содержания фотосинтетических пигментов [3], усиленный циклический транспорт электронов вокруг фотосистемы I [4], деградация ключевых белков фотосистемы II [5], повышение уровня дезоксидации пигментов виолаксантинового цикла [6].

Имеющиеся в литературе данные свидетельствуют о том, что перестройка ФА при подготовке хвойных растений к зимнему периоду направлена на снижение поглощения и усиление диссипации поглощенной световой энергии. В весенний и летний периоды ФА адаптируется к более полному поглощению ФАР, в результате увеличивается максимальный квантовый выход ФС II [2].

В большинстве исследований зимнего состояния ФА видов рода *Pinus* объектами исследования были прямостоячие деревья, хвоя которых зимует в надснежном положении и испытывает прямое воздействие низких температур и солнечной инсоляции. Не ясно, как приспособливается ФА хвойных зимующих под снегом. Одним из таких представителей является кедровый стланик (*Pinus pumila* (Pall.) Regel.). В настоящее время стланик широко интродуцируется и используется в озеленении за пределами своего естественного ареала. Поэтому важно знать насколько успешно кедровый стланик будет адаптироваться к низким температурам зимнего периода. Особенностью стланика является то, что его побеги лежат с наступлением холодов и весь зимний период хвоя находится под защитой снега. Таким образом хвоя испытывает воздействию низких температур, но не подвергается действию солнечной радиации. Чтобы ответить на этот во-

прос, мы исследовали динамику содержания зеленых и желтых пигментов и показатели индуцированной флуоресценции хлорофилла у двух экотипов *Pinus pumila*.

Целью настоящей работы было исследование состояния фотосинтетического аппарата двух экотипов кедрового стланика в зимне–весенний период.

### **Методы и материалы**

Два экотипа вида были выращены из семян на юге Томской области на научном стационаре «Кедр» (30 км от г. Томска) в природном субстрате до семилетнего возраста. Семена кедрового стланика были собраны в природных популяциях в Забайкалье на Северо-Муйском хребте (западный горный экотип из континентального климата) и острове Кунашир (восточный островной экотип из океанического климата). В каждом экотипе было исследовано по пять деревьев. Выбор объектов был определен различными климатическими характеристиками естественного произрастания популяций (табл. 1). Так резко континентальный климат С.-Муйского хребта характеризуется прохладным летом, очень холодной морозной зимой и малым количеством осадков. Климат острова Кунашир намного мягче, отмечается много осадков в летний период, теплое лето и мягкая зима.

*Таблица 1*

Климатические условия юга Томской области и мест произрастания природных популяций *Pinus pumila* [7]

	С.-Муйский хребет	о. Кунашир	Томск
Средняя годовая температура, °С	–5,0	+5,2	+0,9
Средняя температура июля, °С	+12,0	+15,5	+18,7
Средняя температура января, °С	–30,0	–5,6	–17,1
Сумма активных температур, °С	600	1700	1650
Количество осадков в год, мм	250	1300	568

В декабре первая группа объектов (5 стлаников) была полностью засыпана снегом. Со второй группы растений (так же 5 особей) снег удалялся в течение всего периода наблюдений, т.е. объекты зимовали в надснежном состоянии. С декабря по апрель отбирали образцы однолетней хвои в обеих группах для определения содержания фотосинтетических пигментов и параметров индуцированной флуоресценции хлорофилла. Определение содержания фотосинтетических пигментов проводили в пяти биологических повторностях спектрофотометрическим методом (спектрофотометр UV–1600 Shimadzu, Япония). Флуоресценцию хлорофилла определяли с помощью портативной фотосинтетической системы Li–6400 ХТ (LiCor, США).



## Результаты

Проведенные исследования показали, что содержание зеленых и желтых пигментов в хвое различалось между экотипами и зависело от положения хвои относительно снежного покрова.

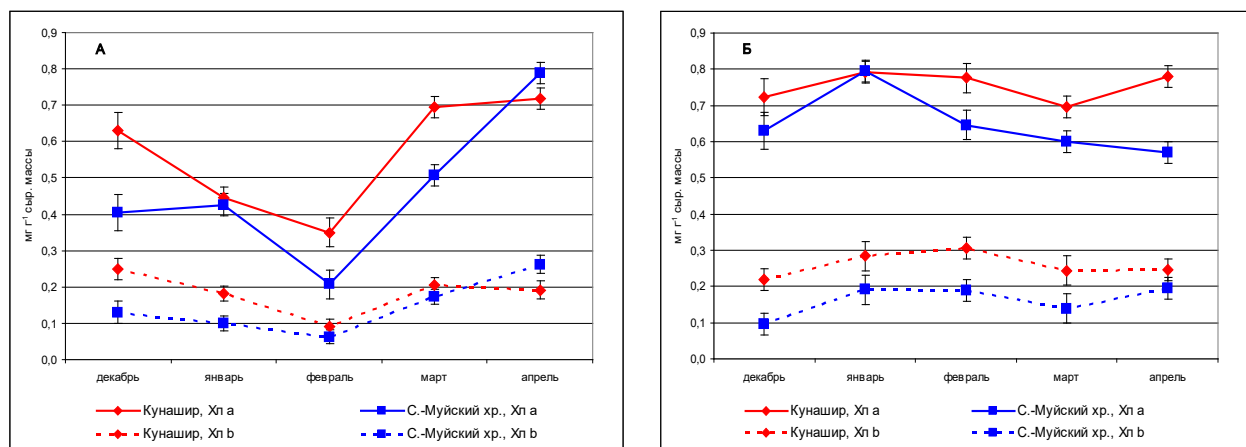


Рис. 1. Содержание хлорофиллов в надснежной (А) и подснежной (Б) хвое двух экотипов *Pinus pumila*

Так в обоих вариантах содержание хлорофиллов *a* и *b* было достоверно ниже в хвое С.-Муйского экотипа. В исследуемый период у обоих экотипов содержание хлорофиллов в подснежной хвое изменялось незначительно и имело сходный характер (рис. 1). В то же время количество фотосинтетических пигментов значительно уменьшалось в надснежной хвое у обоих экотипов в феврале после двух недель воздействия сильных январских морозов.

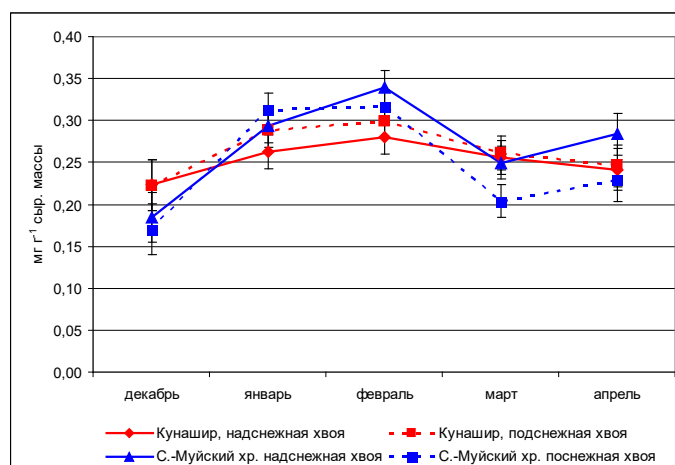


Рис. 2. Содержание каротиноидов в надснежной и подснежной хвое двух экотипов *Pinus pumila*

Содержание каротиноидов, напротив, после январских морозов увеличивалось у обоих экотипов в надснежной и подснежной хвое, причем более значительно у С.-Муйского экотипа. В марте количество каротиноидов уменьшалось, а хлорофиллов увеличивалось до величин предянварских морозов в обоих вариантах у всех экотипов (рис. 2.).

О значительных изменениях в организации фотосинтетического аппарата хвои кедрового стланика в зависимости от положения хвои относительно снежного покрова в зимний период свидетельствуют дальнейшее изучение параметров индуцированной флуоресценции хлорофилла (табл. 2).

Таблица 2

Изменение параметров флуоресценции хлорофилла *a* в надснежной и подснежной хвое двух экотипов *Pinus pumila*

Периоды наблюдения	С.-Муйский хребет						о. Кунашир					
	Надснежная хвоя			Подснежная хвоя			Надснежная хвоя			Подснежная хвоя		
	Fv/Fm	FpsII	ETR	Fv/Fm	FpsII	ETR	Fv/Fm	FpsII	ETR	Fv/Fm	FpsII	ETR
Декабрь	0,11	0,10	18,0	0,26	0,13	17,0	0,15	0,18	1,7	0,34	0,32	4,8
Январь	0,04	0,08	18,0	0,11	0,09	22,0	0,07	0,09	0,9	0,36	0,20	6,8
Февраль	0,02	0,08	21,9	0,05	0,12	23,7	0,04	0,05	11,0	0,34	0,19	26,3
Март	0,06	0,05	22,7	0,10	0,15	25,2	0,06	0,03	11,0	0,37	0,18	23,6
Апрель	0,28	0,13	27,1	0,44	0,22	28,0	0,61	0,17	25,8	0,63	0,25	27,4

Максимальный квантовый выход фотохимии ФС II (Fv/Fm), отражающий количество активных комплексов был ниже в надснежной хвое обоих экотипов. При этом у Кунаширского экотипа максимальная квантовая эффективность ФС II в надснежной и подснежной хвое была выше, чем у С.-Муйского экотипа аналогичных вариантов приблизительно на 50%. Минимальные значения Fv/Fm наблюдали в феврале после сильных январских морозов. Реальный квантовый выход фотохимической активности ФС II (FpsII) характеризующий долю световой энергии, используемой в процессе электронного транспорта был значительно ниже в надснежной хвое обоих экотипов в феврале. В подснежной хвое Кунаширской популяции FpsII значительно превышал аналогичный показатель хвои с С.-Муйского хребта. Скорость электронного транспорта (ETR) в надснежной хвое горного экотипа была выше, чем ETR в надснежной хвое островного экотипа в два раза в январе и феврале. ETR в надснежной и подснежной хвое С.-Муйского экотипа практически не отличалась. В то же время скорость электронного транспорта Кунаширского экотипа в надснежной хвое была значительно ниже, чем в подснежной все зимние месяцы.

### Обсуждение

Зимнее снижение содержания зеленых и желтых пигментов характерно для хвойных растений и направлено на уменьшение количества поглощенной солнечной энергии и ее утилизации. Снижение в зимние месяцы хлорофиллов и каротиноидов показано у *Picea abies*, *Pinus mugo* [8], *Pseudotsuga menziesii*, *Pinus*

*ponderosa* [9], при этом доля каротиноидов в пигментном фонде увеличивается, что связывают с их защитной ролью ФА от фотодеструкции путем рассеивания избыточной энергии в виде тепла. Помимо антиокислительного эффекта каротиноиды стабилизируют физическое состояние мембран хлоропластов [10]. Возможно, показанное нашими исследованиями увеличение содержания каротиноидов в надснежной хвое в феврале, после сильных морозов, было реакцией ФА на репарацию и стабилизацию мембран хлоропластов.

В зимнее время снежный покров защищает растения от низких температур и солнечной инсоляции, которая может приводить к фотоингибированию ФА. Показано более высокое содержание суммы хлорофиллов в подснежной хвое, чем в надснежной у *P. tugo*, произрастающей в Альпах, на высоте 1850 м над ур. моря [11]. Наши результаты исследования показали, что у стланика горного экотипа, содержание хлорофиллов и каротиноидов в подснежной хвое достоверно ниже, чем у островного экотипа. Возможно, такой характер изменений фотосинтетического аппарата обусловлен условиями произрастания материнских популяций, где в более жестких климатических условиях происходит значительная деградация пигментного фонда для снижения разрушающего воздействия низких температур и солнечной радиации. Можно предположить, что такой характер изменений наследуется и сохраняется при выращивании на юге Томской области. У островного экотипа в естественных условиях произрастания при наступлении теплой зимы, нет необходимости сильной деградации пигментного фонда, поэтому содержание фотосинтетических пигментов выше, чем у горного экотипа.

С другой стороны исследование популяционной изменчивости функциональных характеристик показателей ФА методом индуцированной флуоресценции хлорофилла на двухлетних сеянцах из шести популяций *Pinus canariensis* в зимний период показали отсутствие влияния генотипа на максимальный квантовый выход фотохимии ФС II [12]. Следует отметить, что температура воздуха этом эксперименте не опускалась ниже минус 5°C. Аналогичные результаты были получены при экспериментальном замораживании хвои и побегов двухлетних сеянцев выращенных из семян четырех популяций *Pinus pinaster*, расположенных в Испании и Франции [13]. Fv/Fm не отличалась между континентальными и приморскими популяциями при искусственном замораживании до минус 25 °C. При более низких температурах, когда наблюдали 50% повреждение хвои и побегов, более устойчивыми к низким температурам оказались популяции из континентального климата, при этом Fv/Fm был также выше у континентальных популяций. Наши исследования показали, что максимальный квантовый выход фотохимии и реальный квантовый выход фотохимической активности ФС II были выше у Кунаширского экотипа из морского климата. Возможно, это связано с более высоким содержанием пигментов в хвое островного экотипа. Тем не менее у С.–Муйского экотипа ETR была практически одинакова в надснежной и подснежной хвое и выше, чем в надснежной хвое Кунаширского экотипа. Можно предположить о более эффективной утилизации солнечной энергии у горного экотипа, благодаря перераспределению и более тесному контакту ФС I и ФС II,

как было показано для фотосинтетического аппарата *Pinus sylvestris* в зимний период [14]. Дальнейшие исследования, проведенные в теплые и холодные зимы, а также эксперименты с искусственным замораживанием хвои и побегов стланика различных экотипов помогут ответить на этот вопрос.

### **Заключение**

Таким образом, было показано, что степень деградации зеленых пигментов при подготовке к зиме была выше у стланика горного экотипа. Сильные морозы вызывали уменьшение содержания хлорофиллов и увеличение количества каротиноидов у обоих экотипов. Отсутствие снежного покрова влияло на пигментный фронт, провоцируя снижение содержания хлорофиллов у обоих экотипов и ингибировало функциональную активность фотосинтетического аппарата.

### **Благодарности**

Работа выполнена при поддержке проекта РФФ № 23-26-00077

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Yamazaki J., Ohshi A., Hashimoto, Y., Negishi E., Kumagai S., Kubo T., Oikawa T., Maruta E., Kamimura Y. Effects of high light and low temperature during harsh winter on needle photodamage of *Abies mariesii* growing at the forest limit on Mt. Norikura in central Japan // *Plant Science*. – 2003. – V. 165. – P. 257–264.
2. Zarter C. R., Demmig-Adams B., Ebbert V., Adamska I., Adams W. W. III. Photosynthetic capacity and light harvesting efficiency during the winter-to-spring transition in subalpine conifers // *New Phytologist*. – 2006b. – V. 172. – P. 283–292.
3. Öquist G., and Huner N. P. A. Photosynthesis of overwintering evergreen plants // *Annual Review of Plant Biology*. – 2003. – V. 54. – P. 329–355.
4. Adams W. W. III, Zarter C. R., Ebbert V., Demmig-Adams B.: Photoprotective strategies of overwintering evergreens // *Bio Science*. – 2004. – V. 54. – P. 41–49.
5. Маслова Т. Г., Мамушина Н. С., Шерстнева О. А., Буболо Л. С., Зубкова Е. К. Структурно-функциональные изменения фотосинтетического аппарата у зимневегетирующих хвойных растений в различные сезоны года // *Физиология растений*. – 2009. – Т. 56. – №5. – С. 672–681.
6. Lehner G., Lütz C. Photosynthetic functions of cembran pines and dwarf pines during winter at timberline as regulated by different temperatures, snowcover and light // *J. Plant Physiol*. – 2003. – V. 160. – P. 153–166.
7. Агроклиматический атлас мира. Москва-Ленинград: Гидрометеиздат, 1972. – 115 с.
8. Robakowski P. Susceptibility to low-temperature photoinhibition in three conifers differing in successional status // *Tree Physiology*. – 2005. – V. 25. – P. 1151–1160.
9. Adams W. W. III, Demmig-Adams B., Rosenstiel T. N., Brightwell A. K., Ebbert V. Photosynthesis and photoprotection in overwintering plants // *Plant Biology*. – 2002. – V. 4. – P. 545–557.
10. Grzeszki W. I. Carotenoids in membranes // *Advances in Photosynthesis*. V. 8. The photochemistry of carotenoids / Eds Frank H. A., Young A. J., Britton G., Cogdell R. J. The Netherlands: Kluwer. – 1999. – P. 363–379.
11. Lehner G., Lütz C. Photosynthetic functions of cembran pines and dwarf pines during winter at timberline as regulated by different temperatures, snowcover and light // *J. Plant Physiol*. – 2003. – V. 160. – P. 153–166.
12. Miranda J. C., López de Heredia U., Fernández V., Pita P. Phenotypic plasticity in *Pinus canariensis* seedlings growing at chilling and freezing temperatures // *Frontiers in Forest and Global Change*. – 2023. DOI:10.3389/ffgs.2023.1303886

13. Corcuera L., Gil-Pelegrin E., Notivol E. Intraspecific variation in *Pinus pinaster* PSII photochemical efficiency in response to winter stress and freezing temperatures // PLoS ONE. – 2011. – V. 6. – № 12. – e28772.

14. Bag P., Chukhutsina V., Zhang Z., Paul S., Ivanov A. G., Shutova1 T., Croce R., Holzwarth A. R., Jansson S. Direct energy transfer from photosystem II to photosystem I confers winter sustainability in Scots Pine // Nature communications. – 2020. – 11:6388.

© O. Г. Бендер, 2024

*С. К. Фарбер<sup>1\*</sup>, А. А. Мартынов<sup>1</sup>, Н. С. Кузьмик<sup>1</sup>*

## **Эколого-экономическая доступность насаждений лесостепи Красноярского края**

<sup>1</sup>Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН, г. Красноярск, Российская Федерация  
\*e-mail: sfarber@ksc.krasn.ru

**Аннотация.** Работа выполнена на примере насаждений лесостепной зоны Красноярского края. Экономическая доступность приравнивается к таксовой стоимости древесного ресурса, эколого-экономическая доступность приравнивается к общей стоимости насаждения, равной сумме стоимости экосистемных функций. Стоимость древесного ресурса рассматривается, как часть общей стоимости насаждения. Тогда переход к общей стоимости насаждения осуществляется по значению доли, вносимой в общую стоимость древесным ресурсом. Доля стоимости (значимости) древесного ресурса экспертная и принята для эксплуатационных лесов 0,65, защитных 0,1. В качестве исходных для расчетов данных служат показатели древостоев укрупненных выделов.

**Ключевые слова:** таксовая стоимость древесины, значимость и стоимость экосистемных функций насаждения, эколого-экономическая доступность, картографирование

*S. K. Farber<sup>1\*</sup>, A. A. Martynov<sup>1</sup>, N. S. Kuzmik<sup>1</sup>*

## **Ecological and economic accessibility of forest-steppe plantations of the Krasnoyarsk region**

<sup>1</sup>Federal 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 work is carried out on the example of plantations in the forest-steppe zone of the Krasnoyarsk Territory, Economic accessibility is equated to the tax value of a wood resource, ecological and economic accessibility is equated to the total cost of planting, equal to the sum of the cost of ecosystem functions. The cost of a wood resource is considered as part of the total cost of planting. Then the transition to the total cost of planting is carried out according to the value of the share contributed to the total cost by the wood resource. The share of the value (significance) of the wood resource is expert and is accepted for operational forests of 0.65, protective forests of 0.1. Indicators of stands of enlarged allotments serve as the initial data for calculations.

**Keywords:** the tax value of wood, the importance and cost of ecosystem functions of planting, ecological and economic accessibility, mapping

### ***Методика и результаты***

Для определения таксовой стоимости древесины в качестве исходных данных использованы таксационные показатели насаждений укрупненных выделов (база данных международного проекта «Лесные ресурсы, проблемы окружающей при-

родной среды и социально-экономического развития Сибири» [1]). Хвойные древо-стои лесостепи Красноярского края характеризуются первым классом товарности лиственные - третьим. Объем деловой (по классам крупности) и дровяной древесины рассчитан по товарным таблицам [2]. Стоимость древесины для 1 разряда такс определена по ставкам платы за единицу объема древесины (Постановление Правительства РФ от 22.05.2007 N 310). Лесостепь Красноярского края относится к четвертому Восточно - Сибирскому лесотаксовому району (табл. 1).

Таблица 1

Таксовая стоимость древесины насаждений лесостепи (фрагмент)

Ключевое поле	Насаждение	Возраст, лет	Диаметр, см	Запас древесины, м <sup>3</sup> /га			Стоимость, тыс. руб.
				всего	деловой	дровяной	
4070001	Кедровое	180	28	170	144,5	3,4	1,168
4070005	Кедровое	200	30	230	195,5	4,6	1,634
4070007	Сосновое	140	40	190	165,3	0	1,010
4070010	Березовое	70	22	150	48	48	0,352
4070011	Еловое	140	26	260	221	5,2	1,030
4070014	Еловое	140	26	200	170	4	0,792

Ставки платы снижаются (компенсируются) с увеличением расстояния, что учитывается посредством разрядов такс. Корректирующие коэффициенты снижения стоимости по разрядам такс для всех категорий деловой древесины в таблице ставок платы выравнены. При этом значения корректирующих коэффициентов не зависят от породы дерева. Значит при наличии стоимости древесного ресурса 1 разряда можно с помощью корректирующих коэффициентов рассчитать стоимость древесного ресурса всех других. Запишем  $C_i = K_i * C_1$ , где:  $C_i$  – таксовая стоимость  $i$  разряда такс;  $K_i$  - корректирующий коэффициент  $i$  разряда такс;  $C_1$  - таксовая стоимость 1 разряда такс. Для дровяной древесины корректирующие коэффициенты не выравнены, поэтому средние значения  $K_i$  получены без учета дровяной древесины (табл. 2).

Таблица 2

Средние значения корректирующих коэффициентов  $K_i$  для разрядов такс

Разряд такс	$K_i$	Древесная порода				Общее среднее $K_i$
		Осина	Береза	Сосна	Ель, Пихта	
1	$K_1$	1	1	1	1	1
2	$K_2$	0,873246	0,899369	0,909588	0,902248	0,896
3	$K_3$	0,740643	0,771842	0,777452	0,767701	0,764
4	$K_4$	0,562427	0,586376	0,594072	0,587243	0,583
5	$K_5$	0,454167	0,458787	0,452876	0,452399	0,455
6	$K_6$	0,362573	0,367289	0,362586	0,358471	0,363
7	$K_7$	0,276608	0,282531	0,275418	0,272459	0,277

Стоимость насаждения есть сумма стоимостей его экосистемных функций.  $C = \sum C_i$ , где  $C_i$  - стоимость  $i$ -той экосистемной функции. При наличии значимости долевых соотношений переход к общей стоимости легко осуществляется по известной стоимости одной из экосистемных функций. Наиболее удобный вариант – использование для этой цели таксовой стоимости древесины. При этом сбалансированность такс на древесину сохраняется и распространяется в том числе на стоимость других ресурсных и экологических составляющих. Таким образом для получения общей стоимости насаждения достаточно наличия таксовой стоимости древесины  $C_m$  и ее доли  $P_m$  в общей стоимости. Расчет производится по зависимости  $C = C_m/P_m$ . Величина  $C_m$  – расчетная, величина  $P_m$  устанавливается в экспертном порядке и принимается для эксплуатационных лесов равной 0,65; для защитных лесов - 0,1. Следует подчеркнуть, значения  $P_m$  могут при необходимости корректироваться. Очевидное преимущество использования  $P_m$  – сведение многоаспектной задачи стоимостной оценки неопределённого количества экосистемных функций к определению доли участия только таксовой стоимости древостоя в общей стоимости насаждения.

Переход к эколого-экономической стоимости насаждений произведен посредством учета доли значимости древесного ресурса в общей стоимости насаждения, которая принята равной 0,65 в эксплуатационных лесах и 0,1 в защитных лесах (табл. 3).

Таблица 3

Переход от стоимости древесного ресурса к стоимости насаждений

Разряд такс	Расстояние вывозки, км	Стоимость, (руб.м <sup>3</sup> )/га		
		Древесного ресурса	Эколого-экономическая стоимость лесов	
			Эксплуатационных	Защитных
1	до 10	$C_m$	$C_m/0,65$	$C_m/0,1$
2	10,1 - 25	$C_m*0,896$	$(C_m*0,896)/0,65$	$(C_m*0,896)/0,1$
3	25,1 - 40	$C_m*0,764$	$(C_m*0,764)/0,65$	$(C_m*0,764)/0,1$
4	40,1 - 60	$C_m*0,583$	$(C_m*0,583)/0,65$	$(C_m*0,583)/0,1$
5	60,1 - 80	$C_m*0,455$	$(C_m*0,455)/0,65$	$(C_m*0,455)/0,1$
6	80,1 - 100	$C_m*0,363$	$(C_m*0,363)/0,65$	$(C_m*0,363)/0,1$
7	более 100,1	$C_m*0,277$	$(C_m*0,277)/0,65$	$(C_m*0,277)/0,1$

*Картографирование.* Повывдельные расчеты выполнены средствами Excel. Наличие общего поля FID (ключевого поля укрупненных выделов) в атрибутивной таблице ГИС и Excel позволяет производить обмен полями с получением возможности картографирования. В нашем случае картографирования показателей стоимости насаждений (рис. 1).



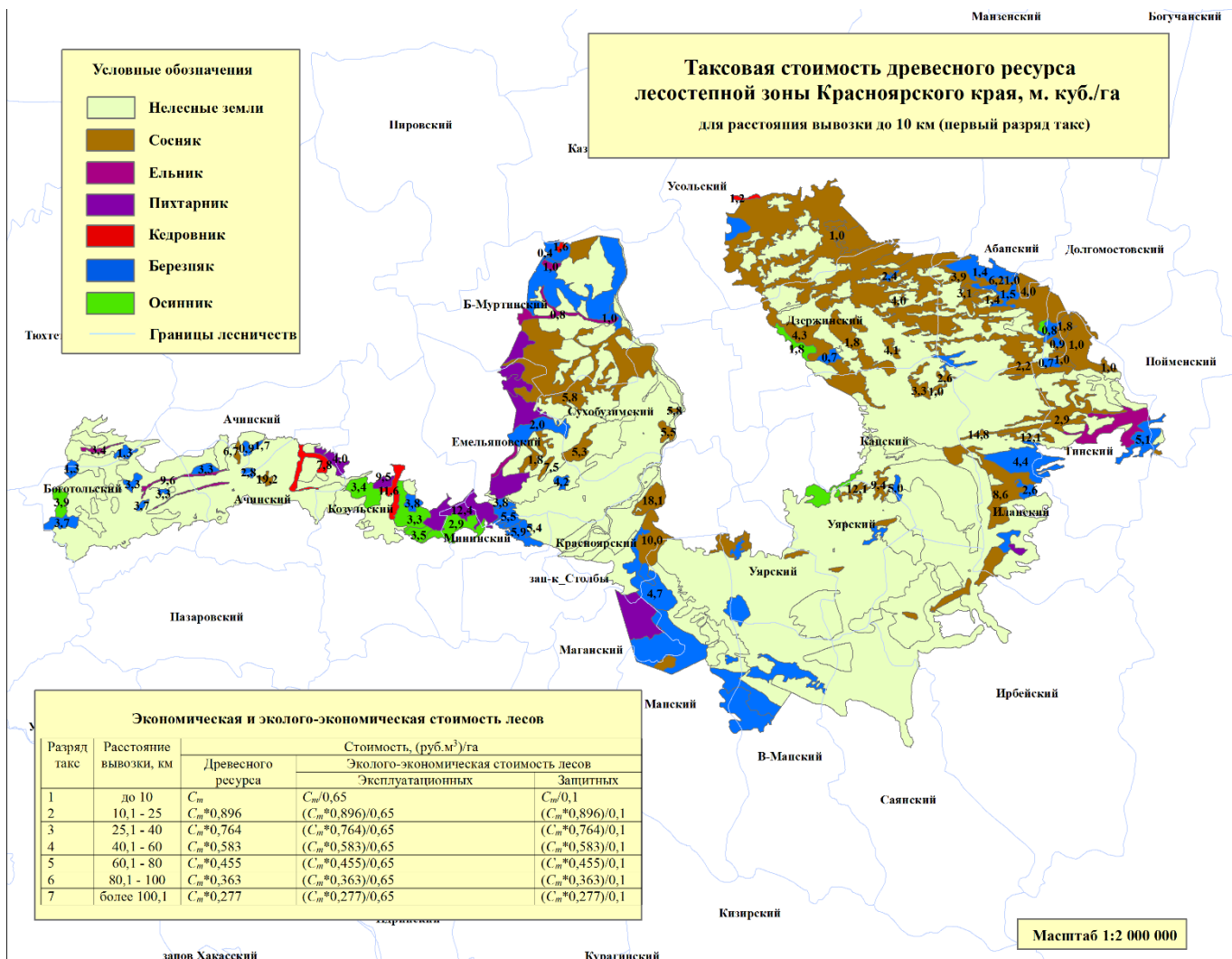


Рис. 1. Эколого-экономическая оценка насаждений лесостепи Красноярского края (без учета повышающего коэффициента 2,83 (Постановление правительства РФ № 1318 от 12.10.2019 г))

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фарбер С. К. Формирование древостоев Восточной Сибири. – Новосибирск: Изд-во Сибирского отделения Российской Академии наук, 2000. – 432 с.
2. Анучин Н. П. Сортиментные и товарные таблицы Н. П. Анучина. 7-е изд., перераб. и доп. М.: Лесная пром-сть, 1981. - 536 с.

© С. К. Фарбер, А. А. Мартынов, Н. С. Кузьмик, 2024

*В. В. Вечеров<sup>1\*</sup>, А. А. Макарова<sup>1</sup>*

**Использование данных важнейшего инновационного проекта государственного значения «Единая национальная система мониторинга климатически активных веществ» для установления зависимостей между дешифровочными и таксационными характеристиками основных лесообразующих пород**

<sup>1</sup> ФГБУ «Рослесинфорг», г. Москва, Российская Федерация  
\* e-mail: [vecherov.vv@roslesinforg.ru](mailto:vecherov.vv@roslesinforg.ru)

**Аннотация.** В статье рассматриваются проводимые ФГБУ «Рослесинфорг» работы по созданию национальной сети тестовых полигонов мониторинга пулов углерода в наземных экосистемах России в рамках важнейшего инновационного проекта государственного значения «Единая национальная система мониторинга климатически активных веществ».

**Ключевые слова:** система мониторинга климатически активных веществ, образцы почв и надпочвенного покрова, лесообразующие породы, тестовые полигоны

*V. V. Vechevov<sup>1\*</sup>, A. A. Makarova*

**The use of data from the most important innovative project of national importance «Unified national monitoring system of climatically active substances» to establish dependencies between the decryption and taxation characteristics of the main forest-forming species**

<sup>1\*</sup> FSBI Roslesinsorg, Moscow, Russian Federation  
\*e-mail: [vecherov.vv@roslesinforg.ru](mailto:vecherov.vv@roslesinforg.ru)

**Annotation.** The article discusses the work carried out by Federal State Budgetary Institution «Roslesinforg» on the creation of a national network of test sites for monitoring carbon pools in terrestrial ecosystems of Russia within the framework of the most important innovative project of national importance «Unified national monitoring system of climatically active substances».

**Keywords:** monitoring system of climatically active substances, test site, samples of soils and above-ground cover, forest-forming species, test ranges

С 2022 года ФГБУ «Рослесинфорг» осуществляются работы по изучению наземных экосистем в рамках важнейшего инновационного проекта государственного значения «Единая национальная система мониторинга климатически активных веществ» (ВИП ГЗ), направленного на экологическую (низкоуглеродную) трансформацию отраслей российской экономики, адаптацию экономики и населения страны к изменениям климата, а также защиту российских подходов на международных площадках [1]. В процессе выполнения работ осуществляется наземная оценка характеристик лесов на сети тестовых полигонов (ТП). ТП представляет собой квадрат со стороной 2 км на 2 км, размещаемый в горизонтальном

положении на местности. Заданный размер ТП (400 га или 4 км<sup>2</sup>) выбран для валидации результатов обработки спутниковых данных среднего пространственного разрешения. Например, в случае использования данных MODIS с пространственным разрешением 250 м/пкс на одном ТП размещается 64 пикселя (8x8 пикселей).

Размещение ТП на местности производится с учетом применяемой стратификации. Схема стратификации разработана Центром по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН (ЦЭПЛ РАН) на основе интеграции наземных данных, в т.ч. данных государственной инвентаризации лесов (ГИЛ), дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) различного пространственного разрешения и математического моделирования, для учета и прогнозирования по потокам парниковых газов и бюджету углерода в наземных экосистемах РФ [2].

Для пространственного учета факторов формирования пулов углерода и выделения однородных районов их действия создана единая схема стратификации наземных экосистем РФ, в основе которой лежат следующие тематические карты:

- карта экорегионов [3];
- карта типов наземной растительности РФ [4];
- карты надземного и подземного растительного пула углерода [5];
- карты почвенного пула углерода в 30 см слое [6].

ТП размещаются в основных (характерных) типах наземных экосистемах, в частности, основных типах лесных экосистем. Размещение ТП основано на распределении характерных типов растительности в пределах регулярной сети ячеек размером 1x1 градус. Каждая ячейка привязывается к пересекаемому ей экорегиону с определением преобладающих типов растительности в нем и в ячейке соответственно.

Для определения местоположения центра ТП в пределах каждой из ячеек производится оценка распределения углерода для каждого из типов наземной растительности, с формированием границ зон с локальными значениями среднего запаса и доли почвенного запаса близким к глобальным.

Критериями наилучшего местоположения центров ТП выступают:

- минимальное отклонение от глобального коэффициента вариации общего запаса углерода;
- минимальная удаленность от ближайшего населенного пункта (по прямой не ближе 3 км) и доступность для закладки ТП;
- наличие в ТП, закладываемых в здоровых насаждениях, минимум одной постоянной пробной площади ГИЛ.

Минимальное число ТП для лесных экосистем рассчитано ЦЭПЛ РАН для всей территории РФ при средней ошибке определения запаса углерода 5,2% [2].

На рисунке 1 приведено размещение сети тестовых полигонов экстенсивного уровня.

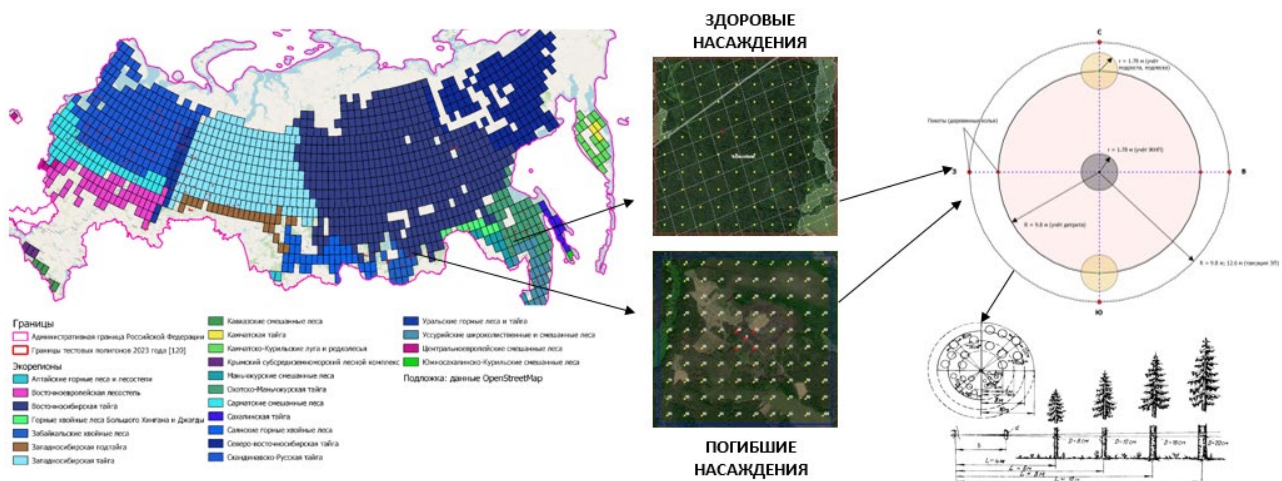


Рис. 1. Размещение сети ТП экстенсивного уровня

За год с момента запуска ВИП ГЗ ФГБУ «Рослесинфорг» сформирована сеть из 120 ТП экстенсивного уровня для сбора базовых данных о лесных экосистемах. Комплексные исследования запасов углерода в лесных растениях и почве проведены в 19 регионах. На каждом ТП специалистами ФГБУ «Рослесинфорг» определены тип и характеристики деревьев, кустарников, сухостоя, валежника древесины, пней и хвороста, а также взято 16 800 образцов трав, лесной подстилки и почвы для лабораторных анализов – в общей сложности более 10 тонн [7].

В процессе полевых работ по наземной оценке характеристик лесов на круговых пробных площадях закладывается 101 круговая площадка, на которых производится описание «живого» напочвенного покрова, подроста и подлеска, описание «мертвой» древесины, таксация насаждений, а также оценка их санитарного состояния. При этом осуществляется сбор данных, позволяющих рассчитать запасы углерода по следующим пулам:

- «живая» биомасса (включая данные о запасах в подросте и подлеске);
- «мертвая» древесина (включая валеж, хворост, пни, сухостой).

Схемы организации полевых работ и круговой пробной площадки приведены на рисунке 2.

В процессе полевых работ по сбору информации о запасах углерода почв и напочвенного покрова осуществляется сбор данных, позволяющих рассчитать запасы углерода по следующим пулам:

- недревесная биомасса (травяно-кустарниковый и мохово-лишайниковые ярусы);
- лесная подстилка;
- органическое вещество почв.

При этом на каждой ТП закладывается 5 почвенных разрезов глубиной до 100 см и 10 прикопок глубиной до 60 см.

Схемы организации полевых работ и отбора образцов приведены на рисунке 3.

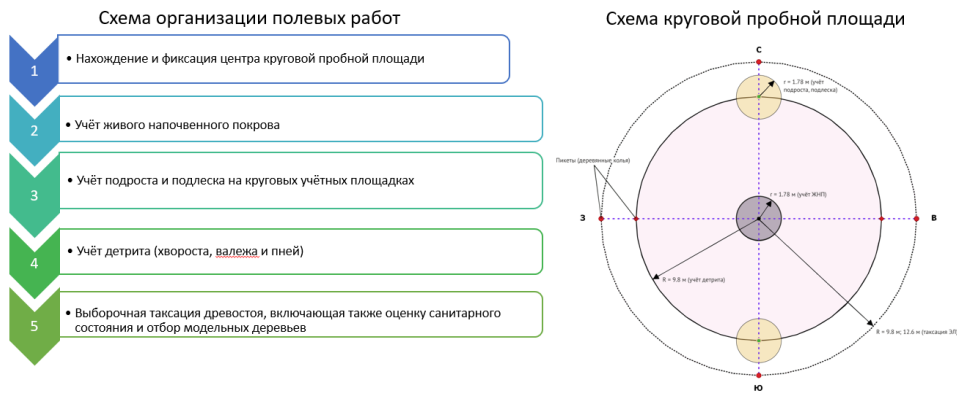


Рис. 2. Наземная оценка характеристик лесов на сети ТП экстенсивного уровня

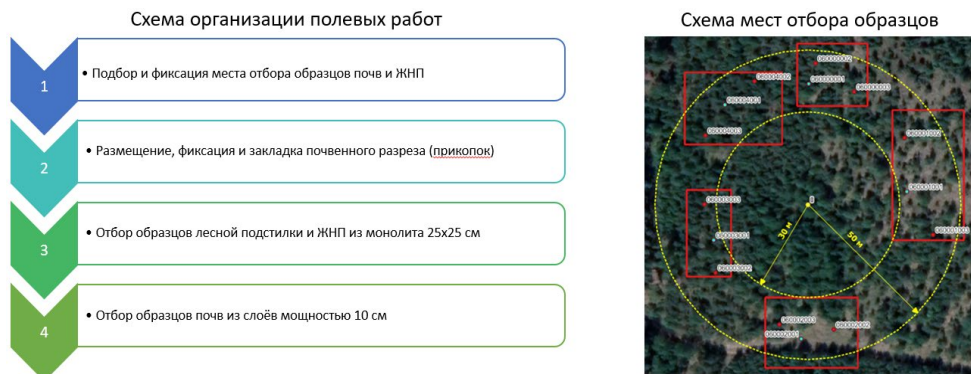
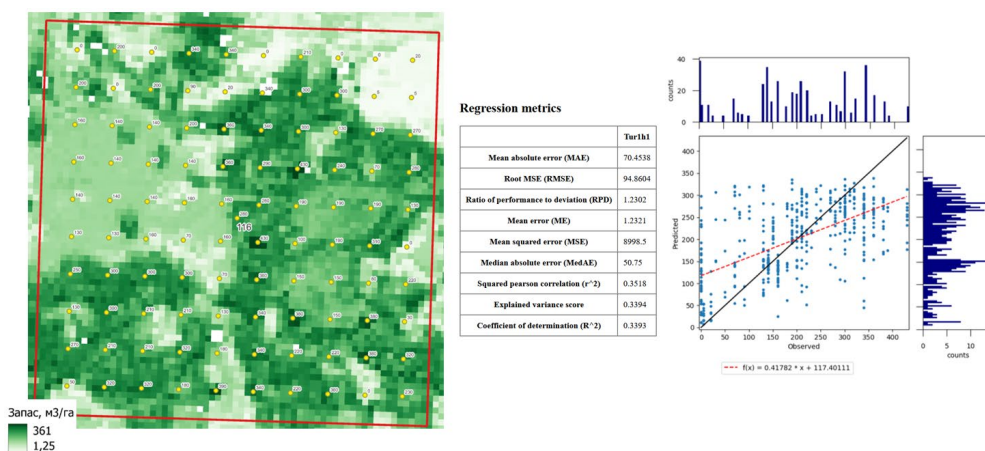


Рис. 3. Сбор информации о запасах углерода почв и напочвенного покрова

Полученная информация позволяет разработать модели машинного обучения для задач классификации и регрессии по данным ДЗЗ различного пространственного разрешения. На рисунках 4-6 приведены результаты использования полевых данных при автоматизированной обработке спутниковых данных. Из наземных наблюдений формируется база данных и спектральные библиотеки основных лесобразующих пород, включающая в более 85 тыс. модельных деревьев.





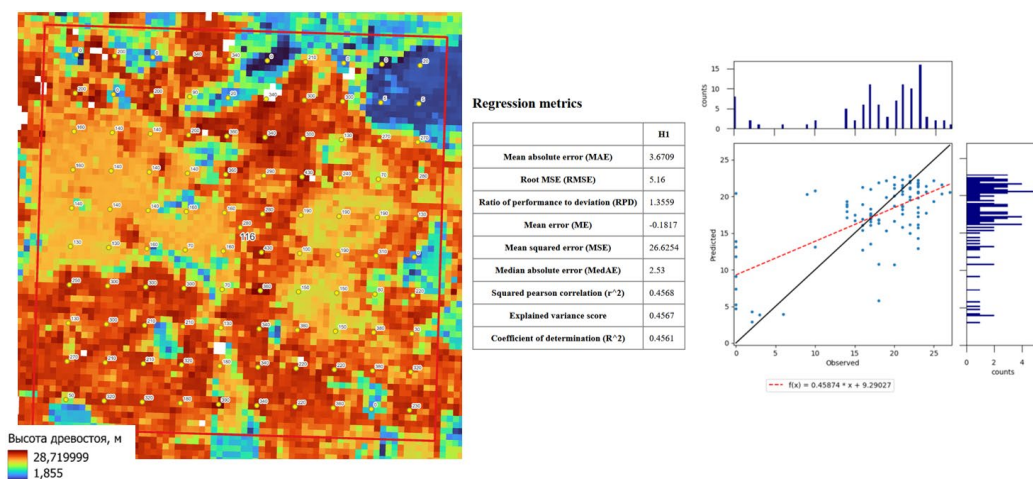


Рис. 5. Создание попиксельной карты высот древесного полога методом регрессии (алгоритм «Random Forest»)

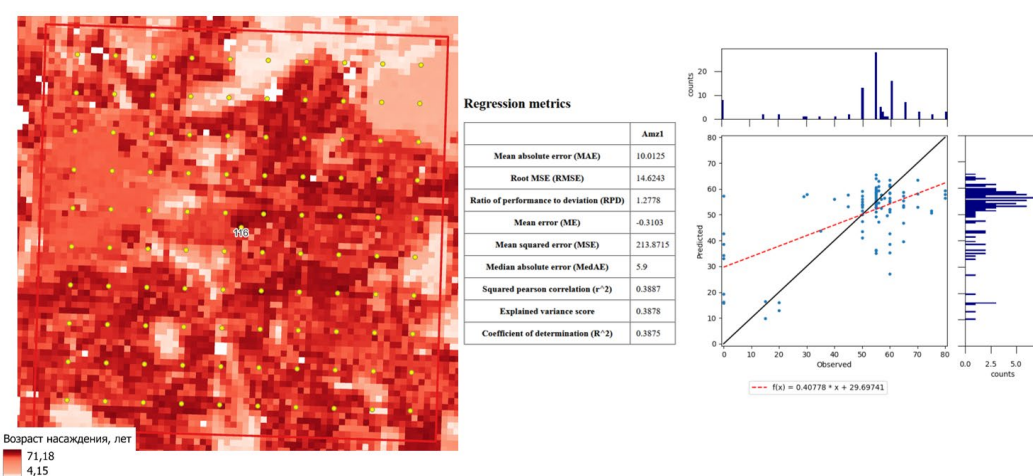


Рис. 6. Создание попиксельной карты возраста насаждений методом регрессии (алгоритм Random Forest)

Таким образом, разработанные на наземных данных модели машинного обучения позволяют с достаточной точностью выделять на снимках среднего пространственного разрешения преобладающие в древесном пологе породы. При моделировании количественных характеристик лесов (например, высоты полога, возраста насаждений, запасов древесины) регрессионные уравнения имеют низкие или средние показатели коэффициента детерминации R<sup>2</sup>. Дальнейшие исследования ФГБУ «Рослесинфорг» будут направлены на улучшение полученных моделей, а также на повышение точности определения количественных и качественных характеристик лесов путем агрегации попиксельных карт в выдела, в т.ч. методами автоматической пространственной сегментации.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Распоряжение Правительства РФ от 29.10.2022 № 3240-р «Об утверждении важнейшего инновационного проекта государственного значения «Единая национальная система мониторинга климатически активных веществ» и плана мероприятий («дорожной карты») по ре-

ализации первого этапа (2022-2024 гг.) важнейшего инновационного проекта государственного значения «Единая национальная система мониторинга климатически активных веществ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/405491263/> – Загл. с экрана (дата обращения: 07.05.2024).

2. Проект сети наземных тестовых полигонов для создания единой национальной сети мониторинга климатически активных веществ/ Д.В. Ершов, Е.А. Гаврилюк, Е.С. Подольская, С.В. Князева, Е.Н. Соколова, Н.В. Королева: материалы конференции «Углерод в наземных экосистемах: мониторинг. Реализация важнейшего инновационного проекта государственного значения «Единая национальная система мониторинга климатически активных веществ», 15-16 февраля 2023 г., Москва [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://ritm-c.ru/wp-content/uploads/2023/04/ritm\\_2023\\_0215\\_ershov.pdf](https://ritm-c.ru/wp-content/uploads/2023/04/ritm_2023_0215_ershov.pdf) – Загл. с экрана (дата обращения: 07.05.2024).

3. Dinerstein, E. An Ecoregion-Based Approach to Protecting Half the Terrestrial Realm // E. Dinerstein et al. / BioScience. – 2017. – Vol. 67. – Issue 6. – P. 534-345.

4. Барталев, С.А. Спутниковое картографирование растительного покрова России по данным спектрорадиометра MODIS [Текст]// С.А. Барталев, В.А. Егоров, Д.В. Ершов, А.С. Исаев, Е.А. Лупян, Д.Е. Плотников, И.А. Уваров / Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2011. – Т. 8. – № 4. – С.285-302.

5. Spawn, S.A, Harmonized global maps of above and belowground biomass carbon density in the year 2010 // Sullivan, C.C., Lark, T.J. et al. / Sci. Data. – 2020. – 7, 112. – P. 453-487.

6. Чернова, О.В. Комплексный подход к картографической оценке запасов органического углерода в почвах России [Текст]// О.В. Чернова, О.М. Голозубов, О.И. Алябина, Д.Г. Щепаченко / Почвоведение. – 2021. – №3. – С. 273-286.

7. Год с запуска ВИП-проекта по климату: Рослесинфорг подвел первые итоги [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://roslesinfor.ru/news/all/god-s-zapuska-vip-proekta-po-klimatu-roslesinfor-g-podvel-pervye-itogi/> – Загл. с экрана (дата обращения: 07.05.2024).

© В. В. Вечеров, А. А. Макарова, 2024

*Ю. С. Ларина<sup>1\*</sup>*

## **Основные виды воздействия газопроводов высокого давления на компоненты окружающей среды**

<sup>1</sup> Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет (ННГАСУ),  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация  
\* e-mail: julialarina7@gmail.com

**Аннотация.** В статье выполнен анализ основных видов воздействия газопроводов высокого давления на компоненты окружающей среды, что позволяет сделать вывод о том, что при своевременном выявлении и соблюдении существующих санитарных норм и правил можно обеспечить защиту окружающей природной среды от всех возможных негативных воздействий.

**Ключевые слова:** газопровод высокого давления, источники воздействия, полоса отвода, природный газ

*Y. S. Larina<sup>1\*</sup>*

## **The main types of effects of high-pressure gas pipelines on environmental components**

<sup>1</sup> Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering (NNGASU),  
Nizhniy Novgorod, Russian Federation  
\* e-mail: julialarina7@gmail.com

**Аннотация.** The article analyzes the main types of effects of high-pressure gas pipelines on environmental components, which allows us to conclude that with timely identification and compliance with existing sanitary norms and rules, it is possible to protect the environment from all possible negative impacts.

**Ключевые слова:** high-pressure gas pipeline, sources of exposure, outlet lane, natural gas.

### ***Введение***

Основным из направлений пространственного развития Российской Федерации является: обеспечения расширения, модернизации и оптимизации мощностей Единой системы газоснабжения с учетом необходимости создания новых экспортных маршрутов и дальнейшей газификации субъектов Российской Федерации.

Важно учитывать особенности городской среды при планировании и реализации проектов по развитию систем газоснабжения, чтобы минимизировать возможные негативные воздействия на окружающую среду и жизнедеятельность городского населения.

Такой подход поможет обеспечить стабильное и бесперебойное функционирование систем газоснабжения и газификации, повысив тем самым качество жизни горожан и эффективность работы социально значимых объектов.



Цель работы направлена на выявление основных видов воздействия газопроводов высокого давления на компоненты окружающей среды.

Для достижения поставленной цели были выполнены следующие задачи: были проанализированы и выявлены наиболее негативные и оказывающие наибольший ущерб окружающей среде факторы воздействия газопроводов высокого давления, а также произведены некоторые расчеты по теме исследования.

### ***Методы и материалы***

Для обеспечения сохранности, создания нормальных условий эксплуатации систем газоснабжения и предотвращения аварий и несчастных случаев для проектируемых газопроводов, согласно «Правил охраны газораспределительных сетей», утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации №878 от 20.11.2000 г., устанавливаются охранные зоны [4]:

- вдоль трассы наружного газопровода
- в виде территории, ограниченной условными линиями, проходящими на расстоянии 2м с каждой стороны газопровода;
- вдоль трассы газопровода, проходящего по древесно-кустарниковой растительности
- в виде просек шириной 6м, по 3м с каждой стороны газопровода; - вокруг отдельно стоящих газорегуляторных пунктов
- в виде территории, ограниченной замкнутой линией, проведенной на расстоянии 10м от границ этих объектов.

В соответствии с СанПиНом 2.2.1/2.1.1.1200-03 (с изменениями от 01.03.08г., 06.10.09г., 10.09.10г., 25.04.14г.) санитарно-защитная зона и санитарные разрывы для подземных газораспределительных сетей и сооружений на них не устанавливаются [5].

Ожидаемый шумовой режим на фасадах жилых домов рассчитывается в соответствии с формулами, установленными в СНиП 23-03-2003 [6].

В соответствии с требованиями стандарта СП42-101-2003, оборудование, использованное в газорегуляторных пунктах, подобрано таким образом, чтобы обеспечить допустимые скорости движения газа, что гарантирует приемлемый уровень шума, генерируемого газопроводом [8].

В качестве нормативных уровней звука для территории строительства газопровода, прилегающей к жилым домам, принимаются данные, приведенные в таблице 1.

*Таблица 1*

**Нормативные уровни звука**

Время воздействия	Среднегеометрическая частота, Гц								Уровни звука, эквивалентные уровни звука	Максимальные уровни звука
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
Территории, непосредственно прилегающие к жилым домам										
7.00-23.00	75	66	59	54	50	47	45	44	55	70

Максимальная расчетная скорость движения автотранспорта по рассматриваемой территории 5-10 км/час. Эквивалентный уровень звука, создаваемый автотранспортом, рассчитывается по формуле:

$$LA_{\text{экв}} = 10 \lg N + 8,4 \lg P + \lg V + 9,2$$

Где  $N = 1$  авт/час – интенсивность движения транспорта;

$P = 100\%$  – доля движения грузового транспорта;

$V = 10$  км/час – средняя скорость движения автотранспорта;

$$LA_{\text{экв}} = 10 \lg 1 + 8,4 \lg 100 + \lg 10 + 9,2 = 27,6 \text{ дБА}$$

Максимальный уровень звука, создаваемый автотранспортом, рассчитывается по формуле:

$$LA_{\text{макс}} = LF_{60} + 30 \lg (V / 60)$$

где  $LF_{60}$  – максимальный уровень звука грузового автомобиля (типа МАЗ) при скорости 60 км/час;

$V = 10$  км/час – средняя скорость движения грузового автомобиля по территории объекта;

$$LA_{\text{макс}} = LF_{60} + 30 \lg (V / 60) = 89 + 30 \lg (10 / 60) = 55,76 \text{ дБА}$$

Таким образом, максимальный уровень звука, создаваемый движением грузового автомобиля, будет составлять 55,76 дБА, что не превышает нормативных уровней звука.

Вопросы сбора, складирования и своевременного удаления отходов с мест их образования, а также применение малоотходной и безотходной технологий с целью охраны атмосферного воздуха, земель, вод и других объектов окружающей природной среды, приобретают особую актуальность при строительстве и эксплуатации газопровода. В соответствии с СанПиНом 2.2.3.1384-03 не допускается сжигание на строительной площадке строительных отходов [7].

### ***Результаты***

Территория строительства газопроводов высокого давления, подвергается воздействию трех антропогенных факторов:

1. Интенсивное рекреационное использование, что приводит к компактации почвы и ее повреждению.

2. Воздействие промышленных и транспортных выбросов в атмосферу, что оказывает негативное воздействие на окружающую среду.

3. Человеческая деятельность, влияющая на почвенные и гидрологические условия, такие как: отсутствие систем очистки, плохое состояние канализационной инфраструктуры и отсутствие мусорных контейнеров.

Земельные ресурсы подвергаются определенному ущербу из-за движения строительной техники и транспортных средств, особенно вне строительной зоны

и временных дорог. Это включает загрязнение строительных площадок, полос отвода, мест складирования материалов и горюче-смазочных материалов, а также отходов производства. После завершения строительства такие участки могут оставаться под воздействием еще долгое время.

Основным способом воздействия проектируемого объекта на состояние воздушного бассейна является загрязнение атмосферного воздуха выбросами вредных веществ во время строительно-монтажных работ, в процессе эксплуатации и в случае возможной аварийной ситуации.

Природный газ, поступающий к потребителям через газопровод, содержит в составе одорант - смесь природных меркаптанов, которые придают ему запах [3].

Обычно природный газ считается безвредным: он бесцветен, без запаха и нетоксичен. Его действие аналогично действию предельных углеводородов. Основная опасность заключается в асфиксии из-за недостатка кислорода (удушающее действие на организм человека проявляется при содержании его в воздухе более 20%). При концентрации до 20% он не оказывает токсического эффекта.

Плотность транспортируемого газа при нормальных условиях  $0,7232 \text{ кг/м}^3$ . Природный газ легче воздуха и при выбросах стремится занять более высокие слои атмосферы. Вероятность скопления в низких точках местности и внизу помещения практически исключена.

Одорированный природный газ и сам газопровод не оказывают вредного воздействия на грунтовые и подземные воды. В процессе эксплуатации проектируемого газопровода вода не требуется для технологических целей, и никаких сбросов загрязняющих веществ не предусматривается.

При соблюдении правил эксплуатации проектируемого объекта газопровод не наносит негативного воздействия на растительный и животный мир, так как представляет собой герметичную систему, работающую в автономном режиме и находящуюся под землей. Воздействие объекта осуществляется лишь в период выполнения строительно-монтажных работ.

Основными факторами воздействия на растительный мир являются отчуждение территории под строительство и вырубка лесных насаждений на этой территории. Пни, которые оказываются в охранной зоне проектируемого газопровода, удаляются и вывозятся на полигон твердых бытовых отходов вместе с порубочными остатками. Вся вырубленная древесина используется землепользователем.

Строительство газопровода высокого давления влечет определенные отрицательные последствия для населения наземных позвоночных животных, такие как физическое нарушение их мест обитания, непосредственное уничтожение местных групп герпетофауны и вызывает чувство беспокойства. Также оказывается воздействие на комплекс почвенноподстилочных беспозвоночных в процессе земельных работ.

С целью сохранения земель, в пределах полосы отвода проводится рекультивация нарушенных земель. При строительстве газопровода на землях, занятых лесонасаждениями и кустарником, рекультивация заключается в засыпке тран-

шей и ям, общей планировке полосы отвода, посеве многолетних трав, уборке строительного мусора.

Ширина полосы отвода под строительство проектируемого газопровода по землям, занятым целиком или частично древесно-кустарниковой растительностью, составляет 6-12 метров.

При проходе по древесно-кустарниковой растительности для газопровода устанавливается охранная зона в виде просек шириной 6м, по 3м с каждой стороны газопровода.

Земельные участки, расположенные в охранных зонах газораспределительных сетей, у их собственников, владельцев или пользователей не изымаются и могут быть использованы ими с учетом ограничений (обременений), устанавливаемых Правилами и налагаемых на земельные участки в установленном порядке.

В процессе эксплуатации газопровода не оказывается физического воздействия на окружающую среду, поскольку он представляет собой герметичную систему, закопанную в грунт. Таким образом, он не способен вызвать негативные последствия для окружающей среды и здоровья населения.

Шум относится к одному из физических факторов, который может потенциально оказывать негативное воздействие на окружающую среду. Однако, поскольку движение строительной техники и автотранспорта обычно имеет непостоянный характер, уровень шума в дневное время будет незначителен, что не вызовет негативной реакции населения на этот шум. Для таких случаев существуют санитарные нормы, которые предусматривают нормирование шума по максимальному значению уровня звука.

Это проявляется во время инженерных изысканий и строительных работ, включая временное использование земель, отчуждение земельных участков, нарушение природного рельефа из-за земляных работ, деградацию почв и земель из-за эрозии, вызванной строительством, а также загрязнение почв и земель бытовыми и производственными отходами [2].

Объектами образования отходов на строительной площадке являются: производство сварочных и окрасочных работ, строительно-монтажные работы, эксплуатация и техническое обслуживание машин и механизмов, объекты, связанные с жизнедеятельностью человека (бытовка).

### ***Обсуждение***

Территория, где ведется строительство газопроводов высокого давления, сталкивается с воздействием трех антропогенных факторов, которые могут негативно повлиять на окружающую среду.

Интенсивное рекреационное использование приводит к компактации почвы и ее повреждению. Это может ухудшить физические и химические свойства почвы, привести к эрозии и потере плодородного слоя.

Воздействие промышленных и транспортных выбросов в атмосферу может вызвать загрязнение воздуха различными вредными веществами, что может негативно сказаться на качестве воздуха и здоровье местного населения, а также на экосистемах.

Человеческая деятельность, включая отсутствие систем очистки, плохое состояние канализационной инфраструктуры и отсутствие мусорных контейнеров, может привести к загрязнению почвы и водоемов, а также создать условия для распространения инфекционных заболеваний и вредных микроорганизмов.

Для минимизации отрицательного воздействия на окружающую среду необходимо разработать и внедрить меры по охране окружающей среды, включая строгий контроль за выбросами, регулярный мониторинг качества почвы и воздуха, а также внедрение современных технологий для очистки сточных вод и обращения с отходами.

### *Заключение*

Построение газопровода в соответствии с проектом и соблюдение всех санитарных норм и правил играют ключевую роль в защите окружающей природной среды от возможных негативных воздействий. Под надзором соответствующих природоохранных служб, эксплуатация объекта обеспечит оперативное реагирование на любые потенциальные угрозы и применение необходимых мер для защиты окружающей среды. Это также способствует объективному решению вопросов природопользования и обеспечивает баланс между экономическими интересами и сохранением окружающей среды.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации: ГК РФ : Федеральный закон Российской Федерации от 29 октября 2004 № 190-ФЗ : [принят Государственной думой 22 декабря 2004 года : одобрен Советом Федерации 24 декабря 2004 года] : [редакция от 15.12.2023 с изм. и доп., вступ. в силу с 1.05.2024]. Режим доступа : КонсультантПлюс. Законодательство. ВерсияПроф. – Текст: электронный.

2. Земельный кодекс Российской Федерации : ЗК РФ : Федеральный закон Российской Федерации от 25 октября 2001 № 136-ФЗ : [принят Государственной думой 28 сентября 2001 года : одобрен Советом Федерации 10 октября 2001 года] : [редакция от 14.02.2024 с изм. и доп., вступ. в силу с 1.04.2024]. Режим доступа : КонсультантПлюс. Законодательство. ВерсияПроф. – Текст: электронный.

3. О газоснабжении в Российской Федерации : Федеральный закон Российской Федерации от 31 марта 1999 № 69-ФЗ : [принят Государственной думой 12 марта 1999 года : одобрен Советом Федерации 17 марта 1999 года] : [последняя редакция]. Режим доступа : КонсультантПлюс. Законодательство. ВерсияПроф. – Текст: электронный.

4. Об утверждении правил охраны газораспределительных сетей : Постановление правительства Российской Федерации от 20 ноября 2000 года № 878. – Режим доступа: КонсультантПлюс. Законодательство. ВерсияПроф (ННГАСУ). – Текст : электронный.

5. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов : Постановление от 25 сентября 2007 года № 74 : Зарегистрировано в Минюсте России 25 января 2008 года № 10995. – Режим доступа : КонсультантПлюс. Законодательство. Версия Проф. – Текст электронный.

6. Об утверждении свода правил «СНиП 23-03-2003» защита от шума» : Утвержден и введен в действие Приказом Министерства регионального развития Российской Федерации от 28 декабря 2010 г. N 825. – Режим доступа: КонсультантПлюс. Законодательство. ВерсияПроф (ННГАСУ). – Текст : электронный.

7. СанПиН 2.2.3.1384-03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к организации строительного производства и строительных работ». О введении в действие санитарно-эпидемиологических правил и нормативов : [редакция от 03.09.2010]. – Режим доступа : КонсультантПлюс. Законодательство. Версия Проф. – Текст электронный.

8. СП 42-101-2003. Свод правил по проектированию и строительству. Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб : Принят и введен в действие решением Межведомственного координационного совета по вопросам технического совершенствования газораспределительных систем и других инженерных коммуникаций, протокол от 8 июля 2003 года N 32. – Режим доступа: КонсультантПлюс. Законодательство. ВерсияПроф (ННГАСУ). – Текст : электронный.

© Ю. С. Ларина, 2024

*Ю. И. Коваль<sup>1\*</sup>, И. В. Васильцова<sup>1</sup>, И. И. Бочкарева<sup>2</sup>*

## **Лекарственные растения Новосибирской области как дополнительные экзогенные источники биологически активных веществ**

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ, г. Новосибирск, Российская Федерация,

<sup>2</sup>Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск,  
Российская Федерация

\*e-mail: kovalyuliya81@mail.ru

**Аннотация.** В статье приведены результаты экспериментальных исследований, посвященных количественному определению биологически активных веществ в сухом аптечном лекарственном сырье. Показано содержание флавоноидов, каротиноидов, дубильных веществ, аскорбиновой и оксикоричных кислоты в 16 образцах лекарственных растений, произрастающих на территории Западной Сибири и Новосибирской области. Установлено, что все исследуемые образцы в той или иной степени можно рассматривать как дополнительные экзогенные источники биологически активных веществ, однако наиболее перспективными являются: хвоя сосны обыкновенной (по уровню флавоноидов, 4,70%), листья мяты перечной (по количеству каротиноидов, 0,02 %), корневища бадана толстолистного (по содержанию дубильных веществ, 23,20 %, оксикоричных кислот, 3,67 %), почки сосны обыкновенной (по уровню аскорбиновой кислоты, 177,86 мг %).

**Ключевые слова:** лекарственные растения Сибири, биологически активные вещества, флавоноиды, каротиноиды, дубильные вещества, аскорбиновая кислота

*Yu. I. Koval<sup>1\*</sup>, I. V. Vasiltsova<sup>1</sup>, I. I. Bochkareva<sup>2</sup>*

## **Medicinal plants of the Novosibirsk region as additional exogenous sources biologically active substances**

<sup>1</sup>FSBEI HE Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russian Federation,

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

\*e-mail: kovalyuliya81@mail.ru

**Abstract.** The article presents the results of experimental studies on the quantitative determination of biologically active substances in dry pharmaceutical medicinal raw materials. The content of flavonoids, carotenoids, tannins, ascorbic and oxycoric acids in 16 samples of medicinal plants growing in Western Siberia and the Novosibirsk region was shown. It was found that all the studied samples to one degree or another can be considered as additional exogenous sources of biologically active substances, however, the most promising are: needles of scots pine (in terms of flavonoids, 4.70%), peppermint leaves (in terms of carotenoids, 0.02%), rhizomes of thick-leaved badan (in terms of content tannins, 23.20%, oxycoric acids, 3.67%), buds of scots pine (in terms of ascorbic acid, 177.86 mg%).

**Keywords:** medicinal plants of Siberia, biologically active substances, flavonoids, carotenoids, tannins, ascorbic acid

## *Введение*

Согласно большой российской энциклопедии, лекарственными являются дикорастущие или культивируемые растения, используемые для профилактики или лечения заболеваний животных и человека. В настоящее время к этой категории относят более 20 000 одно- и многолетних цветущих растений, кустарников и деревьев – большая часть из них произрастает на территории Российской Федерации [1].

Лекарственные растения являются важной составляющей фитолечебных ресурсов планеты. В научной медицине разрешено использование 190 видов лекарственных растений, из них 65% составляют дикорастущие, остальная часть представлена культивируемыми растениями. Перевод лекарственных растений в культуру не только облегчает их сбор и использование, но и позволяет выращивать экологические формы с высоким содержанием в них фармакологически активных веществ. Это особенно значимо, если из сырья выделяются чистые биологически активные вещества, используемые как самостоятельные препараты или в составе БАД (биологически активных добавок) [2–5].

Помимо распространенных, таких как, ромашка аптечная, подорожник большой, одуванчик лекарственный, крапива двудомная, лопух большой, шалфей обыкновенный и пр., на территории России обнаружены лекарственные виды, отсутствующие в фармакопеях других стран: элеутерококк колючий, лимонник китайский, пион уклоняющийся, пустырник сердечный, родиола розовая и др. Большая часть перечисленных видов произрастает на территории Западной Сибири и является недостаточно изученной [6].

Терапевтическая ценность лекарственных растений определяется входящими в их состав биологически активными веществами (БАВ). В связи с вышеуказанным, цель исследований заключалась в определении концентрации некоторых групп биологически активных веществ в аптечном лекарственном сырье.

## *Методика*

Использовали 16 образцов сырья производства компании АО «Красногорсклексредства» (ФармаЦвет), приобретённого в аптечных сетях г. Новосибирска.

Флавоноиды и каротиноиды определяли методами УФ-спектроскопии на приборе Юнико 1221. Дубильные вещества, аскорбиновую, гидроксикоричные кислоты, а также, суммарное содержание водорастворимых веществ восстанавливающего характера – методами окислительно-восстановительного титрования [7].

Определения для каждого образца выполнялись в 3-кратной повторности. Все полученные цифровые данные обработаны биометрически с помощью пакета прикладных программ SNEDECOR. Достоверность различия между средними значениями двух выборочных совокупностей определяли с помощью критерия Стьюдента. При обработке результатов экспериментов был использован однофакторный дисперсионный анализ.



## Результаты

Результаты, полученные в ходе экспериментальных исследований представлены в таблице 1.

Анализ данных таблицы показал, что в исследуемых растительных образцах обнаружены практически все изучаемые группы биологически активные веществ.

Известно, что *флавоноиды* в большем количестве накапливаются в наземной части растений – листьях, почках, бутонах. Так, максимальные концентрации БАВ обнаружены в хвое сосны обыкновенной, листьях бадана толстолистного, почках березы повислой и листьях мяты перечной, минимальные – в корнях и корневищах лекарственных растений – бадана толстолистного, одуванчика лекарственного и лопуха большого.

Содержание флавоноидов во всех растительных образцах уступало их уровню в хвое сосны от 1,4 до 94,0 раз ( $P > 0,95-0,999$ ). В корнях цикория они обнаружены не были.

*Каротиноиды* являются обязательными компонентами пигментных систем растений, их содержание в растениях существенно изменяется в течение вегетации. Повышенное содержание каротиноидов в зеленых листьях растений наблюдается в ранних фазах развития, по мере старения растений содержание каротиноидов в них резко снижается. Наиболее богатыми каротиноидами являются «окрашенные» части растения – цветки и листья.

Многие авторы отмечают, что достаточными концентрациями пигмента обладают крапива двудомная, календула лекарственная и т.д. [6].

Установленные концентрации каротиноидов в изучаемых растениях распределялись следующим образом: почки сосны обыкновенной < почки березы повислой < корни лопуха большого < корни одуванчика лекарственного < листья березы повислой < корни цикория обыкновенного < листья крапивы двудомной < листья бадана толстолистного < хвоя сосны обыкновенной < цветки ромашки аптечной < корневища бадана толстолистного < трава цикория обыкновенного < трава тысячелистника обыкновенного < листья мать-и-мачехи обыкновенной < листья подорожника большого < листья мяты перечной – последние превосходили по уровню БАВ данной группы остальные образцы до 255,5 раза.

*Дубильные вещества* в большей степени накапливаются в корнях и корневищах многолетних растений – бадана, змеевика, лапчатки, кровохлебки, в коре и древесине деревьев и кустарников [8].

Минимальные концентрации дубильных веществ на абсолютно сухое сырье установлены в траве и корнях цикория обыкновенного (1,58 и 1,12 % соответственно), максимальные – в образцах листьев и корневищ бадана толстолистного (20,86 и 23,20 %, что соответствует данным литературы), корнях одуванчика лекарственного (22,80 %).

Достаточные количества дубильных вещества, уступающие образцам бадана до 2,60 раза, обнаружены в листьях мать-и-мачехи обыкновенной, осталь-

ные образцы растительного сырья характеризовались низким содержанием БАВ данной группы.

Таблица 1

Содержание БАВ в лекарственном сырье

Образец	Флавоноиды, %	Каротиноиды, мг%	Дубильные вещества, %	Оксикоричные кислоты, %	Аскорбиновая кислота, мг%
Листья мяты перечной	2,18±0,01***	20,44±1,10***	1,60±0,10*	2,96±0,03*	38,72±1,33**
Листья крапивы двудомной	0,62±0,07**	2,36±0,05**	1,26±0,08	2,69±0,01*	33,73±2,00**
Листья мать-и-мачехи обыкновенной	0,56±0,01**	7,90±1,00***	8,86±0,25**	1,63±0,24*	60,36±6,153***
Листья бадана толстолистного	3,30±0,03***	2,96±0,07***	20,86±0,03**	3,15±0,07**	53,90±2,03**
Листья подорожника большого	0,36±0,02**	8,36±0,50***	4,01±0,03*	2,10±1,29**	95,91±8,10***
Листья березы повислой	1,10±0,03**	1,38±0,02***	1,77±0,08**	1,70±0,07*	27,40±4,05**
Хвоя сосны обыкновенной	4,70±0,01***	3,10±0,50***	1,50±0,05**	1,50±0,02*	130,50±7,93***
Цветки ромашки аптечной	1,24±0,01***	3,10±0,12***	5,29±0,14*	2,11±0,72*	81,90±1,85***
Трава цикория обыкновенного	0,45±0,01**	2,86±0,50***	1,58±0,07*	2,43±0,30*	10,30±1,183
Трава тысячелистника обыкновенного	0,57±0,03**	6,15±0,50**	3,35±0,02**	0,89±0,07	45,10±7,50***
Корни одуванчика лекарственного	1,30±0,11**	0,38±0,02**	1,85±0,03*	2,13±0,01*	26,90±2,04**
Корни лопуха большого	0,05±0,01	0,22±0,04*	22,80±0,15***	2,10±0,15*	25,50±2,75**
Корни цикория обыкновенного	н/о	1,66±0,50***	1,12±0,02	2,51±0,80*	16,74±1,15**
Корневища бадана толстолистного	0,14±0,05*	3,67±0,50***	23,20±3,70***	3,70±0,03**	67,80±6,20***
Почки березы повислой	2,73±0,22***	0,09±0,03	2,65±0,18*	н/о	52,80±7,00***
Почки сосны обыкновенной	0,07±0,01	0,08±0,01	2,38±0,09***	н/о	177,86±11,25***

Примечание: \*P≥0,95; \*\*P≥0,99; \*\*\*P≥0,999 (в сравнении с наименьшим показателем в пределах группы БАВ)

*Гидроксикоричные кислоты* обнаружены практически во всех исследуемых растениях, их содержание составляло от 0,89 % (трава цикория обыкновенного) до 3,15–3,70 % (листья и корневища бадана толстолистного).

Сравнивая содержание кислот в листьях и корнях (корневищах) на примере цикория обыкновенного (2,43 и 2,51 % соответственно) и бадана толстолистного, можно сделать вывод, биологически активное вещество равномерно локализуется по всему растительному организму.

В образцах почек сосны обыкновенной и березы повислой содержание гидроксикоричных кислот установить не удалось, возможно это связано с чувствительностью выбранной методики количественного определения, либо их отсутствием. В хвое и листьях, напротив, обнаружены 1,50 и 1,70 % БАВ данной группы.

В результате анализа установлено, что в образцы травы и корней цикория обыкновенного значительно уступали остальным растительным образцам по содержанию *аскорбиновой кислоты*, далее в ранжированном ряду концентрация биологически активного соединения возрастала: корни лопуха большого < корни одуванчика лекарственного < листья березы повислой < листья крапивы двудомной < листья мяты перечной < трава тысячелистника обыкновенного < почки березы повислой < листья бадана толстолистного < листья мать-и-мачехи обыкновенной < корневища бадана толстолистного < цветки ромашки аптечной < листья подорожника большого. Максимум обнаружен в образцах хвои и почек сосны обыкновенной, превосходивших остальные растения по уровню аскорбиновой кислоты от 1,85 до 17,27 раза.

Суммарное содержание гидрофильных веществ восстанавливающего характера представлено на рисунке 1.

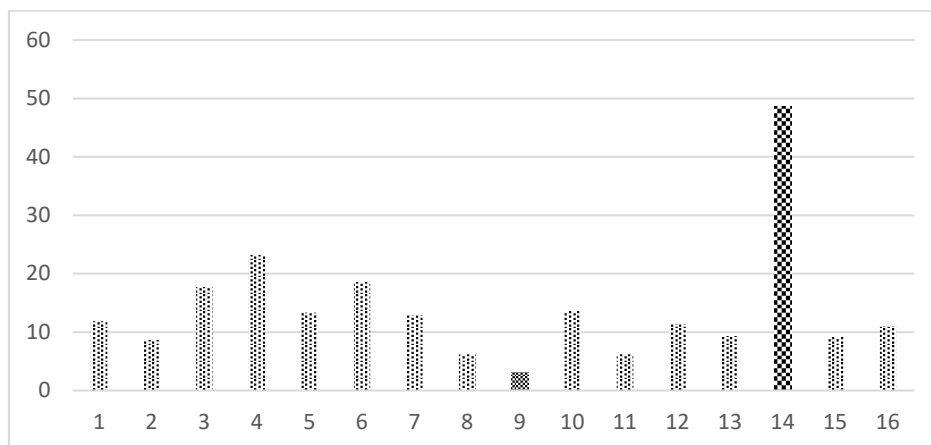


Рис. 1. Содержание гидрофильных веществ восстанавливающего характера, мг/г

1. листья мяты перечной; 2. листья крапивы двудомной; 3. листья мать-и-мачехи обыкновенной; 4. листья бадана толстолистного; 5. листья подорожника большого; 6. листья березы повислой; 7. хвоя сосны обыкновенной; 8. цветки ромашки аптечной; 9. трава цикория обыкновенного; 10. трава тысячелистника обыкновенного; 11. корни одуванчика лекарственного; 12. корни лопуха большого; 13. корни цикория обыкновенного; 14. корневища бадана толстолистного; 15. почки березы повислой; 16. почки сосны обыкновенной.

Наибольшая концентрация гидрофильных веществ восстанавливающего характера установлена в корневищах и листьях бадана толстолистного, по данному показателю они превосходили другие образцы до 16,09 раза. Минимум водорастворимых восстановителей найден в извлечениях травы цикория, цветков ромашки и корней одуванчика (30,2; 6,20 и 6,25 мг /г сырья соответственно,  $P > 0,95-0,999$ ).

### *Обсуждение*

Полученные экспериментальные данные частично согласуются с результатами других исследователей.

В работе Маланкиной Е.Л. и др., посвящённой изучению фенольных соединений и эфирного масла в сырье мяты перечной, установлено, что содержания флавоноидов у пяти изучаемых сортов колебалось от 2,25% до 4,22% у сорта. Среднее содержание дубильных веществ не превышало 1,5%. В статье Прокофьевым П.А. приводятся данные о уровне аскорбиновой кислоты и каротиноидов в листьях мяты, подвергающихся заморозке – 2,86–4,01 мг/100 г и 12,4–19,2 мг /100 г соответственно [9, 10].

В работе С.В. Цырендорживой с соавтором показано, что в листья бадана обнаружено (на 100 г) до 2,18 мг флавоноидов, до 16,88 мг дубильных веществ, до 76,50 мг аскорбиновой кислоты, 32,47 мг каротиноидов. Т.П. Анцуповой и Э.Б. Битуевой показано установлено, что содержание дубильных веществ в корневищах находилось в диапазоне 23,60–26,63 % на абсолютно сухое сырье, в листьях – 17,87–28,61% [11, 12].

В ходе изучения влияния близости автодорог на накопление биологически активных веществ в органах сосны обыкновенной Зубаревой Е.В. установлено, что в хвое растений, произрастающих в условно чистой зоне Академгородка г. Красноярск, содержание аскорбиновой кислоты находилось в пределах от 127,6 до 260,7 мг [13].

При использовании титриметрического метода определения аскорбиновой кислоты в настоях плодов и листьев некоторых лекарственных растений, Триневой О.В. с соавторами было установлено, что на экстракцию биологически активных веществ оказывали влияние способ приготовления настоя (авторская методика, методика Государственной Фармакопеи, методика, рекомендованная производителем) и соотношение «сырье : экстрагент». Так, в настоях листьев крапивы двудомной обнаружено от 0,042 до 0,033 мг% аскорбиновой кислоты, максимум извлечения достигали при настаивании 1 г растительного сырья в 250 мл воды в течение 2 ч на кипящей водяной бане [14].

В ходе сравнительного анализа содержания некоторых групп биологически активных веществ в цветках трехреберника продырявленного и ромашки аптечной Велихановой З.Р. с коллегами обнаружено (на абсолютно сухое сырье) – 6,06 и 1,75 % флавоноидов (в пересчете на рутин), 4,80 и 5,11 % дубильных веществ соответственно [15].

В аналитическом обзоре С.Н. Евстафьев обращает внимание, что в листьях и цветках образцов одуванчика суммарное количество гидроксикоричных кис-

лот колеблется от 4,9 до 5,5%, в корнях – около 1%; флавоноидов в цветках от 0,49 до 0,71%. в листьях – 0,18–0,22%. Каротиноидов в экстракте надземной части ~4,5 мг/г [16].

Сотрудниками Казанского национального исследовательского технологического университета Хайруллиной З.А. и Канарским А.В. изучен фитохимический состав продуктов цикория обыкновенного – экспериментально установленное содержание флавоноидов в образцах цикория сушеного измельченного (ООО «Современник») составило около 0,5 % (на абсолютно сухое сырье) [17].

В обзоре Д.Н. Оленникова показано, что в листьях подорожника большого содержится от 4,0 до 5,7 % дубильных веществ [18].

Необходимо отметить, что образцы растений богатых аскорбиновой кислотой (бадан, лопух, сосна) содержат, так же достаточные количества дубильных веществ, однако корреляция между этими показателями и суммарным содержанием гидрофильных восстановителей наблюдалась только в случае с корневищами бадана толстолистного.

### *Заключение*

На основании проведенных исследований можно сделать следующие *выводы*:

1. Установлено, что в составе всех растительных образцов содержатся такие группы биологически активных соединений, как флавоноиды, каротиноиды, дубильные вещества, гидроксикоричные и аскорбиновая кислоты.

2. Максимальные концентрации флавоноидов и аскорбиновой кислоты обнаружены в образцах хвои сосны обыкновенной; каротиноидов – в листьях мяты перечной. Высоким уровнем дубильных веществ и гидроксикоричных кислоты характеризовались листья и корневища бадана толстолистного.

Полученные экспериментальные данные будут использованы для разработки рецептур моно- или поли компонентных настоев, отваров, продуктов функционального назначения, обладающих антиоксидантным, восстановительными или сорбционными свойствами.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Большая Российская энциклопедия [Текст] : в 35 т. Т. 17 : Лас-Тунас – Ломонос / председатель Науч.-ред. совета Ю.С. Осипов; отв. ред. С.Л. Кравец. – М. : Большая Российская энциклопедия, 2010. – 782 с.

2. Иванова С.А. Использование биологически активных веществ лекарственных растений Сибири в функциональных напитках на основе молочной сыворотки / С.А. Иванова, И.С. Милентьева, Л.К. Асякина и др. // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49. – №. 1. – С. 14-22.

3. Георгиевский В.П. Биологически активные вещества лекарственных растений / В.П. Георгиевский, Н.Ф. Комиссаренко, С.Е. Дмитрук. – Москва: Наука, 2004. – 336 с.

4. Абдрахимов В.З. Растительные сборы хвойных растений: монография / В.З. Абдрахимов, А.К. Кайракбаев, Е.С. Абдрахимова. – Актобе: РИО Учреждения Актюбинский университет им. С. Баишева, 2018. – 200 с.

5. Куркин В.А. Фитохимическое исследование надземной части одуванчика лекарственного / В.А. Куркин, А.В. Азнагулова // Химия растительного сырья. – 2017. – № 1. – С. 99–105.

6. Лекарственные растения (классификация, подходы к оценке ресурсов): учебно-методическое пособие для вузов / Агафонов В.А., Скользнев Л.И., Негробов В.В., Кирик А.И – Воронеж, 2015. – 99 с.
7. Пищевая химия: учебник для студентов вузов: учебное пособие, электронное издание сетевого распространения / В.С. Гамаурова, Л.Э. Ржечицкая. – М.: «КДУ», «Добросвет», 2018.
8. Маланкина Е.Л. Лекарственные и эфирномасличные растения: учебник / Е.Л. Маланкина, А.Н. Цицилин. – Москва: ИНФРА-М, 2017. – 368 с.
9. Прокофьев П.А. Пищевая ценность мяты и Melissa в свежем и замороженном состоянии / П.А. Прокофьев, Н.Ю. Степанова // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. – 2014. – № 4. – С. 189-194.
10. Цырендоржиева С.В. Использование черных листьев бадана в производстве пищевых продуктов / С.В. Цырендоржиева, И.В. Хамаганова // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – № 2 (45). – С. 81-86.
11. Анцупова Т.П. Содержание дубильных веществ в бадане толстолистном / Т.П. Анцупова, Э.Б. Битуева // Вестник Бурятского государственного университета. – Биология, география. – 2020. – № 1. – С. 56-60.
12. Зубарева Е.В. Влияние автотранспорта на содержание аскорбиновой кислоты в хвое сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в условиях г. Красноярска / Е.В. Зубарева // Вестник КрасГАУ. – 2017. – № 5 (128). – С. 131-136.
13. Тринева О.В. Определение органических кислот в листьях крапивы двудомной / О.В. Тринева, А.И. Сливкин, С.С. Воропаева // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2013. – № 2. – С. 215-219.
14. Велиханова З.Р. Содержание биологически активных веществ в цветках трехреберника продырявленного / З.Р. Велиханова, А.И. Марахова, А.А. Сорокина // Фармация. – 2017. – Т. 66. № 8. – С. 9-12.
15. Евстафьев С.Н. Биологически активные вещества одуванчика лекарственного *Taraxacum officinale* F.H. Wigg (обзор) / С.Н. Евстафьев, Н.П. Тигунцева // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2014. – № 1 (6). – С. 18-29.
16. Химический состав и пищевая ценность корня одуванчика. – Текст: электронный // МЗР: [сайт]. – URL: [https://health-diet.ru/table\\_calorie\\_users/850229/](https://health-diet.ru/table_calorie_users/850229/) (дата обращения: 22.03.2022).
17. Хайруллина З.А. Фитохимический состав продуктов цикория (*Cichorium intybus* L.) / З.А. Хайруллина, А.В. Канарский // Вестник Международной академии холода. – 2016. – № 2. – С. 21-25.
18. Оленников Д.Н. Подорожник большой *Plantago major* L.: химический состав и применение / Д.Н. Оленников, А.В. Samuelsen, Л.М. Танхаева // Химия растительного сырья. – 2007. – № 2. – С. 37-50.

© Ю. И. Коваль, И. В. Васильцова, И. И. Бочкарева, 2024

*Д. В. Панов<sup>1\*</sup>, А. Ю. Кудряшов<sup>1</sup>, А. Н. Спиридонова<sup>1</sup>, И. И. Бочкарева<sup>2</sup>*

## **Использование геопортала открытых данных МЧС России для моделирования чрезвычайных ситуаций**

<sup>1</sup> Сибирский государственный университет водного транспорта, г. Новосибирск, Российская Федерация

<sup>2</sup> Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Российская Федерация

\* e-mail: d.v.panov@nsawt.ru

**Аннотация.** В данной статье описаны возможности применения геопорталов в системе мониторинга чрезвычайных ситуаций (ЧС). Геопорталы представляют собой консолидированную информацию в пространственном контексте, что позволяет эффективно анализировать данные, координировать действия спасательных служб и предоставлять информацию населению в случае чрезвычайных ситуаций. Геопорталы позволяют оценивать риски, проводить анализ территорий, отслеживать изменения в окружающей среде, и, благодаря геоданным, оперативно принимать решения на основе актуальной информации. Ввиду доступности и понятности данных, представленных на геопорталах, координация действий сил и средств при возникновении чрезвычайных ситуаций становится более эффективной. Использование геопортала открытых данных МЧС России для моделирования чрезвычайных ситуаций является важным инструментом для оперативного реагирования на угрозы и координации действий, направленных на минимизацию последствий чрезвычайных ситуаций.

**Ключевые слова:** моделирование, геопортал, чрезвычайная ситуация

*D. V. Panov<sup>1\*</sup>, A. Y. Kudryashov<sup>1</sup>, A. N. Spiridonova<sup>1</sup>, I.I. Bochkareva<sup>2</sup>*

## **Using the open data geoportal of the Ministry of Emergency Situations of Russia for emergency situations modeling**

<sup>1</sup> Siberian State University of Water Transport, Novosibirsk, Russian Federation

<sup>2</sup> Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

\* e-mail: d.v.panov@nsawt.ru

**Abstract.** This article describes the possibilities of using geoportals in an emergency monitoring system. Geoportals provide valuable information in a spatial context, which makes it possible to effectively analyze data, coordinate the actions of rescue services and provide information to the public in case of emergencies. Geoportals allow you to assess risks, analyze territories, track changes in the environment, and, thanks to geodata, make quick decisions based on up-to-date information. Due to the accessibility and clarity of the data presented in geoportals, the coordination of forces and means in emergency situations becomes more effective. The use of the open data geoportal of the Ministry of Emergency Situations of Russia for emergency situations modeling is an important tool for rapid response to threats and coordination of actions aimed at minimizing the consequences of emergencies.

**Keywords:** simulation, geoportal, emergency

## Введение

Вопрос мониторинга и моделирования дальнейших последствий чрезвычайных ситуаций является актуальной задачей. Мониторинг, прогноз и оперативная информация о чрезвычайных ситуациях (ЧС) имеют огромное значение для эффективной работы служб по предотвращению и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Точность, своевременность и достоверность информации позволяют спрогнозировать последствия происшествия, принять правильные решения и своевременно отреагировать на происходящие события. Это помогает минимизировать ущерб, защитить жизни и здоровье людей, а также сохранить материальные ценности. Развитие систем мониторинга, моделирования ЧС и информационного обеспечения в сфере чрезвычайных ситуаций является важным направлением для обеспечения безопасности граждан и страны в целом [1-3].

Для эффективного моделирования последствий чрезвычайных ситуаций необходимо иметь доступ к различным типам данных (рис.1).



Рис. 1. Исходные данные для моделирования ЧС

Имея доступ к таким данным, специалисты по управлению в чрезвычайных ситуациях могут эффективно координировать действия и принимать решения в критических ситуациях.

Использование геоинформационных технологий для визуализации и анализа данных о чрезвычайных ситуациях является целесообразным подходом. Геоинформационные системы (ГИС) позволяют представлять информацию на карте и анализировать пространственные связи и взаимодействия между различными параметрами в реальном времени. С помощью ГИС можно отобразить местоположение чрезвычайной ситуации, распределение пострадавших и эвакуи-



рованных, степень ущерба и многое другое на карте. Это позволяет оперативно принимать решения по направлению сил и средств, для ликвидации последствий ЧС. Анализ геопространственных данных с использованием ГИС также может помочь в прогнозировании возможных развития событий, определении оптимальных маршрутов для доставки помощи и управлении ресурсами в кризисной ситуации [2-5].

Таким образом, геоинформационные технологии играют важную роль в эффективном управлении чрезвычайными ситуациями, обеспечивая оперативность, точность и координацию действий спасателей и специалистов по ЧС.

Для работы с пространственными данными необходимо использование специализированного геоинформационного обеспечения. В данной ситуации на помощь могут прийти геопорталы. Геопорталы представляют собой веб-платформы, которые обеспечивают доступ к геоинформационным данным и сервисам. На геопорталах можно просматривать интерактивные карты, выполнять анализ геоданных, создавать картографические приложения, делиться информацией с другими пользователями. Использование геопорталов не требует наличия специального программного обеспечения и специальных знаний пользователей [6].

Одним из таких порталов для моделирования чрезвычайных ситуаций является геопортал открытых данных МЧС России, разработанный для моделирования и оценки потенциальных последствий чрезвычайной ситуации по различным сценариям (рис.2). При построении модели ЧС учитываются особенности местности, рельеф, растительность и погодные условия. Геопортал содержит систематизированную информацию об объектах экономики и инфраструктуры Российской Федерации. В работе проекта использована открытая информация с ресурсов: Википедия, Оружие России, Military Russia, И-Маш и других ресурсов.

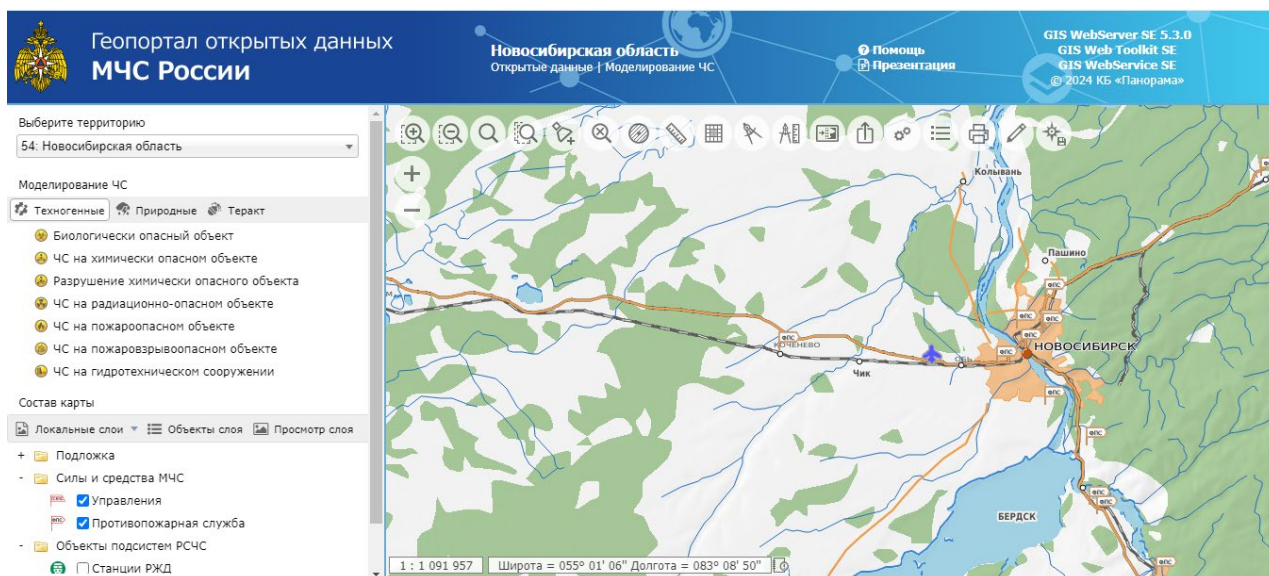


Рис.2 Геопортал открытых данных МЧС России

## ***Методы и материалы***

«Геопортал открытых данных МЧС России» предоставляет систематизированную информацию о силах Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС) и об объектах экономики и инфраструктуры на территории Российской Федерации. Геопортал открытых данных МЧС России позволяет выполнить моделирование обстановки в результате ЧС по следующим сценариям: террористический акт, ЧС техногенного (на биологических, химических, радиационно- опасных объектах и других) и природного характеров (пожар, наводнение, затопление, сели/оползни и другие). Все результаты моделирования, включая пространственные данные, можно вывести на печать или сохранить в файл для последующего использования. Кроме того, Геопортал предоставляет стандартные возможности по работе с пространственными данными (работа с картой, выбор и просмотр территории, выбор объектов на карте и другие).

С полученными результатами моделирования можно проводить различные аналитические задачи:

- анализ санитарно-эпидемиологической ситуации и оценка рисков для здоровья населения;
- планирование мероприятий по эвакуации населения из зоны поражения;
- определение необходимых объемов и видов гуманитарной помощи для пострадавших;
- проведение учений и тренировок сил и средств для реагирования на ЧС;
- разработка планов мероприятий по ликвидации последствий ЧС.

Моделирование ЧС осуществляется с привязкой к местности, это позволяет более точно предсказывать возможные последствия случившихся событий. При изменении территории или выборе новой области для анализа происходит обновление пространственных данных, определение центра и масштаба карты для отображения нужной территории [1-7].

Это позволяет пользователям более детально видеть и анализировать информацию о чрезвычайных ситуациях, сосредотачивая внимание исключительно на выбранной территории. Такой подход обеспечивает более удобную работу с данными и позволяет принимать более осознанные решения в случае возможных чрезвычайных ситуаций.

## ***Результаты***

«Геопортал открытых данных МЧС России» моделирует чрезвычайные ситуации на основе алгоритма, составленного по нормативным документам и методикам.

На рисунке 3 представлен пример моделирования чрезвычайной ситуации на пожароопасном объекте. Портал позволяет выполнить аналитическую задачу, рассчитать количество населения в опасной зоне на основе результатов моделирования.

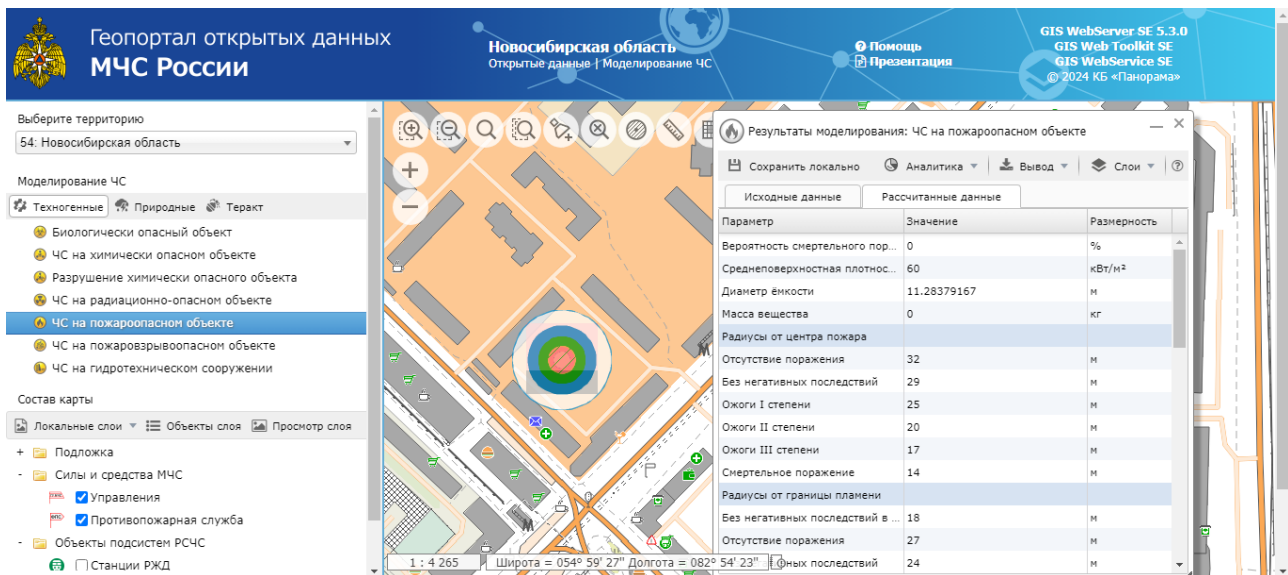


Рис. 3 Чрезвычайная ситуации на пожароопасном объекте

### Заключение

Использование геоинформационных приложений для консолидации оперативных данных из различных источников является эффективным средством в сфере мониторинга и оценки последствий чрезвычайных ситуаций. Использование в данной сфере геоинформационных технологий, геопорталов позволяет с большей точностью прогнозировать и проводить мониторинг ЧС, а также более оперативно реагировать на них.

Геопорталы позволяют учитывать пространственное распределение различных факторов, таких как расположение опасных объектов, населенных пунктов, дорог и другой инфраструктуры. Это делает возможным проведение целенаправленных анализов рисков и планирование мероприятий по предотвращению чрезвычайных ситуаций.

Таким образом, использование геопорталов в системе мониторинга ЧС позволяет улучшить оперативность принятия решений, эффективность координации действий и обеспечивает быстрый доступ к необходимой информации для всех заинтересованных сторон.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тетерин И.М., Топольский Н.Г., Качанов С.А. Системотехнические основы информационных технологий предупреждения и ликвидации ЧС. Матер. XV науч.-техн. конф. «Системы безопасности» - СБ-2006. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2006. - 289 с.
2. Топольский Н.Г., Мокшанцев А.В., Михайлов К.А. Коротковолновые инфракрасные технологии автоматизированных систем мониторинга, предупреждения и ликвидации ЧС и пожаров // Матер. 25-й науч.-техн. конф. «Системы безопасности – 2016». М.: Академия ГПС МЧС России, 2016. С. 606-610
3. Артюхин В.В., Арефьева Е.В., Верескун А.В., Морозова О.А., Посохов Н.Н., Сосунов И.В., Олтян И.Ю., Чяснавичюс Ю.К., Гутарев С.В., Леонова Е.М., Леонова А.Н., Брык Д.И., Жукова Л.А. Управление рисками техногенных катастроф и стихийных бедствий (пособие для руководителей организаций) // Под общей редакцией М.И. Фалеева. Москва, 2016. 270 с

4. Карпик А. П., Дубровский А. В., Ким Э. Л. Анализ природных и техногенных особенностей геопространства чрезвычайной ситуации // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междуна- р. науч. конгр. : Междуна- р. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, марк- шейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10-20 апреля 2012 г.). - Новосибирск : СГГА, 2012. Т. 3. - С. 171-177..

5. Дубровский А.В. Разработка элементов системы оперативного реагирования при воз- никновении чрезвычайных ситуаций на территории города Новосибирска / А. В. Дубровский, О. И. Малыгина, В. Н. Никитин. – 8-я международная конференция «Раннее предупреждение и управление в кризисных ситуациях в эпоху "Больших данных"» : сб. материалов. – Новоси- бирск : СГУГиТ, 2017. – С. 19-24.

6. Кошелев А. С. Применение программных продуктов для моделирования опасных фак- торов пожара в общественных зданиях / А. С. Кошелев, Г. А. Переладов.: непосредственный // Молодой ученый. 2022. № 4 (399). С. 57-61.

7. Тетерин И.М., Топольский Н.Г., Качанов С.А. Системотехнические основы информа- ционных технологий предупреждения и ликвидации ЧС. Матер. XV науч.-техн. конф. «Си- стемы безопасности» - СБ-2006. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2006. - 289 с.

*© Д. В. Панов, А. Ю. Кудряшов, А. Н. Спиридонова, И. И. Бочкарева, 2024*

*И. Г. Фютик<sup>1\*</sup>, О. В. Колодяжная<sup>1</sup>*

## **Критерии трансформации экономики транспортного комплекса Сибири под воздействием факторов окружающей среды**

<sup>1</sup> Сибирский государственный университет водного транспорта, г. Новосибирск,  
Российская Федерация  
\* e-mail: ina\_f@mail.ru

**Аннотация.** В работе проводился анализ возможных факторов окружающей, в том числе и природной среды, которые выступают критериями трансформации транспортного комплекса регионов Сибири и их экономического развития. Экономика транспортного комплекса характеризует экономику страны или региона, обеспечивая эффективное перемещение грузов и пассажиров, сама представляет систему управления определенной инфраструктурой. Трансформация экономики транспортного комплекса Сибирского региона также влияет на его экономическое развитие и развитие социальной инфраструктуры. Так одним из важнейших элементов ее являются системы магистрального транспорта, обеспечивающие высокую скорость и комфорт доставки грузов и пассажиров. Географическое распределение транспортной сети и учет воздействия факторов окружающей среды способствует экономическому развитию территории, а значит и требует расширения транспортной сети, с учетом определяемых видов транспорта. Современный мир становится все более глобальным и цифровым, что подчеркивает важность обеспечения доступности и эффективности транспортной инфраструктуры как основного драйвера экономического развития.

**Ключевые слова:** экономика транспорта, факторы окружающей среды, Сибирский регион

*I. G. Futik<sup>1\*</sup>, O. V. Kolodyazhna<sup>1</sup>*

## **Criteria for the transformation of the economy of the Siberian transport complex under the influence of environmental factors**

<sup>1</sup> Siberian State University of Water Transport, Novosibirsk, Russian Federation  
\*e-mail: ina\_f@mail.ru

**Abstract.** The work analyzed possible environmental factors, including the natural environment, which act as criteria for the transformation of the transport complex of the regions of Siberia and their economic development. The economy of the transport complex characterizes the economy of a country or region, ensuring the efficient movement of goods and passengers, and itself represents a management system for a certain infrastructure. The transformation of the economy of the transport complex of the Siberian region also affects its economic development and the development of social infrastructure. Thus, one of its most important elements is the mainline transport systems, ensuring high speed and comfort of delivery of goods and passengers. The geographical distribution of the transport network and taking into account the impact of environmental factors contributes to the economic development of the territory, and therefore requires the expansion of the transport network, taking into account the identified types of transport. The modern world is becoming increasingly global and digital, which emphasizes the importance of ensuring the availability and efficiency of transport infrastructure as the main driver of economic development.

**Keywords:** экономика транспорта, факторы окружающей среды, Сибирский регион

## *Введение*

Транспортный комплекс любого региона и страны в целом обеспечивает эффективное перемещение товаров и людей (грузов и пассажиров) за счет использования инфраструктуры различных видов транспорта, а также логистические и складские услуги [1]. Благодаря скоординированной работе всех компонентов транспортного комплекса, достигается оптимальная организация перевозок и минимизация временных и финансовых затрат.

По мнению многочисленных ученых (М.А. Гасанов, В.Н. Бугроменко, С.П. Семенов, Болотовой Т.В., Фофановой А.Ю.) «эффективность национальной экономики, стабильность развития отраслевых и территориальных промышленных комплексов, а также внешнеэкономические связи всегда определяются деятельностью транспорта» [2].

С появлением новых технологий и подходов к управлению транспортным потоком, становится возможным значительно улучшить качество и скорость транспортных перевозок, снизить экологическую нагрузку и повысить безопасность на дорогах. Все это делает транспортный комплекс не только важным звеном экономики, но и объектом активного развития и совершенствования.

Стратегическое распределение различных видов транспорта обеспечивает эффективное перемещение грузов и пассажиров по обширной территории [3]. Однако неравномерное распределение систем магистрального транспорта приводит к недостаточному охвату определенных регионов России, что в свою очередь сказывается на неравных возможностях социально-экономического развития различных регионов [4].

Географическое развитие транспортной сети чаще всего совпадает с хозяйственным освоением определенных территорий, и дороги, прокладываемые в новые необжитые районы, открывают доступ к еще не освоенным природным ресурсам окружающей среды. А строительство дорог, портов и аэропортов способствует увеличению товарооборота, обеспечивает доступ к новым рынкам и улучшает условия жизни населения, и соответственно благоприятствует экономическому развитию затронутых территории. Если говорить об экономическом развитии Сибирских регионов, то это невозможно без ознакомления с историческими тенденциями и географическими характеристиками территорий и наличием естественных путей сообщения [5].

Также немаловажными являются вопросы воздействия инфраструктуры транспорта на окружающую среду, так как она является одним из существеннейших энергопотребителей, а также сжигает большую часть добываемых нефтепродуктов в своей производственной сфере, что отражается в загрязнении атмосферы и значительном вкладе в глобальное потепление [6].

Диспропорция развития транспортного комплекса отрицательно влияет на экономику Сибирских регионов [3]:

– неравномерное развитие транспортной инфраструктуры приводит к замедлению транспортной доступности регионов и ограничивает возможности развития и интеграции в общую экономическую систему страны;

- недостаточно развитое путевое хозяйство мешает своевременной доставке и сказывается на конкурентоспособности регионов;
- разный уровень развития имеющихся видов транспорта приводит к увеличению издержек для работающих в регионе компаний и это сказывается на экономическом развитии региона и его потенциале для привлечения инвестиций;
- отсутствие транспорта круглогодичного действия (сезонность), климатические особенности функционирования транспорта сдерживают освоение богатых природных ресурсов Сибири.

Но в то же время он имеет потенциал для дальнейшего развития своей транспортной системы, что позволит повысить ее эффективность, способствуя развитию экономики и повышению качества жизни населения. Но важно также учитывать экологические аспекты и безопасность транспортных сетей при планировании мероприятий по улучшению инфраструктуры, поэтому важно разрабатывать стратегии регионального развития, учитывая ее особенности. Одним из таких документов можно назвать «Стратегию пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года» [7].

### *Методы и материалы*

К методу, позволяющему решать задачи трансформации экономики транспортного комплекса, можно отнести территориально-географический подход, подразделяющий водный транспорт на бассейны [8], автомобильный – на опорные сети автомобильных дорог [9], а железнодорожный – на участки железных дорог [10]. Кроме самого транспорта, в развитие транспортного комплекса также участвуют и другие отрасли хозяйства, такие как производство транспортных средств, строительство и обслуживание инфраструктуры, разработка программного обеспечения для логистических систем и многое другое. Без их участия невозможно обеспечить эффективную работу транспортной системы и обеспечить бесперебойную транспортировку грузов и пассажиров.

При формировании «Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года» значительная роль была отведена Сибири, которая может выступать местом реализации крупных инвестиционных транспортных проектов, что позволит эффективнее осваивать богатый природно-ресурсного потенциала окружающей среды и увеличивать перевозки массовых сырьевых грузов и осуществлять международные транзитные перевозки [11].

Критерий внутриконтинентального положения связан с развитием транспорта и коммуникаций, что сопровождается резким сокращением транспортных издержек. Но можно ли в равной мере говорить об этом, когда речь идет об экономическом развитии различных регионов земного шара, необходимо учитывать их уникальные особенности и условия. Например, в развитых странах с высоким уровнем технологий транспортный фактор может играть менее значимую роль, поскольку развитая инфраструктура позволяет эффективно перемещать грузы и пассажиров, в то время, как в развивающихся странах с несовершенной транспортной системой, транспортные издержки могут стать серьезным препятствием для экономического развития.

Также критерием сравнения могут выступать тарифы на перевозку разными видами транспорта. Однако во внутриконтинентальных областях транспортные издержки остаются значительными и разрыв между тарифами железнодорожного и автомобильного транспорта, с одной стороны, и морского и внутреннего водного транспорта – с другой, существенно вырос.

Другим неблагоприятным критерием транспортно-географического положения Сибирских регионов является их большая удаленность от незамерзающих морей и, соответственно, от основных рынков транспортировки товаров. Так удаленность от основных круглогодичных отечественных морских портов (Санкт-Петербурга, Новороссийска, Владивостока и др.) составит более чем 3000 км, а таких регионов, как Красноярский край, Иркутская и Кемеровская области, которые входят в 5 крупнейших грузоформирующих индустриальных субъектов РФ, обеспечивая более четверти всего объема перевозок в стране – свыше 4000 км [12].

Критерий ограниченной транспортной доступности включает в себя как отсутствие круглогодичных маршрутов, так и тот факт, что в Сибири, крупнейшем макрорегионе России, есть огромные труднодоступные территории. Они находятся под влиянием сразу двух факторов: рисков, связанных с ограниченной транспортной доступностью, и глубокого внутриконтинентального расположения.

### *Результаты*

Водные, автомобильные и железнодорожные пути, соединяющие различные населенные пункты и производственные объекты, обеспечивают передвижение людей, товаров и услуг, а значит эффективность и доступность транспортной сети напрямую влияют на уровень развития региона и его конкурентоспособность на рынке. Отсутствие развитой транспортной инфраструктуры в регионах, где преобладают природные ресурсы, приводит к тому, что потенциал экономического развития данных территорий не реализуется полностью. Ограниченность доступа к транспортным маршрутам затрудняет экспорт продукции, что приводит к снижению прибыли и ухудшению социально-экономического положения местного населения.

Также важно отметить, что интенсивное использование транспортных магистралей может привести к их износу и повреждениям, что требует постоянного технического обслуживания и реконструкции. При этом необходимо учитывать экологические аспекты развития транспортной инфраструктуры, так как большое количество транспортных средств может негативно влиять на окружающую среду и здоровье человека. Поэтому важно строить транспортные маршруты, учитывая потребности не только экономики, но и экологии, соблюдая необходимые стандарты и требования по охране окружающей среды.

К критериям факторов окружающей среды, которые характеризуют трансформацию экономики транспортного комплекса Сибири можно отнести:

1. Географическое положение, отличающееся значительной протяженностью территории, что обуславливает повышение транспортных расходов на гру-



зовые и пассажирские перевозки и сдерживает социально-экономическое развитие субъектов федерации. И в тоже время наличие высокоэффективных природных ресурсов (дешевых гидроэнергоресурсов, больших запасов воды и леса, богатейшей минерально-сырьевой базы) определяет развитие экономики региона за счет размещения крупных промышленных предприятий энергетики, металлургии и добывающей сферы деятельности.

2. Климатические условия очень влияют на работу транспорта. К ним относятся: суровая зима и сокращение навигационного периода для водного транспорта, дополнительные затраты при строительстве и эксплуатации автомобильных и железных дорог, сезонные колебания уровня сибирских рек и дноуглубительные работы и т.д.

3. Географическо-ландшафтные факторы характеризуются сложным рельефом Восточной и Западной Сибири, в том числе труднопроходимыми горными массивами, непроходимой тайгой, множеством топких болот, а также слабой производственно-хозяйственной освоенностью территории, а ее удаленность от строительного потенциала затрудняют прокладку дорог и их эксплуатацию [13].

4. Разница в эффективности сухопутных и водных перевозок связана с классификационными признаками различных видов транспорта, в том числе по технике передвижения, по используемой силы тяги, по видам перевозимого груза (или пассажиров) и т.д.

5. Критерий внутриконтинентального положения связан с развитием транспортно-коммуникационной сферы, в том числе с удаленностью территории от незамерзающих морей и от основных рынков продвижения продукции.

6. Различия, оцениваемые путем сравнения определяемых тарифов по перевозкам грузов и пассажиров различными видами транспорта.

7. Критерий транспортных издержек и эффективности экономики, определяемый суммарными транспортными издержками на перевозку продукции товаропроизводителей в полной себестоимости продукции.

Таким образом, развитие экономики транспортного комплекса способствует расширению производства и конкурентоспособности, поэтому грамотное планирование и эффективное управление транспортной инфраструктурой являются ключевыми задачами для достижения устойчивого развития региона и обеспечения комфортной жизни его жителей.

### *Обсуждение*

Оптимизация транспортного комплекса является одним из важнейших направлений развития экономики современного мира. С появлением новых технологий и подходов к управлению транспортным потоком, становится возможным значительно улучшить качество и скорость транспортных перевозок, снизить экологическую нагрузку и повысить безопасность на дорогах. Все это делает транспортный комплекс не только важным звеном экономики, но и объектом активного развития и совершенствования.

Такие критерии трансформации экономики транспортного комплекса Сибири, как отсутствие круглогодичного функционирования сдерживает освоение

богатых природных ресурсов республик Алтай и Тывы. Хозяйственное состояние населения Таймырского и Эвенкийского автономных округов во многом определяется ритмом северного завоза грузов речным и морским флотом. Слаборазвитая железнодорожная сеть Томской области обеспечивается путями внутреннего водного транспорта. В то же время наблюдается благоприятное сочетание магистральных железных дорог и крупных судоходных рек в Тюменской, Омской, Новосибирской и Иркутской областях, Красноярском крае [3].

В Сибирском регионе транспортная система играет ключевую роль в экономическом развитии и социальной инфраструктуре [5]. И важнейшим элементом транспортной инфраструктуры являются системы магистрального транспорта, обеспечивающие высокую скорость и комфорт [4]. Географическое распределение транспортной сети и учет воздействия факторов окружающей среды способствует экономическому развитию территории, а значит и требует расширения транспортной сети [5]. Однако стоит отметить, что с развитием современных технологий и цифровизации экономики роль транспортного фактора постепенно снижается. Многие компании перемещают свои производства ближе к потребителям, что сокращает расстояния и транспортные издержки. Вместе с тем, возрастает значимость других факторов, таких как доступ к качественному образованию, инновациям и технологическому развитию.

### *Заключение*

Сибирь имеет значительный потенциал для дальнейшего развития транспортной системы, включая модернизацию существующих магистральных систем и строительство новых. Это позволит улучшить доступность и эффективность транспортной инфраструктуры, способствуя развитию экономики и повышению качества жизни населения. Важно также учитывать экологические аспекты и безопасность транспортных сетей при планировании мероприятий по улучшению инфраструктуры. Поэтому важно разработать стратегии регионального развития, учитывая особенности транспортной инфраструктуры.

Создание современной транспортной инфраструктуры будет способствовать расширению возможностей для взаимодействия различных отраслей экономики и увеличению конкурентоспособности региона. Поэтому важно обращать внимание на проблемы диспропорций в развитии различных видов транспорта и активно работать над их решением для содействия устойчивому развитию региональной экономики.

Таким образом, в зависимости от уровня развития и специфики каждого региона можно говорить о различных критериях транспортно-географических факторов окружающей среды. И для решения проблем необходимо разрабатывать комплексную программу развития экономики транспортного комплекса, учитывающую специфику каждого региона и направленную на устранение диспропорций и стимулирование экономического роста.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Болотова, Т.В. Экономика транспортного комплекса России // Образовательный портал «Справочник». – URL [https://spravochnick.ru/ekonomika/ekonomika\\_transportnogo\\_kompleksa\\_rossii/](https://spravochnick.ru/ekonomika/ekonomika_transportnogo_kompleksa_rossii/).

2. Фофанова, А.Ю. Транспортный комплекс и его роль в развитии регионов // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2021. – №1-2. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/transportnyy-kompleks-i-ego-rol-v-razvitii-regionov> (дата обращения: 14.05.2024).
3. Масленников, С. Н., Бабаев, А. В. о. Транспортный комплекс Сибири и его потенциал // 2022. – №12 (57). – URL: <https://scilead.ru/article/1942-transportnij-kompleks-sibiri-i-ego-potentsial>.
4. Дугаржапова, М.А., Жалсараева, Е.А., Маланов, В.И. Современное состояние транспортного комплекса и проблемы его развития в условиях пространственного развития России // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2019. – № 8-1. – С. 49-57; URL: <https://vael.ru/article/view?id=668> (дата обращения: 14.05.2024).
5. Суходолов, А. П. Предпосылки, этапы и перспективы развития транспортного комплекса Сибири и Иркутской области // Известия БГУ. 2015. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/predposylki-etapy-i-perspektivy-razvitiya-transportnogo-kompleksa-sibiri-i-irkutskoy-oblasti> (дата обращения: 14.05.2024).
6. Climate forcing from the transport sectors (Воздействие на климат со стороны транспортных секторов). Февраль 2008. – 105(2):454-8. – DOI:10.1073/pnas.0702958104. - URL: [https://www.researchgate.net/publication/5670799\\_Climate\\_forcing\\_from\\_the\\_transport\\_sectors](https://www.researchgate.net/publication/5670799_Climate_forcing_from_the_transport_sectors).
7. Об утверждении Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года: Распоряжение Правительства РФ от 13.02.2019 г. № 207-р (ред. от 30.09.2022 г.) // СПС КонсультантПлюс.
8. Об утверждении технического регламента о безопасности объектов внутреннего водного транспорта: Постановление Правительства РФ от 12.08.2010 г. № 623 (ред. от 06.08.2020).
9. Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон РФ от 08.11.2007 г. № 257-ФЗ (ред. от 14.11.2023 г.).
10. Книга 1 «Тарифные расстояния между станциями на участках железных дорог»: Тарифное руководство № 4 (ред. от 25.01.2016 г.).
11. Безруков, Л.А. Транспортно-экономические барьеры в развитии Сибири // ЭКО. – 2012. – №7(457). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/transportno-ekonomicheskie-bariery-v-razvitii-sibiri>.
12. Безруков Л.А., Дашпилов Ц.Б. Транспортно-географическое положение микрорегионов Сибири: методика и результаты оценки // География и природные ресурсы. – 2010. – № 4. – С. 7.
13. Проблемы функционирования и развития транспортного комплекса Сибири: сб. науч. тр. – Новосибирск: Новосиб. гос. акад. водного трансп., 2011. – 212 с.

© И. Г. Фютик, О. В. Колодяжная, 2024

*И. И. Бочкарева<sup>1\*</sup>*

## **Транспорт как источник городского шума**

<sup>1</sup>Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск,  
Российская Федерация  
\* e-mail: family\_i@mail.ru

**Аннотация.** Работа посвящена исследованию городских шумов транспортного происхождения. На примере Ленинского района г.Новосибирска изучено распространение шума от разных источников: автомобильных дорог, поездов, трамваев. В работе приведены результаты измерений максимального и эквивалентного шумов, которые, как правило, превышают нормативы. Наиболее «шумный» транспорт – грузовой железнодорожный. Наименьшее акустическое воздействие от легковых автомобилей, но только если речь не идет о плотном транспортном потоке на городских магистралях. Необходимо принимать меры по снижению шумового загрязнения вблизи жилых домов, как в строящихся микрорайонах, так и в имеющихся.

**Ключевые слова:** шумовое загрязнение, транспорт, городская среда

*I. I. Bochkareva<sup>1\*</sup>*

## **Transport as a source of urban noise**

<sup>1</sup>Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation  
\* e-mail: family\_i@mail.ru

**Abstract.** The work is devoted to the study of urban noise of transport origin. Using the example of the Leninsky district of Novosibirsk, the propagation of noise from various sources was studied: highways, trains, trams. The paper presents the results of measurements of maximum and equivalent noise, which, as a rule, exceed the standards. The most «noisy» transport is freight rail. The least acoustic impact from passenger cars, but only if we are not talking about heavy traffic on urban highways. It is necessary to take measures to reduce noise pollution near residential buildings, both in neighborhoods under construction and in existing ones.

**Keywords:** noise pollution, transport, urban environment

### ***Введение***

Жители городов, особенно крупных, подвергаются разнообразному негативному воздействию антропогенного происхождения. Это и загрязнения воздуха, и различные виды параметрических факторов, наиболее значимым из которых является шум.

Человек постоянно живет в окружении звуков, полное отсутствие которых невозможно, но именно в городских условиях уровень акустического воздействия часто превышает предельно допустимые уровни.

В домах источниками шума могут быть бытовые и электронные приборы, домовые устройства, такие, как лифты. Во внешней городской среде причиной

акустического напряжения, в том числе, проникающего в жилища, является транспорт. Традиционно считается, что основной источник уличного шума – это автомобильный транспорт. Действительно, количество легкового и грузового транспорта на улицах города превалирует над другими видами средств передвижения, однако, исключать вклад в шумовое загрязнение железнодорожного и городского рельсового транспорта нельзя.

Целью данной работы явилось изучение уровня акустического загрязнения жилой зоны города от различных видов транспорта.

### *Методы и материалы*

Работа проводилась в Ленинском районе г.Новосибирска. Ленинский район – один из десяти районов г.Новосибирска, он занимает 15% площади городской территории и является четвертым по размеру.

По территории района проходит около 250 улиц, общей протяженностью 242 км. [1]. Основными магистралями являются Проспект Маркса, ул. Ватутина, ул. Станиславского, ул. Титова, ул. Станционная, ул. Большая, которые характеризуются большой загруженностью автотранспорта, легкового, грузового и общественного. Район имеет два выхода к мостам через р.Обь, на которых в часы пик регулярно образуются пробки до 10 баллов [2]. Вдоль улиц с интенсивным автомобильным движением находятся жилые дома, зачастую не имеющие никаких шумозащитных ограждений, искусственных или естественных. В так называемых спальных районах также существуют проезды, используемые достаточно активно, так как во многих домах находятся подземные парковки.

Кроме автомобильного транспорта в районе имеется линия метро с двумя станциями. Линия подземная, поэтому шум от поездов не проникает на поверхность.

По району проходит 7 трамвайных маршрутов, как правило, линия пролегает параллельно с автомобильными дорогами.

Две ветки железнодорожных путей Западно-Сибирской магистрали пересекают район, их длина составляют почти 19 км. Изначально они проходили в отдалении от жилой застройки, со временем ситуация изменилась и некоторые дома находятся в 50-200 метрах от железнодорожного полотна. Пути проходят в западном направлении от моста через р.Обь и используются достаточно интенсивно, по ним проходят местные электропоезда, почтово-багажные, пассажирские и грузовые поезда, последние могут иметь в своем составе более 100 вагонов. Ж/д пути огорожены металлическим забором высотой 2,5 м по всему протяжению в черте города, тем не менее, звуковые сигналы электровозов очень резкие и не «гасятся» ограждением. Звук от проходящих поездов распространяется радиально, поэтому экранируется не полностью.

Для проведения измерений шума от разных видов транспорта были выбраны улицы с разной интенсивностью автомобильного движения, а также с наличием трамвайных и железнодорожных путей (рис.1).

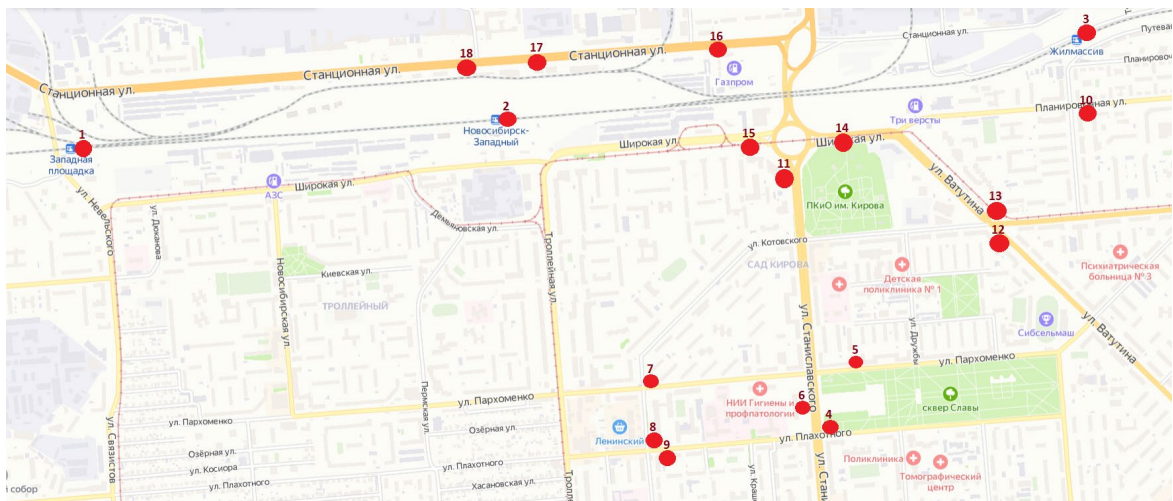


Рис. 1. Карта точек замера шума (составлено с использованием Яндекс карт)

Замеры в данных точках были проведены в дневное время суток. Время измерений вдоль автодорог было выбрано в 9:00, 16:00 и 19:00, когда интенсивность движения автомобильного транспорта стремится к максимальной [4]. Замеры шума от рельсового транспорта проводились в момент прохождения, с учетом расстояния и шумозащитного ограждения.

Измерения уровня шума в нашем районе исследований проводились шумомером СЕМ DT-805. Этот прибор имеет диапазон измерений от 30 до 130 дБ для частот от 31,5 Гц до 8 кГц, встроенные фильтры А и С, с быстрыми и медленными измерениями. Так как данная модель оснащена высококачественным микрофоном, СЕМ DT-805 подходит для измерения уровня шума, как в помещениях, так и на открытой местности. Прибор имеет функцию удержания текущих и максимальных показаний, разрешение измерений, равное 0,1 дБ, позволяет фиксировать результаты с высокой точностью. Продолжительность измерения постоянного шума составляла не менее 3 минут, в каждой точке было произведено не менее 3 отсчетов уровней звука (всего по 9 минут на 1 точку).

### ***Результаты***

Максимальные значения уровня шума от всех видов транспорта превышают величину в 75 дБА на территориях, прилегающих к транспортным сетям. Шум от товарных и пассажирских поездов может возрасти до 95 дБА, до 90 дБА – от электропоездов, шум от сплошного автомобильного потока достигает 85 дБА. Звуковая нагрузка от проходящих трамваев и грузовых автомобилей сравнима и составляет 75-80 дБА. Только легковые автомобили имеют максимальные значения шума меньше 75 дБА. Для автотранспорта дневные значения шума были несколько ниже, чем в утренние и вечерние часы, что, видимо, связано с необходимостью частого торможения и возобновления движения в пробке.

Эквивалентный уровень шума от железнодорожного транспорта выше, чем от автомобильного, и составляет 80 дБА, чуть ниже эти значения для автомо-

бильного потока и трамваев. Грузовые и легковые автомобили производят звуки в 65 и 55 дБА, соответственно.

Основная транспортная нагрузка приходится на территорию вдоль железнодорожного пути и улиц Станиславского, Пархоменко и Плахотного. Здесь наблюдается критическая обстановка шумового загрязнения. Напряженная обстановка прослеживается на улицах Станционная, Ватутина, Широкой, Станиславского выше одноименной площади и вдоль сквера Славы. Удовлетворительная обстановка в 150 метровой зоне после ул. Широкой, в районе парка культуры и отдыха им. Кирова и за администрацией Ленинского района, что объяснимо – эти участки находятся в отдалении от дорог или ограждены зданиями или зелеными насаждениями от источников шума. Наиболее благоприятная ситуация ориентировочно находится в глубине жилых районов и в достаточном отдалении от оживленных транспортных путей.

На рис. 2 показаны территории, где находятся жилые дома вдоль транспортных магистралей. Из схемы видно, что зоны с превышением уровня допустимого шума находятся непосредственно у проезжей части. Негативное воздействие оказывается в первую очередь на фасадную часть зданий на улицах Широкая, Планировочная, Станиславского, Станционной в районе кольца и вдоль сквера Славы, так как здесь отсутствуют меры защиты от шума, а густая растительность не обеспечивает должного уровня защиты. На улице Станиславского зафиксирована зона критической акустической обстановки. Остальные зоны с превышением норм шума обладают напряженной обстановкой.

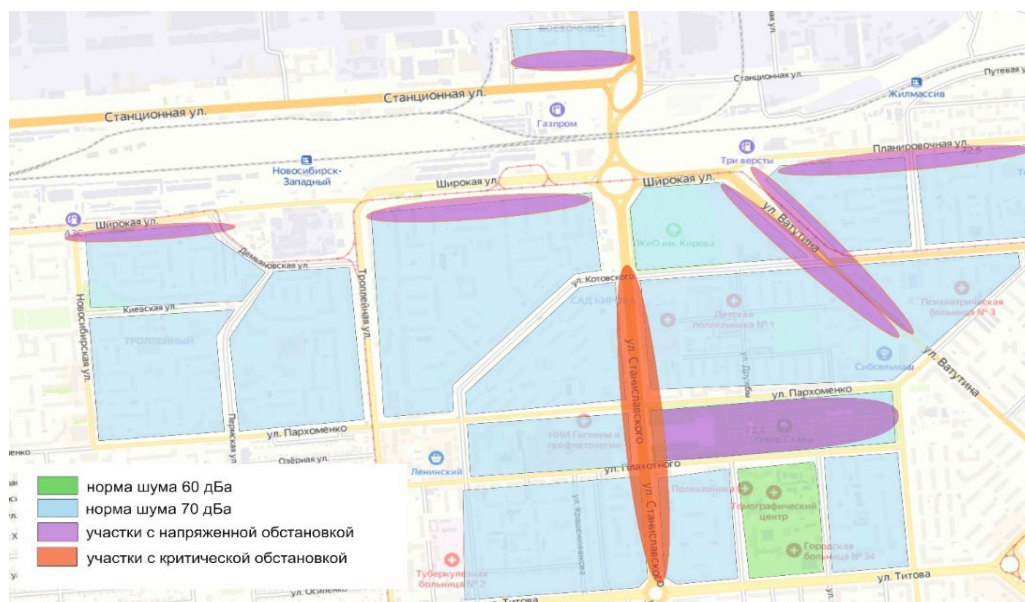


Рис. 2. Карта-схема жилых территорий с превышением норм шума

Эти участки определяются как территории, к которым в первую очередь необходимо применить меры защиты от шума.



## **Обсуждение**

Существуют нормативно-правовые акты, регламентирующие допустимые уровни шума для разных ситуаций, в том числе, эквивалентный и максимальный уровни проникающего шума в помещениях жилых и общественных зданий и шума на селитебной территории. В основе норм указаны уровни шумового воздействия, действие которых в течение длительного времени не вызывает неблагоприятных изменений в организме человека. В дневное время такой уровень равен 40 дБА, в ночное время 30 дБА – эквивалентный уровень шума, и 55, 45 дБА, соответственно, максимальный. Этими уровнями ограничивается акустическое загрязнение в жилых помещениях. И тот, и другой уровни звука в дБА для шума, создаваемого на территории средствами автомобильного, железнодорожного транспорта, допускается принимать на 10 дБА выше. В наших измерениях получены большие значения [5-7].

## **Заключение**

Основным источником акустического загрязнения в исследуемом районе являются железнодорожный транспорт (товарный, пассажирский составы, электрички) и плотные транспортные потоки. Железнодорожные составы превышают нормы шума вне зависимости от времени суток. Наиболее оптимальным транспортом по уровню акустического воздействия являются легковые автомобили, но только в единичном количестве. Именно большое число автомобилей создает транспортные потоки с высокой шумовой нагрузкой. Необходимо более плотно заниматься вопросами снижения шума. Во вновь строящихся районах предусматривать системы шумозащиты. Это могут быть нежилые помещения вдоль дорог, ограждения, посадка кустов и деревьев. Необходимо увеличивать расстояние между жилыми домами и дорогами любого назначения, а при строительстве зданий использовать звукопоглощающие материалы. В районах со сложившейся инфраструктурой необходимо лучше регулировать транспортные потоки во избежание пробок. Если есть возможность, нужно устанавливать средства шумопоглощения.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. <https://novo-sibirsk.ru/adm/lenin/>
2. <https://2gis.ru/novosibirsk?traffic>
3. ГОСТ 32965-2014. Межгосударственный стандарт. Дороги автомобильные общего пользования. Методы учета интенсивности движения транспортного потока. Дата введения 2016-09-08. <https://docs.cntd.ru/document/1200132267>
4. ГОСТ 20444-2014. Межгосударственный стандарт. Шум. Транспортные потоки. Методы определения шумовой характеристики. Дата введения 2015-07-01. <https://docs.cntd.ru/document/1200114240>
5. СП 51.13330.2011. Свод правил. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003. Дата введения 2011-05-20. <https://docs.cntd.ru/document/1200084097?section=text>
6. Санитарные правила и нормы СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды



обитания. Утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 января 2021 года N 2. <https://docs.cntd.ru/document/573500115>

7. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению населения, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий» утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 января 2021 года N 3. <https://docs.cntd.ru/document/573536177>

© И. И. Бочкарева, 2024

*В. А. Хамедов<sup>1\*</sup>*

## **Формирование регионального Центра компетенций по использованию результатов космической деятельности в Новосибирской области**

<sup>1</sup>Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Российская Федерация  
\*e-mail: khamedov.vladimir@mail.ru

**Аннотация:** В настоящее время в Новосибирской области проводится комплекс организационных мероприятий по развертыванию на базе Сибирского государственного университета геосистем и технологий регионального центра компетенций по использованию результатов космической деятельности. Основной задачей регионального центра компетенций будет являться обеспечение заинтересованных организаций и ведомств современными информационно-аналитическими продуктами в целях поддержки управленческих решений при ведении хозяйственной и другой деятельности. Важным элементом инфраструктуры центра компетенций будет являться Государственная информационно-аналитическая система обеспечения региональных потребителей результатами космической деятельности (ГИАС РКД), обеспечивающая проведение обработки геопространственной информации, её анализ и тематическое дешифрирование, подготовку экспертных заключений и другой необходимой информации. Проводимый комплекс мероприятий позволит обеспечить повышение эффективности выполнения целевых показателей и задач реализуемых в России национальных и федеральных проектов.

**Ключевые слова:** центр компетенций, результаты космической деятельности, ГИАС РКД, Новосибирская область

*V. A. Khamedov<sup>1\*</sup>*

## **Formation of a regional Competence center for the use of the results of space activities in the Novosibirsk region**

<sup>1</sup>Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation  
\*e-mail: khamedov.vladimir@mail.ru

**Abstract.** In the Novosibirsk region, a set of measures is being carried out to create a regional center of competence for the use of Earth remote sensing data from space. The main task of the regional competence center will be to provide organizations and departments with information and analytical products in order to support management decisions when conducting business activities. An important element of the competence center infrastructure will be the State Information and Analytical System for providing regional consumers with the results of processing Earth remote sensing data. The set of measures being carried out will ensure increased efficiency in the implementation of target indicators and tasks of national and federal projects.

**Keywords:** competence center, remote sensing data processing, Novosibirsk region

В соответствии с пунктом 5 плана мероприятий на 2022–2025 по реализации Основ государственной политики в области использования результатов космической деятельности в интересах модернизации экономики РФ и развития её регионов на период до 2030 года, утверждённого распоряжением Правительства РФ от 31.05.2022 № 1374-р, Государственной Корпорацией «Роскосмос» в настоящее время реализуются пилотные проекты по развёртыванию сети региональных центров компетенций (РЦК) в сфере использования результатов космической деятельности (РКД). Имеющийся положительный опыт функционирования аналогичных центров показывает их эффективность при решении задач социально-экономического и инновационного развития регионов [1-8]. В Новосибирской области такой центр планируется организовать на базе Сибирского государственного университета геосистем и технологий.

Региональный центр компетенций является элементом инфраструктуры использования РКД, осуществляющим предоставление заинтересованным организациям, ведомствам и пользователям информационно-аналитических продуктов и услуг для решения прикладных тематических задач, основанных на использовании геопространственной информации, а также обучение по её применению. На рис. 1. представлена схема планируемого взаимодействия регионального центра компетенций Новосибирской области. Для работы с организациями и ведомствами регионального уровня целесообразным является использование существующей региональной геоинформационной системы Министерства цифрового развития и связи Новосибирской области. Информационно-аналитическая поддержка РЦК может быть обеспечена Федеральным исследовательским центром информационных и вычислительных технологий (ФИЦ ИВТ) и Сибирским центром Научно-исследовательского центра космической гидрометеорологии «Планета» (НИЦ «Планета»).



Рис. 1. Схема планируемого взаимодействия регионального центра компетенций по использованию результатов космической деятельности

Имеющиеся компетенции специалистов Сибирского государственного университета геосистем и технологий позволяют обеспечить решение разнообразных тематических задач с использованием результатов космической деятельности [9-20]. Например, в интересах Сибирского межрегионального управления Федеральной службы по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор) возможно проведение комплекса работ по обеспечению информационного сопровождения при проведении отделом государственного геологического и земельного надзора по Новосибирской области наблюдений за соблюдением обязательных требований в рамках осуществления федерального государственного геологического контроля в соответствии со ст. 74 Федерального закона от 31.07.2020 № 248-ФЗ «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации». Для Министерства природных ресурсов и экологии Новосибирской области в настоящее время выполняется исследование на тему «Инвентаризация мест нахождения ликвидированных и законсервированных скважин подземных вод на территории Новосибирской области». В ходе исследования с использованием космических снимков анализируется состояние 149 участков со скважинами по уровню обводнения прилегающих к ним территории на основе расчета NDWI (Normalized Difference Water Index), засоления почв на основе расчета SCI (Soil Composition Index) и состояния растительности на основе расчета NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). Результатом работы будут являться методические рекомендации по оценке экологического состояния территорий вблизи законсервированных скважин и обнаружению неучтенных скважин на основе специально подобранных дешифровочных признаков.

Одним из важнейших элементов инфраструктуры РЦК будет являться Государственная информационно-аналитическая система обеспечения региональных потребителей результатами космической деятельности (ГИАС РКД). ГИАС РКД представляет собой технологическую платформу обеспечивающую:

- предоставление потребителям РКД готовых для использования и не требующих дальнейшего преобразования информационных продуктов и сервисов с использованием РКД (в виде карт, отчетных форм, таблиц, графиков и т.п.);
- предоставление РЦК инструментальных средств и технологических сервисов для создания и предоставления заинтересованным потребителям информационных продуктов (в виде алгоритмов – регламентов обработки/преобразования/анализа данных);
- интеграцию (подключение к системе) сервисов, созданных с использованием РКД различными операторами/поставщиками, и интеграцию источников пространственных и непространственных данных;
- сбор, учёт и анализ потребностей от заинтересованных организаций и ведомств.

Основным назначением ГИАС РКД является сбор информационных материалов, полученных в результате космической деятельности, и создание на основе их комплексного использования информационно-аналитических продуктов

для последующего предоставления региональным органам исполнительной власти, органам местного самоуправления и организациям с целью информационной поддержки принятия управленческих решений при ведении хозяйственной и другой деятельности в рамках действующего законодательства Российской Федерации.

В рамках пилотного проекта в РЦК должны быть апробированы функциональные возможности опытного образца ГИАС РКД или её составных частей с актуальным информационным и организационным обеспечением, необходимым для решения прикладных задач заинтересованных потребителей. Создаваемые информационно-аналитические продукты должны использовать существующие информационные ресурсы, предоставляемые информационными системами Госкорпорации «Роскосмос» и федеральных органов исполнительной власти, основанные на использовании результатов космической деятельности, а также существующие информационные ресурсы соответствующих прикладных областей, в том числе, используемые на территории проведения пилотного проекта.

Разрабатываемый функционал ГИАС РКД обеспечит возможность создания комплексных технологических схем для публикации услуг и сервисов широкого назначения, созданных с использованием результатов космической деятельности, а также путем использования профильных продуктов, имеющихся в информационных системах Госкорпорации «Роскосмос» и федеральных органов исполнительной власти, включая Росгидромет, Росреестр, Минприроды и МЧС России. Созданные информационно-аналитические сервисы ГИАС РКД в перспективе должны обеспечить:

- автоматизированный сбор и систематизацию справочной, геоинформационной и навигационной информации об объектах мониторинга и управления, получаемой из различных источников данных;
- создание информационно-аналитических продуктов, а также инструментов формирования регламентов (сценариев) процессов выработки управленческих решений при ведении хозяйственной и другой деятельности;
- передачу заявок на обработку внешним производителям и поставщикам информационно-аналитических продуктов и сервисов.

Подготовка и предоставление информационно-аналитических продуктов потребителям будет обеспечиваться как средствами ГИАС РКД, так и собственными средствами РЦК по предоставлению информационно-аналитических продуктов и информационных сервисов.

В результате формирования и последующего успешного функционирования регионального центра компетенций по использованию РКД заинтересованным организациям и ведомствам Новосибирской области будут предоставлены современные информационно-аналитические продукты, обеспечивающие интерактивные целевые функции поиска, анализа, интерпретации и моделирования геопространственных данных.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пайсон, Д. Б. Методологическая база реализации пилотных проектов по использованию результатов космической деятельности / Д. Б. Пайсон // Полет. Общероссийский научно-технический журнал. – 2008. – № 5. – С. 34-39. – EDN JKBBFD.
2. Грошева, П. Ю. Развитие цифровых компетенций персонала в результате применения результатов космической деятельности в народном хозяйстве / П. Ю. Грошева, Е. В. Родионова, А. Р. Баласанян // Горизонты экономики. – 2022. – № 6(72). – С. 42-47. – EDN KPIJYH.
3. Севрюков, А. Е. Обобщенная схема системы комплексного использования результатов космической деятельности в интересах социально-экономического развития региона / А. Е. Севрюков, А. В. Хмелевская // Телекоммуникации. – 2019. – № 5. – С. 35-39. – EDN RTCBPRQ.
4. Ходыревская, В. Н. Формирование компетенций по использованию результатов космической деятельности при принятии управленческих решений / В. Н. Ходыревская // Актуальные вопросы управления локальными эколого-экономическими системами на основе совершенствования компетентностных механизмов социально-экономического развития территорий : сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, Курск, 16 ноября 2017 года. – Курск: Курский государственный университет, 2017. – С. 125-131. – EDN YHIXNB.
5. Хохряков, В. Р. Использование результатов космической деятельности и современных технологий в учете животных в национальных парках "Смоленское Поозерье" и "Себежский" / В. Р. Хохряков, И. М. Бавшин // Труды Мордовского государственного природного заповедника им. П.Г. Смидовича. – 2021. – № 28. – С. 189-195. – EDN SRGPHE.
6. Муртузалиева, С. Ю. Разработка фундаментальных основ и практических положений применения результатов космической деятельности в сельском хозяйстве / С. Ю. Муртузалиева, С. С. Муртузалиев // Экономика и предпринимательство. – 2021. – № 11(136). – С. 1095-1099. – DOI 10.34925/EIP.2021.11.136.219. – EDN WZEUMK.
7. Варанкин, В. С. Практическое применение результатов космической деятельности в транспорте / В. С. Варанкин, С. Ю. Муртузалиева, Р. Самб // Микроэкономика. – 2021. – № 4. – С. 71-75. – DOI 10.33917/mic-4.99.2021.71-75. – EDN SBNZAL.
8. Романов, А. А. Системный анализ подходов к созданию бизнес-услуг на основе космической информации / А. А. Романов, А. А. Романов // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2021. – Т. 18, № 4. – С. 9-24. – DOI 10.21046/2070-7401-2021-18-4-9-24. – EDN YDGSOU.
9. Репотецкая, М. Ю. Оценка использования земель сельскохозяйственного назначения на примере Новосибирской области / М. Ю. Репотецкая, А. В. Комиссаров // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2023. – Т. 3. – С. 178-183. – DOI 10.33764/2618-981X-2023-3-178-183. – EDN HEILKZ.
10. Карпик, А. П. Анализ методов и средств изучения динамики перемещений оползневых склонов / А. П. Карпик, В. С. Хорошилов, А. В. Комиссаров // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). – 2021. – Т. 26, № 6. – С. 17-32. – DOI 10.33764/2411-1759-2021-26-6-17-32. – EDN GEQNTG.
11. Тургунов, С. Ж. у. О возможности применения данных дистанционного зондирования в комплексной экономической оценке городских земель / С. Ж. у. Тургунов, А. В. Комиссаров // Регулирование земельно-имущественных отношений в России: правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения. – 2020. – Т. 2. – С. 70-73. – DOI 10.33764/2687-041X-2020-2-70-73. – EDN FFZXGR.
12. Чермошенцев, А. Ю. Особенности проведения мониторинга оползневых процессов на полигонах твердых коммунальных отходов с применением материалов аэрофотосъемки / А. Ю. Чермошенцев, И. М. Ламков, О. В. Приданова // Сибирский пожарно-спасательный вестник. – 2023. – № 1(28). – С. 16-23. – DOI 10.34987/vestnik.sibpsa.2023.63.11.015. – EDN HTTNER.

13. Наздрачев, П. И. Применение методов активного дистанционного зондирования для обнаружения разливов нефти / П. И. Наздрачев, А. Ю. Чермошенцев // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2021. – Т. 6. – С. 213-218. – DOI 10.33764/2618-981X-2021-6-213-218. – EDN LWJOUW.
14. Опыт использования мультиспектрального аэрофотосъемочного оборудования в комплексе с беспилотным воздушным судном для решения задач лесотаксации и топографии / А. Н. Погородний, Н. Н. Филин, С. А. Шумейко [и др.] // Нефтяное хозяйство. – 2021. – № 9. – С. 90-95. – DOI 10.24887/0028-2448-2021-9-90-94. – EDN DPSVMP.
15. Хлебникова, Е. П. Использование геопространственных данных для решения задач мониторинга особо охраняемых природных территорий / Е. П. Хлебникова, С. А. Арбузов // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). – 2020. – Т. 25, № 1. – С. 96-105. – DOI 10.33764/2411-1759-2020-25-1-96-105. – EDN CLIESX.
16. Опритова, О. А. Применение современных технических и программных средств в условиях становления цифровой экономики РФ / О. А. Опритова, А. А. Антонов, П. Е. Иваненко // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2020. – Т. 7, № 2. – С. 66-70. – DOI 10.33764/2618-981X-2020-7-2-66-70. – EDN YWUVON.
17. Копылов, В. Н. Синтез оптических и радиолокационных космических снимков при решении задачи оперативного обнаружения лесных гарей / В. Н. Копылов, Ю. М. Полищук, В. А. Хамедов // Гео-Сибирь. – 2007. – Т. 3. – С. 157-162. – EDN PHINKH.
18. Кулик, Е. Н. Применение средств дистанционного зондирования Земли и геоинформационных систем при мониторинге территорий, находящихся под антропогенным воздействием / Е. Н. Кулик, А. Т. Байшуаков // Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли : Материалы IX Международной научной конференции, Красноярск, 13–16 сентября 2022 года / Научный редактор Е.А. Ваганов, отв. редактор Г.М. Цибульский. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2022. – С. 247-251. – EDN YNABBD.
19. Зулин, К. А. Использование данных дистанционного зондирования SENTINEL-2B для мониторинга последствий разливов нефти / К. А. Зулин, Е. Н. Кулик // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). – 2023. – Т. 28, № 2. – С. 60-66. – DOI 10.33764/2411-1759-2023-28-2-60-66. – EDN ZCAIHH.
20. Кулик, Е. Н. Разливы нефтепродуктов на водной поверхности: методы анализа данных дистанционного зондирования Земли при их выявлении / Е. Н. Кулик, Д. А. Байкин // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). – 2022. – Т. 27, № 4. – С. 61-73. – DOI 10.33764/2411-1759-2022-27-4-61-73. – EDN MRDABW.

© В. А. Хамедов, 2024

*Е. В. Миляева,<sup>1,2\*</sup> Н. П. Миронычева-Токарева<sup>2</sup>*

## **Продуктивность растений доминантов степных экосистем юга Западной Сибири**

<sup>1</sup> Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Российская Федерация

<sup>2</sup> Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, г. Новосибирск, Российская Федерация

\*e-mail: milek123@mail.ru

**Аннотация.** Анализ пространственной корреляции между видами показал, что запас растительного вещества в надземной и подземной сферах является результатом межвидового взаимодействия, а также выражением требований к условиям воздушной и почвенной среды, а также показал что, большинство видов не проявили скоррелированного поведения в распределении G и B на модельном участке. Структура доминирования динамична, и может изменяться под влиянием стрессирующих факторов, таких как выпас, каменистость почв и аридность. Как указывалось в литературном обзоре, в степях Хакасии без выпаса отмечено три вида, доминирующих в G и B, два из них имеют равное доленое участие в зеленой и подземной фитомассе. В экосистеме с умеренным выпасом доминируют три вида в надземном ярусе и четыре – в подземном. Вклад видов, доминирующих в обоих ярусах, одинаков для G и B. В экосистеме с сильным выпасом два вида доминируют в G и три – в B, все с различным долевым участием в надземном и подземном ярусах.

**Ключевые слова:** продуктивность, экосистемы, растительность, надземное и подземное, растительное вещество, доминанты

*E. V Milyaeva<sup>1,2\*</sup>, N. P. Mironycheva-Tokareva<sup>2</sup>*

## **Productivity of plants of the dominant steppe ecosystems of the south of Western Siberia**

<sup>1</sup> Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

<sup>2</sup> Institute of soil science and Agrochemistry SB RAS, Novosibirsk, Russian Federation

\*e-mail: milek123@mail.ru

**Abstract.** The analysis of spatial correlation between species showed that the supply of plant matter in the aboveground and underground spheres is the result of interspecific interaction, as well as an expression of requirements for the conditions of the air and soil environment, and also showed that most species did not show correlated behavior in the distribution of G and B in the model area. The dominance structure is dynamic, and may change under the influence of stressful factors such as grazing, stony soils and aridity. As indicated in the literature review, in the steppes of Khakassia, without grazing, three species were noted that dominate in G and B, two of them have an equal share in the green and underground phytomass. The ecosystem with moderate grazing is dominated by three species in the aboveground tier and four in the underground. The contribution of the species dominating both tiers is the same for G and B. In an ecosystem with strong grazing, two species dominate in G and three in B, all with different shares in the aboveground and underground tiers.



**Keywords:** productivity, ecosystems, vegetation, aboveground and underground, plant matter, dominants

## *Введение*

Степная зона с древнейших времен испытывает влияние хозяйственной деятельности человека, которое особенно усилилось в 19-20 веках, когда были распаханы огромные площади степей, а неудобья использовались в качестве пастбищ как сезонных (весна, осень) так и постоянных. В настоящее время только отдельные участки степей по своему видовому составу и структуре близки к естественным. Происходит упрощение строения растительного сообщества.

Структура запасов растительного вещества – одна из важнейших – характеристик экосистемы. Большие запасы зеленой массы и корней свидетельствуют о высокой интенсивности продукционного процесса, большие запасы мортмассы – о низких скоростях деструкционных процессов. По изменению соотношения запасов доминирующих злаков, полыней и осок можно судить об изменении скорости созидания и разрушения растительного вещества. Продуктивность степных экосистем юга Западной Сибири достаточно хорошо изучена [3, 4, 6].

В настоящее время продолжено изучение растительности степных экосистем Юга Западной Сибири, которое включает в себя изучение динамики доминантов степных экосистем Сибири, находящихся под пастбищной нагрузкой [1, 2].

## *Материалы и методы исследования*

Степная растительность изучаемой территории связана с выщелоченными, обыкновенными и южными черноземами. Она представлена разнотравными, ковыльно-типчаковыми сообществами. Вейниково-разнотравные, злаково-полынные и бескильницево-полынные ассоциации развиваются на пониженных дренированных увлажненных формах рельефа [6].

Для детального изучения вклада доминирующих видов злаков в запасы надземных и подземных запасов растительного вещества взят участок в 4 км на юго-запад от дер. Кузнецовка (Баганский район).

Участок этот использовался хозяйством прежде для выпаса скота и частично для сенокосения (во влажные годы). Он представляет собой катену длиной 1173 м, полого спускающуюся к озеру Горькое. Элювиальная позиция представляет собой вершину гривы с небольшим березовым колком и фрагментом луговой степи в опушечной части.

На катене были выбраны шесть сменяющих друг друга сообществ. Первые три участка представляют собой различные фрагменты луговой степи. Проективное покрытие 80 %. Растительное сообщество трехъярусное. Верхний ярус (высота до 60 см) образуют генеративные побеги злаков (*Stipa capillata*, *Helictotrichon schellianum*, *Phleum phleoides*), второй ярус (высота до 30 см) – вегетативные побеги злаков и розетки разнотравья, третий представлен *Parmelia vagans*. Доминанты: *Helictotrichon schellianum* – 20 %, *Stipa capillata* – 10 %, *Festuca valesiaca* – 10 %, *Artemisia frigid* – 10 %, *Koeleria cristata* – 5 %, *Carex*

duriuscula – 5 %. Единично представлены: *Artemisia macranta*, *Astragalus sulcatus*, *Achillea nobilis*, *Androsace septentrionalis*.

Следующие два участка представляют собой типчаково-полынные сообщества. Доминанты: *Festuca valesiaca* – 30 %, *Artemisia pontica* – 20 %, *Artemisia frigid* – 10 %, *Koeleria cristata* – 10 %, *Limonium gmelinii* – 1 %, *Puccinella tenuissima* – 10 %, *Galatella biflora*, *Atriplex verrucifera*, *Artemisia nitrosa*.

В каждой изучаемой экосистеме закладывалась экспериментальная площадка (100x100 м) и на ней выделялось 10 квадратов (10x10 м), на которых проводилось геоботаническое описание по принятым методикам [8]. При описании давалась процентная оценка содержания доминантных видов, определялось проективное покрытие и регистрировалась вертикальная структура сообщества.

Во всех экосистемах была изучена структура РВ с обязательным выделением живых и мертвых подземных органов, по методике описанной ранее [6]. Для этого случайным образом закладывалась серия из десяти малых квадратов (50x50 см). На всех десяти квадратах надземная фитомасса срезалась на уровне почвы и с почвы собиралась подстилка (L). Ветошь (D) отделялась от зеленой фитомассы (G) и последняя разбиралась по видам. Подстилка отмывалась от почвы на ситах с диаметром ячеек 0,5 мм. Для определения запасов общего подземного растительного вещества и подземной массы отдельных видов растений в середине каждого квадрата специальным пробоотборником отбирался почвенный монолит (10x10x10 см).

В каждом почвенном монолите оценивалось количество живых (В) и мертвых (V) подземных органов. Запасы всех компонентов выражались в граммах на квадратный метр для определенного слоя почвы. Проба крупных корней разбиралась по видам. Разделение корневой массы по видовой принадлежности проводилось с помощью предварительно составленного гербария корневых систем растений. Для изучения пространственного и вертикального распределения РВ и были заложены два модельных участка по 1 м<sup>2</sup> экосистемах луговой и настоящей степи. Площадки были разделены: в первом варианте на 16 малых квадратов (25x25 см), во втором варианте – на 25 малых квадратов (20x20 см). Площадки были закартированы, на них определялось истинное проективное покрытие растительности [8]. В дальнейшем, с каждого малого квадрата отбирались G, D, L, почва удалялась послойно: 0-10, 10-20 см и т.д. до глубины 20 или 30 см. Надземная и подземная фитомасса высушивалась 24 ч. при 60°C и взвешивалась.

### ***Результаты исследования***

В изучаемых степных экосистемах, прежде всего изучалось сложение подземного растительного вещества. Верхний горизонт почвы (0-10 см) включает мортмассу, корневища, протягивающиеся на большие расстояния, узлы кущения, погруженные в почву, подземные проростки,двигающиеся к поверхности почвы, и корни, проникающие в каждый комочек почвы.

Наибольшее процентное содержание подземного растительного вещества определено в настоящей степи 6 %. Вклад узлов кущения минимален в луговой степи. Доля корневищ составляет около 5 % и наименьший их вклад отмечен в

настоящей степи (2 %). Живые корни лучше развиваются в верхнем десятисантиметровом слое луговой (42 %) и настоящей степях (35 %). С нарастанием стресс-факторов (аридность, выпас скота) происходит снижение долевого участия мелких живых корней в подземной растительной массе. Долевое участие мертвой фитомассы в разных степях различно. Содержание мортмассы возрастает в настоящей степи по сравнению с луговой.

Таблица 1

Доля различных категорий растительного вещества в подземном ярусе степных экосистем, %

Компоненты	Луговая степь	Настоящая степь
Подземная фитомасса, г/м <sup>2</sup>	610	980
Подземные стебли	3	6
Живые узлы кущения	9	17
Корневища	4	2
Живые крупные корни	33	20
Живые мелкие корни	14	15
Мортмасса – мертвое РВ	37	40

Вклад различных категорий в подземную фитомассу зависит от видового состава сообщества. Доминирование дерновинных злаков ведет к увеличению массы узлов кущения, доминирование полыни (*Artemisia frigida*) – к увеличению доли подземных стеблей, обилие осок – к увеличению доли корневищ.

Наши исследования (табл.2) показывают, что распределение РВ (G, D, L, B, V) в луговостепных фитоценозах изменяется под воздействием стрессирующего фактора – пастьбы скота. Запасы G уменьшаются от луговой степи (117 г/м<sup>2</sup>) к настоящей (62 г/м<sup>2</sup>). Как в луговых так и в настоящих степях запасы РВ падают с нарастанием степени аридности и усиления антропогенной нагрузки. Распределение запасов и изменения структуры РВ в степных экосистемах определяются условиями протекания продукционно-деструкционных процессов. Отношение запасов V/B – менее 1, что свидетельствует о превалировании процесса разложения мортмассы над ее накоплением. В аридных вариантах сухих степей процессы накопления и разложения подземного растительного вещества уравновешены, соотношение запасов V/B приближено к 1 [5, 7].

Статистический анализ показал (Табл. 2), что существует положительная корреляционная связь между распределением запасов G и B: чем больше запас G, тем больше масса в слое почвы. Корреляция между запасами B и V, G и L отсутствовала; хотя B является источником для V, а G – источником для L. Накопление L и V определяется как их поступлением из источников, так и ско-

ростями процессов разложения мортмассы. Последние, вероятно, в большей мере регулируют распределение мортмассы на поверхности почвы и в почве.

По характеру пространственного распределения надземного растительного вещества *G* и подземного растительного вещества *B* виды разделяются на три группы.

1. Виды, у которых распределение *G* и *B* в пространстве различно: на площадке имеется не меньше 10 % квадратов, где отсутствует надземная или подземная фитомасса данного вида.

Таблица 2

Запасы растительного вещества и в изучаемых степных экосистемах  
(усредненные данные, г/м<sup>2</sup>)

	Луговая степь			Настоящая степь		
	n	x	CV	n	x	CV
Gmax	7	116±116.8	37	21	93±7,9	38
D+L	7	206±70,5	84	21	182±14	34
B(0-20см)	7	1134±75,1	15	21	981±65	29
V (0-20см)	7	1354±331,6	55	21	1096±470	43
B+V	7	2581±297,3	28	21	2077±107	28
Gmax+D+L+B+V	7	2503±351,5	30	21	2351±170	32
Sорг (0-20см)	5	4270±30	16	8	2266± 94	12

*N* – число экосистем, *CV* – коэффициент вариации, *x* – среднее значение компонента, *G*max – максимальный запас *G*.

2. Виды, у которых распределение *G* и *B* качественно подобно, но количественно различается при сдвиге от одного квадрата к другому: *G* уменьшается, а *B* увеличивается или наоборот.

3. Виды, у которых распределение *G* и *B* качественно и количественно подобно.

Типичным представителем первой группы является *Carex duriuscula* с длинными корневищами, расползающимися по всей площади. Во вторую группу входит *Koeleria cristata*. Представителями третьей группы являются *Festuca valesiaca* и *Artemisia frigida*. Степень связи в пространственном распределении *B* и *G* индивидуального вида иллюстрируется коэффициентом корреляции между *G* и *B*. Нет существенной корреляции в распределении надземной и подземной фитомассы у осок. Распределение *G* и *B* коррелирует у всех злаков, за исключением *Koeleria cristata*. Коэффициент корреляции максимален для *Artemisia frigida* и *Festuca valesiaca*. Корреляция между общими запасами *G* и *B* в фитоценозе положительна, но имеет меньшую величину, чем коэффициенты корреляции для отдельных видов.

Анализ пространственной корреляции между видами, которая может быть результатом межвидового взаимодействия, а также выражением требований к условиям воздушной и почвенной среды, показал что, большинство видов не проявили скоррелированного поведения в распределении G и B на модельном участке.

В сукцессионных сообществах структура доминирования характеризуется разнородностью. На катене в позиции Эль доминантами выступают пять видов и только три из них – общие для G и B. На Транс-2 два вида из пяти доминируют в обоих ярусах, и на позиции Ак из четырех доминантов общие для G и B – только два.

Следовательно, в сукцессионных сообществах доминанты в надземном и подземном ярусах могут быть разными, а в сложившихся терминальных сообществах доминанты в G и B одинаковы.

### **Выводы**

Установлено, что структура растительного вещества в степных фитоценозах подобна, запасы живых подземных органов превышают зеленую фитомассу в 5-6 раз, B настоящих степях запас фитомассы изменяется от 70 г/м<sup>2</sup> до 160 г/м<sup>2</sup> в луговых. Запас живых и мертвых подземных органов колеблется от 350 до 780 г/м<sup>2</sup>. Распределение живых подземных органов растений по пространству зависит от распределения зеленой фитомассы, что подтверждается их прямой корреляционной связью. Распределение надземной фитомассы более гетерогенно, чем подземной.

Анализ пространственной корреляции между видами показал, что запас растительного вещества в надземной и подземной сферах является результатом межвидового взаимодействия, а также выражением требований к условиям воздушной и почвенной среды, а так же показал что, большинство видов не проявили скоррелированного поведения в распределении G и B на модельном участке.

Структура доминирования динамична, и может изменяться под влиянием стрессирующих факторов, таких как выпас, каменистость почв и аридность. Как указывалось в литературном обзоре, в степях Хакасии без выпаса отмечено три вида, доминирующих в G и B, два из них имеют равное доленое участие в зеленой и подземной фитомассе. В экосистеме с умеренным выпасом доминируют три вида в надземном ярусе и четыре – в подземном. Вклад видов, доминирующих в обоих ярусах, одинаков для G и B. В экосистеме с сильным выпасом два вида доминируют в G и три – в B, все с различным долевым участием в надземном и подземном ярусах/

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Горшкова А. А., Зарубина Г.М. Соотношение фитомассы надземных и подземных частей степных фитоценозов Забайкалья. – В кн.: Биологическая продуктивность и круговорот химических элементов в растительных сообществах. Л., 1971. С. 118 – 121.
2. Миляева .Е. В., Миронычева-Токарева Н.П. Мониторинг биоразнообразия лесостепных экотонов на примере Баганской лесостепи// Матер. XVIII Междунар. науч. конгресса «Ин-

терэкспо Гео-Сибирь 2022» (Новосибирск, 18–20 мая 2022 г.) – Новосибирск: СГУГиТ, 2022. – Т. 4. – С. 291–297.

3. Миронычева-Токарева Н.П., Шибарева С.В. Растительность и растительное вещество лугов лесостепной зоны юга Западной Сибири // VIII Международная научная конференция «Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и на сопредельных территориях» (Белгород, 22–25 октября 2019 г.). – Белгород: Издательский дом «Белгород», 2019. – С. 157-161 (0,4 п.л.).

4. Миронычева-Токарева Н.П. Динамика растительности при зарастании отвалов Н-ск. Наук, РАН, 1998. 171с.

5. Свешникова В.М Доминанты казахстанских экосистем: эколого-физиологическая характеристика. Л. Наука Ленингр. Отд. 1979.-192 с.

6. Титлянова А.А., Косых Н.П. Миронычева-Токарева., Н.П, Романова И.П.. Подземные органы растений в травяных экосистемах. – Новосибирск: Наука, Сибирская издательская фирма РАН, 1996, 125 с.

7. Шатохина Н.Г. Луговые степи и остепненные луга Западной Сибири// Биологическая продуктивность травяных экосистем. –Н-ск, Наука, Сиб.отд. 1988 –С- 32-42-

8. Шенников А.П. Введение в геоботанику. – Л.: изд-во ЛГУ, 1964. – 447 с.

© *Е. В. Миляева, Н. П. Миронычева-Токарева, 2024*

*О. А. Лусакова<sup>1\*</sup>*

## **Функциональное использование городских территорий на примере Ленинского района г. Новосибирска**

<sup>1</sup>Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск,  
Российская Федерация  
\*e-mail: sahnova.o@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрены основные виды территориальных зон. Предложена методика оценки соответствия градостроительным требованиям жилых зон. Выполнены экспериментальные исследования на примере анализа жилой зоны Ленинского района города Новосибирска.

**Ключевые слова:** территориальное планирование, функциональное зонирование, градостроительные требования, городские территории

*О. А. Liskova<sup>1\*</sup>*

## **Functional use of urban areas on the example of the Leninsky district of Novosibirsk**

<sup>1</sup>Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk,  
Russian Federation  
\*e-mail: sahnova.o@mail.ru

**Abstract.** The article considers the main types of territorial zones. A methodology for assessing compliance with urban planning requirements of residential areas is proposed. Experimental studies have been carried out on the example of the analysis of the residential area of the Leninsky district of Novosibirsk

**Keywords:** territorial planning, functional zoning, urban planning requirements, urban areas

### ***Введение***

В настоящий момент во многих странах идет активный экономический рост, развитие которого возможно только при условии эффективного планирования целей, определении главных задач, а также распределении материальных, трудовых и временных ресурсов. В соответствии с Градостроительным кодексом Российской Федерации (ГК РФ) к главным средствам регулирования градостроительной деятельности относятся территориальное планирование и градостроительное зонирование территорий. Под территориальным планированием подразумевается управленческая деятельность, цель которой заключается в оптимальном территориальном размещении и сочетании населения, производства и различных форм природопользования, установки функциональных зон. При данном планировании учитывается специфика используемой территории с учетом соци-

альных, экономических, экологических и других факторов. Оценка реальных существующих факторов, влияющих на функциональные зоны городских территорий, является актуальной для обеспечения устойчивого развития территорий и создания комфортной городской среды для населения [4].

### *Методы и материалы*

С учетом преимущественного функционального использования территория города подразделяется на селитебную, производственную и ландшафтно-рекреационную зону.

Селитебная территория используется в целях размещения жилищного фонда, общественных зданий и сооружений, в том числе научно-исследовательских институтов и их комплексов, а также отдельных коммунальных и промышленных объектов, не требующих устройства санитарно-защитных зон; для устройства путей внутригородского сообщения, улиц, площадей, парков, садов, бульваров и других мест общего пользования.

Производственная территория предназначена для размещения промышленных предприятий и связанных с ними объектов, комплексов научных учреждений с их опытными производствами, коммунально-складских объектов, сооружений внешнего транспорта, путей внегородского и пригородного сообщений.

На ландшафтно-рекреационной территории располагают городские леса, лесопарки, лесозащитные зоны, водоемы, земли сельскохозяйственного использования и другие угодья, которые совместно с парками, садами, скверами и бульварами, размещаемыми на селитебной территории, формируют систему открытых пространств.

Организацию территории сельского поселения необходимо предусматривать в увязке с общей функциональной организацией территории хозяйства, как правило, выделяя селитебную и производственную территории [2].

Главным документом, отражающим градостроительное зонирование, является генеральный план. Им определяется долгосрочная стратегия градостроительного развития города.

Функциональное использование земель заключается в использовании участка земли в соответствии с его назначением или функцией, устанавливаемые правилами землепользования и застройки (ПЗЗ). Они включают в себя карту градостроительного зонирования и градостроительные регламенты. Карта градостроительного зонирования отображает установленные границы территориальных зон, которые отвечают требованиям принадлежности каждого земельного участка только к одной территориальной зоне. Не допускается формирование одно земельного участка из нескольких земельных участков расположенных в разных территориальных зонах. Кроме того, на карте обязательно отображаются границы зон с особыми условиями использования территорий (ЗООИТ) и границы объектов культурного наследия.

Градостроительные регламенты представляют собой устанавливаемые правила землепользования и застройки в пределах границ соответствующих территориальных зон.



На рисунке 1 представлены виды территориальных зон, в соответствии со ст. 35, п. 1 ГК РФ [1].



Рис. 1. Виды территориальных зон

### ***Результаты***

Анализ территориальных зон города Новосибирск показал, что наиболее высокий уровень антропогенной нагрузки приходится на Ленинский район, поэтому для экспериментальных исследований была выбрана его территория.

Для оценки соответствия функциональных зон градостроительным требованиям, а именно СП 42.13330.2016. Свод правил. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений, сформулированы критерии [3]. Для удобства проведения оценки были выделены типовые территориальные зоны (ТТЗ) Ленинского района г. Новосибирска, которые представляют собой типовые территории, сформировавшиеся в городе исходя из преобладающей застройки и экономической привлекательности месторасположения. На рисунке 2 представлены выделенные ТТЗ.

Для оценки соответствия градостроительным требованиям этих зон предложена методика, включающая критерии оценки каждой зоны. В процессе эксперимента на первом этапе анализировались жилые зоны, так как для обеспечения комфортного проживания населения они имеют наиболее важное значение. Жилая зона представляет собой территориальную зону в населенном пункте, предназначенную для застройки жилыми зданиями, а также объектов социального, коммунально-бытового назначения и иные. Жилые зоны необходимо предусмат-

ривать в целях создания для населения удобной, здоровой и безопасной среды обитания. Планировочную структуру жилых зон следует формировать в увязке с зонированием и планировочной структуры населенных пунктов, также с учетом градостроительных и природных особенностей территории. Кроме того, важно учитывать взаимоувязанное расположение жилых, общественных зданий и сооружений, зоны УДС, озелененных территорий и других объектов, размещение которых допускается на территории жилых зон.



Рис.2. Выделенные ТТЗ

Оценка жилых зон проводилась по трем выделенным критериям:

- критерий Ж1 – соответствие общих размеров территорий жилых зон;
- критерий Ж2 – отсутствие на территории объектов негативного воздействия;
- критерий Ж3 – территория жилой застройки не входит СЗЗ или ЗОУИТ.

Каждому критерию был присвоен балльный коэффициент (табл.1).

Таблица 1

Механизм присвоения балльных коэффициентов

Результат	Полное соответствие критерию	Частичное соответствие критерию	Несоответствие критерию
Балл	1	0,5	0

В качестве объектов оценки рассматривались планировочные элементы (жилмассивы, микрорайоны, кварталы и др.) Далее вычислялись средневзвешенные значения для каждого исследуемого объекта, и выполнялась их визуализация.

Для проведения оценки в соответствии с критериями на территории Ленинского района были выделены 27 объектов, каждый оценивался по вышеуказанным балльным коэффициентам. С помощью средств ГИС Аксиома была построена карта, на которой отражены результаты оценки соответствия градостроительных требований к жилым зонам (рис.3).

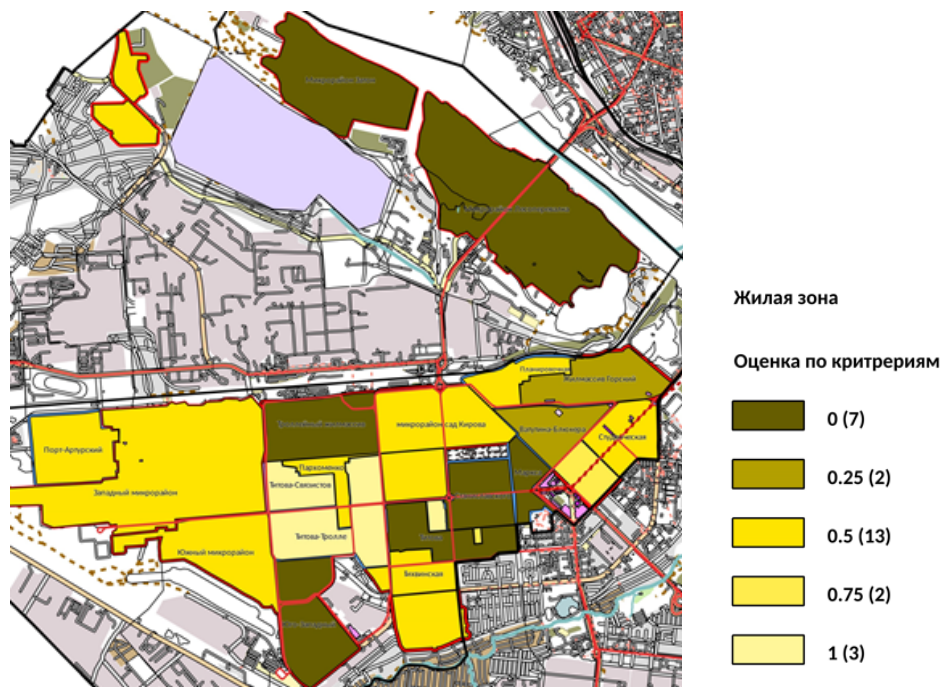


Рис. 3. Оценка жилой зоны Ленинского района

Из рисунка видно, что значительная часть исследуемых объектов Ленинского района не соответствует градостроительным требованиям (оценка 0 баллов), всего лишь четыре жилые зоны полностью соответствуют выделенным критериям.

### *Заключение*

Функциональное зонирование городских территорий, выделение территориальных зон в одной системе зонирования играет важную роль при регулировании градостроительной деятельности.

При планировании застройки или реорганизации общественного пространства необходимо учитывать существующие экологические условия, демографические характеристики населения, близость промышленных территорий и др.

Постоянное развитие городских территорий может приводить к изменению различных факторов, поэтому предлагается выполнять оценку соответствия градостроительным требованиям. Это позволит обеспечивать не только правовую реализацию решений в этой области, но и интересы граждан, в части обеспечения комфортных условий проживания. Проведение таких исследований, в комплексе с учетом других факторов, в частности, экологических, позволит полу-

чить объективную оценку территории города и принимать необходимые меры для устранения несоответствий.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации : Федеральный закон от 29.12.2004 № 190-ФЗ [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

2. Новиков А. А., Носова О. И. Аспекты правового регулирования зонирования территорий городских и сельских поселений [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/aspekty-pravovogo-regulirovaniya-zonirovaniya-territoriy-gorodskih-i-selskih-poseleniy>.

3. СП 42.13330.2016. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений: свод правил : издание официальное [Электронный ресурс] : Утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 30 декабря 2016 г. № 1034/пр и введен в действие с 1 июля 2017 г. – Москва : Стандартинформ, 2017. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/456054209> (дата обращения: 08.05.2024).

4. 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.

© О. А. Лисакова, 2024

*A. S. Ogudov<sup>1\*</sup>, O. A. Savchenko<sup>1\*</sup>, E. A. Maymanova<sup>2</sup>*

## **Заболеваемость детского населения как показатель качества окружающей среды горно-промышленных регионов**

<sup>1</sup> ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора, г. Новосибирск,  
Российская Федерация

<sup>2</sup>Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск,  
Российская Федерация

\* e-mail: ogudov.tox@yandex.ru

**Аннотация.** Оценена специфика общей заболеваемости детей и подростков от 0 до 14 лет в связи с загрязнением окружающей среды в горно-промышленном регионе Западной Сибири. Характер и степень загрязнения объектов окружающей среды оценивали по результатам исследования содержания токсичных элементов в воде поверхностных водоемов культурно-бытового водопользования, источников питьевого водоснабжения, объектов инфраструктуры, атмосферном воздухе и почвах. Определен перечень приоритетных токсикантов (соединения сурьмы, мышьяка, марганца, цинка и меди), создающих опасность для здоровья детского населения, с момента рождения проживающего в ореоле загрязнения. Диагностирован повышенный риск обращаемости за медицинской помощью в период раннего детства, установлены болезни риска и диапазоны величин риска для актуальных нозологических форм и классов заболеваний. Полученная по результатам исследования информация позволяет дополнить существующие методические подходы к эколого-гигиенической диагностике химического фактора в горно-промышленных регионах.

**Ключевые слова:** горно-промышленный регион, техногенная биогеохимическая провинция, экологически зависимая патология детского возраста, оценка риска

*A. S. Ogudov<sup>1\*</sup>, O. A. Savchenko<sup>1\*</sup>, E. A. Maymanova<sup>2</sup>*

## **Morbidity among children as an indicator of environmental quality in mining regions**

<sup>1</sup>Federal Budgetary Institution “Novosibirsk Research Institute of Hygiene” of Rospotrebnadzor,  
Novosibirsk, Russian Federation

<sup>2</sup>Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation  
\* e-mail: ogudov.tox@yandex.ru

**Abstract.** The general morbidity of children from 1 to 14 years of age due to environmental pollution in the mining and industrial region of Western Siberia was assessed. The nature and degree of pollution of environmental objects was assessed based on the results of a study of the content of toxic elements in the water of surface reservoirs of cultural and domestic water use, sources of drinking water supply, tailings, atmospheric air and soils. A list of priority toxicants (compounds of antimony, arsenic, manganese, zinc and copper) that pose a health hazard to the child population living in the territory of a man-made biogeochemical anomaly has been determined. An increased risk of children seeking medical help during early childhood was diagnosed, risk diseases and ranges of risk values for current nosological forms and classes of diseases were established. The information obtained from the results of the study allows us to supplement existing methodological approaches to environmental and hygienic diagnostics of the chemical factor in mining regions.

**Keywords:** mining and industrial region, technogenic biogeochemical province, environmentally dependent pathology of childhood, risk assessment

### ***Введение***

В структуру территориально-производственных комплексов (ТПК), складывающихся в период индустриализации Сибирского региона, входили инфраструктурные объекты и населенные пункты, селитебные зоны которых в определенных случаях становились составной частью ореолов загрязнения [1]. В современной постиндустриальной фазе развития горно-промышленных регионов, специфика загрязнения объектов окружающей среды заключается в значительных площадях техногенно-нарушенных территорий и объемах горных отходов, превышающих 100 млрд. тонн [2, 3]. К группе наиболее опасных относятся отходы добычи и обогащения сульфидных руд цветных и благородных металлов, которые, в случае отсутствия эффективных технологий переработки размещающиеся на хвостохранилищах, представляющих собой комплекс гидротехнических сооружений [4]. Даже выведенные из эксплуатации после завершения разработки месторождений, сульфидсодержащие хвостохранилища остаются источниками загрязнения атмосферы и почвенных вод специфичными комплексами токсичных элементов [5, 6, 7]. Теоретический анализ литературных источников подтверждает, что многие объекты инфраструктуры прекративших хозяйственную деятельность горно-промышленных предприятий являются активными источниками миграции с воздушными и водными потоками тяжелых металлов (Pb, Zn, Cu, Cd, Ni, Cr, Co, Be, V) и металлоидов (As, Sb, Se, B, Te), представляющих опасность для среды обитания и здоровья населения [8, 9]. Однако в доступной литературе сведения, касающиеся рисков многосредового воздействия на население комплекса токсичных элементов, выделяющихся в постэксплуатационной стадии горнорудного техногенеза в окружающую среду из объектов размещения отходов переработки сульфидных руд, отсутствуют. Это определяет актуальность комплексной оценки техно-биогеохимических провинций и заболеваемости детского населения, проживающего в ореолах вредного воздействия, с выделением групп риска, индикаторных нозологических форм и классов болезней.

Целью исследований являлось получение научно обоснованных представлений об опасности для здоровья населения токсичных элементов, выделяющихся на постэксплуатационной стадии горнорудного техногенеза в окружающую среду из объектов размещения отходов переработки сульфидных руд для формирования информационной основы средозащитных мероприятий и оценки риска здоровью населения.

### ***Методы и материалы***

Эколого-гигиеническую оценку загрязнения объектов окружающей среды (атмосферный воздух, водоемы культурно-бытового водопользования, источники питьевого водоснабжения, техногенные объекты, почвы) в п.г.т. Комсомольск проводили по данным мониторинга Центра гигиены и эпидемиологии в

Кемеровской области за три года. Анализу подвергнуто содержание токсичных элементов (As, Mn, Hg, Cr, Pb, Zn, Cu, Cd, Ni) в пробах атмосферного воздуха, воды и почвы, полученных с помощью общепринятых и унифицированных методов. Изучение заболеваемости детского населения от 0 до 14 лет, с момента рождения проживающего в ореоле загрязнения, проводили по данным обращаемости за медицинской помощью за 5 лет. Осуществлена выкопировка сведений из 150 медицинских карт детей и подростков (форма № 025/у), проживающих на различных расстояниях от объектов производственной инфраструктуры бывшего Комсомольского золотоизвлекательного завода.

### ***Результаты***

Анализ результатов исследований загрязнения атмосферного воздуха на различных территориях п.г.т. Комсомольск повышенных уровней содержания токсичных элементов не зафиксировал. Концентрации свинца, кадмия и ртути в атмосферном воздухе регистрировались существенно ниже величин их ПДК на уровнях 0,00002, 0,000002 и 0,0001 мг/м<sup>3</sup>. Анализ результатов исследований водотоков в местах размещения выведенных из эксплуатации объектов производственной инфраструктуры показал, что загрязнение воды близлежащей реки мышьяком, марганцем и ртутью существенно нарастает по её течению. В частности, выше промплощадки бывшего золотоизвлекательного завода в воде р. Воскресенка концентрации мышьяка, марганца и ртути достигали 0,010, 0,097 и 0,00008 мг/дм<sup>3</sup>, ниже промплощадки составляли соответственно 0,014, 0,250 и 0,0003 мг/дм<sup>3</sup>. К источникам загрязнения реки мышьяком и кадмием относится дренажный ручей очистного пруда, ниже впадения, которого максимальная концентрация мышьяка в воде возрастала на порядок, кадмия – превышала величину ПДК в 1,4 раза. Существенный вклад в загрязнение р. Воскресенка вносили второй пруд, имеющий гидравлическую связь с рекой и гидроотвал. Исследования проб воды из пруда выявили повышенное содержание мышьяка и марганца, уровни которых превышали величины ПДК соответственно в 2,3 и 9 раз [10]. В пробах воды из техногенного озера обнаружено повышенное содержание мышьяка и сурьмы (соответственно в 6 и 96 раз выше ПДК). Повышение содержания мышьяка и марганца в пробах воды, отобранных из ряда трубчатых колодцев п.г.т. Комсомольск, которые используются населением (соответственно в 1,3–1,9 и 1,5 раза выше ПДК), подтверждает вероятность их переноса инфильтрационными водами, дренирующими поверхностные водные объекты. По результатам анализа химического состава воды из шести скважин п.г.т. Комсомольск, максимальные концентрации мышьяка, железа, бериллия и ртути в ряде проб приближались к ПДК, концентрации других исследуемых элементов регистрировались существенно ниже ПДК. Дополнительно к этому, на загрязнённых территориях химические элементы способны к накоплению в поверхностных слоях почвы, что приводит к изменению химических и физико-химических свойств субстрата [11]. По результатам исследований, содержание химических элементов в почве на различных расстояниях от хвостохранилища бывшего золотоизвлекательного завода характеризует зональность загрязнения. Повышенное содержание меди и

цинка, превышавшее ОДК на расстоянии от источника 250 м соответственно в 1,3 и 1,4 раза, отражает ветровой перенос вещества. При этом максимальные концентрации свинца, кадмия, никеля и марганца по отношению к нормативным величинам составляли соответственно 30,9, 27,5, 71,5 и 64,6 % [10]. В соответствии с «Санитарно-эпидемиологическими требованиями к качеству почвы и грунтов», категория загрязнения почв в радиусе 250 м от хвостохранилища оценивается как умеренно опасная (по содержанию меди и цинка), на других расстояниях как допустимая. Изучение содержания токсикантов в почве вблизи водных объектов хозяйственно-питьевого водопользования обнаружило, что в ряде проб почвы максимальные концентрации цинка и никеля приближались к величинам гигиенических нормативов. Обобщение результатов исследований объектов окружающей среды в исследуемом районе позволяет констатировать риск многосредового воздействия токсичных элементов на население. Многокомпонентный характер загрязнения объектов окружающей среды вызывает необходимость изучения состояния здоровья населения для обоснования приоритетных гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий.

К одному из наиболее восприимчивых показателей, отражающих изменение качества окружающей среды, относится состояние здоровья детей и подростков [12, 13]. Риск негативного влияния на организм ребенка в условиях длительного воздействия вредных веществ создаётся уже в подпороговых концентрациях и проявляется увеличением распространенности хронических болезней органов дыхания и пищеварения, аллергических заболеваний, болезней крови и вторичных иммунодефицитов [14, 15].

Анализ общей заболеваемости детей и подростков, проживающих в п.г.т. Комсомольск с момента рождения, показал, что уровень среднегодовой обращаемости за 5 лет (2633 на 1000 детей) примерно на 30 % превышает региональный показатель (табл.). С учетом возрастных групп и классов болезней по МКБ 10 риск оценивался в значениях от 0 (12 случаев) до более 2000 в расчёте на 1000 (менее 3 случаев).

*Таблица 1*

Показатели заболеваемости детей и подростков различных возрастных групп, проживающих в п. Комсомольск (на 1000 детей)

Классы болезней	Возрастные периоды					
	Грудной возраст	Раннее детство	Первое детство	Второе детство	Подростковый возраст	Всего
Болезни органов дыхания	1742	3058	2426	1789	750	2079
Заболевания кожи и п/к клетчатки	193	211	129	140	0	142
Инфекционные болезни	129	154	93	157	94	128



Классы болезней	Возрастные периоды					
	Грудной возраст	Раннее детство	Первое детство	Второе детство	Подростковый возраст	Всего
Болезни системы пищеварения	64	19	37	53	94	49
Болезни уха	0	115	37	17	0	39
Болезни крови	97	77	0	0	0	31
Болезни системы кровообращения	32	0	0	35	125	31
Психические расстройства	0	19	37	53	94	39
Болезни нервной системы	32	0	37	17	156	39
Прочие болезни	129	0	370	0	187	53
Общая заболеваемость	2419	3654	2833	2263	1500	2633

При оценке влияния загрязнения окружающей среды, для выявления групп риска используется биологическая возрастная периодизация, включающая периоды грудного возраста (10 дней - 1 год), раннего детства (1-3 года), первого детства (4 года - 7 лет), второго детства (мальчики 8-12 лет, девочки 8-11 лет) и подросткового возраста (мальчики 13-16 лет, девочки 12-15 лет). Из таблицы видно, что в периоде раннего детства уровень общей заболеваемости по отношению к показателю подросткового возраста выше в 2,4, второго детства - в 1,6, грудного возраста – в 1,5, в первого детства – в 1,3 раза. Расчеты показали, что наиболее высокий риск возникновения болезней кожи и подкожной клетчатки, уха и сосцевидного отростка приходился на период раннего детства, инфекционных и паразитарных болезней – на период второго детства. В периоде раннего детства риск возникновения болезней кожи и подкожной клетчатки по отношению к периоду грудного возраста выше в 1,1 раза, к периоду первого детства – в 1,6, к периоду второго детства – 1,5. В периоде второго детства риск возникновения инфекционных и паразитарных болезней выше, чем в грудном возрасте в 1,2, первого детства и подросткового возраста - в 1,7 раза. Наиболее высокий риск возникновения болезней крови (за счет анемий) создается в периоде грудного возраста и раннего детства, что согласуется с данными научной литературы [16]. Риск возникновения болезней нервной системы, системы кровообращения и пищеварения, психических расстройств и прочих болезней выше в подростковом возрасте. Это объясняется тем, что в зонах влияния химического фактора с возрастом хроническая патология превалирует над функциональными нарушениями [17]. Одной из причин её хронизации является недостаточная адаптация организма ребенка к длительному воздействию химического фактора [18]. Активация патологических процессов в сочетании с недостаточностью саногенетических процессов в периоды интенсивного роста и развития детей определяла

асимметричный характер распределения частот ряда заболеваний. В частности, распределения частот общей заболеваемости, ОРВИ, бронхита, ринита, анемии, стрептодермии в разных возрастах среди детей и подростков при графическом отображении соответствовали положительной правосторонней асимметрии, имеющей отчетливую «вытянутость» вправо. На популяционном уровне, выявленная закономерность подтверждает превалирование патологических процессов над саногенетическими, на индивидуальном уровне – высокий риск развития ряда заболеваний. Распределение частот заболеваемости ангинами в зависимости от возраста детей и подростков соответствовало отрицательной левосторонней асимметрии, что графически отображается наличием «вытянутости» влево. Применительно к популяционному уровню, это указывает на преобладание саногенетических процессов над патологическими, к индивидуальному уровню – на повышение устойчивости организма к негативным воздействиям. По мере увеличения возраста детей (сроков воздействия) диагностировано повышение риска распространенности ангин. Распределение частот общей заболеваемости аллергическим дерматитом, обструктивным бронхитом, гастритом, тонзиллитом и острыми кишечными инфекциями являлось мультимодальным. Это согласуется с данными литературы, свидетельствующими о том, что увеличение частот встречаемости в структуре общей заболеваемости детей хронического тонзиллита, аллергических и инфекционных заболеваний является вероятным проявлением экологически зависимой патологии [19, 20]. Общая закономерность изменения распределения частот данной патологии с возрастом графически выражается в колебательной кривой, что на популяционном уровне отражает формирование механизмов компенсации. Основную долю в структуре заболеваемости (по обращаемости) занимали болезни органов дыхания (50,0-85,62%), главным образом за счет высокой частоты распространения ОРВИ. С возрастом выявлена тенденция к увеличению доли болезней нервной системы, системы кровообращения, психических расстройств и тенденция к снижению доли болезней органов дыхания, болезней уха и сосцевидного отростка, болезней крови.

### *Заключение*

Таким образом, актуальной эколого-гигиенической проблемой для горно-промышленных регионов Сибири на современной постэксплуатационной стадии горнорудного техногенеза являются специфические техно-биогеохимические провинции. В сложившихся условиях перенос токсичных элементов происходит под воздействием ветровой эрозии, поверхностными водными потоками и инфильтрационными водами, дренирующими водные объекты искусственного происхождения. Геохимические поля концентрирования элементов возникают в поверхностных водных объектах, колодцах и почве в местах размещения выведенных из эксплуатации объектов производственной инфраструктуры. Наибольшую опасность для здоровья детского населения из всех анализируемых элементов представляют мышьяк, сурьма, марганец, медь и цинк, концентрации которых в пробах воды и почвы превышали нормативные. В результате изучения обращаемости за медицинской помощью получены данные об уровне, характере и

структуре заболеваемости детей и подростков различных возрастных групп, проживающих в ореоле воздействия. Выявлен повышенный риск обращаемости за медицинской помощью, определены болезни риска и группы риска. Показано, что удельный вес в структуре общей заболеваемости ОРВИ, бронхита, ринита, анемии, стрептодермии и ангина может служить проявлением экологически зависимой патологии. Результаты проведенных исследований и комплексные оценки загрязнённых территорий предполагается использовать при проведении медицинских осмотров и разработке мер вторичной и третичной профилактики. Ожидаемая эффективность данных мероприятий предусматривает снижение общей заболеваемости детей, проживающих в п. Комсомольск, до 30 %.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Добринский А.А., Косибород Н.Р., Пивкин В.М., Трофимович Е.М. Гигиенические основы решения территориальных проблем (на примере КАТЭКа). – Новосибирск: Наука, 1987. - 256 с.
2. Тагаева Т.О., Гильмундинов В.М., Казанцева Л.К. Проблема накопления отходов в отраслях добывающей промышленности РФ // ЭКО. -2019. - № 9. - С. 117-131.
3. Колесник Г.В., Меркулина И.А. Концепция обращения с отходами производства и потребления на основе экономики замкнутого цикла // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. - 2019. - Т. 15. - Вып. 11. - С. 1984–2000.
4. Бортникова С.Б., Гаськова О.Л., Бессонова Е.П. Геохимия техногенных систем. - Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2006. - 169 с.
5. Амосов П.В., Бакланов А.А., Маслобоев В.А. Результаты оценки загрязнения атмосферы при пылении хвостохранилища (на базе трехмерного моделирования) // Известия вузов. Горный журнал. – 2017. - № 6. – С. 87.
6. Бортникова С.Б., Девятова А.Ю., Шевко Е.П., Гаськова О.Л., Еделев А.В., Огудов А.С. Перенос элементов в газоаэрозольной фазе из отвалов Комсомольского золотоизвлекательного завода (Кемеровская обл.) // Химия в интересах устойчивого развития. – 2016. – Т. 24. – № 1. – С. 11-22.
7. Бортникова С.Б., Девятова А.Ю., Юркевич Н.В., Еделев А.В. Атмосферная эмиссия ртути с поверхности Урского отвала (Кемеровская область) // Химия в интересах устойчивого развития. - 2023. - Т.31. - № 1. - С. 13-19.
8. Рафиков С.Ш., Сулейманов Р.А., Валеев Т.К., Рахматуллин Н.Р., Бактыбаева З.Б., Рахматуллина Л.Р. Влияние предприятий горнорудной промышленности на состояние окружающей среды и здоровье населения (обзор литературы). Медицина труда и экология человека. 2021; 3:62-75.
9. 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.
10. СанПиН 2.1.3684-21. Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 N 3.
11. Зайцева Н. В., Уланова Т. С., Плахова Л. В., Суетина Г. Н. Влияние полиметаллических загрязнений объектов окружающей среды на изменение микроэлементного состава биосред у детей // Гигиена и санитария. – 2004. – № 4. – С. 11–15.

12. 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.
13. Онищенко Г.Г., Зайцева Н.В., Землянова М.А. Гигиеническая индикация последствий для здоровья при внешнесредовой экспозиции химических факторов. - Пермь: Книжный формат, 2011. – 532 с.
14. Лужецкий К. П. Методические подходы к управлению риском развития у детей эндокринных заболеваний, ассоциированных с воздействием внешнесредовых факторов селитебных территорий // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 2. – С. 47–56.
15. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду: Р 2.1.10.1920-04.
16. Кузьмина Л.А. Гематология детского возраста: Учебное пособие / Л.А. Кузьмина. – Иркутск, 1998. – Ч. 1. – 220 с.
17. Антонова О.А. Возрастная анатомия и физиология / О.А. Антонова. – М.: Высшее образование, 2006. – 192 с.
18. Челноков М.М., Колоколов А.Р., Сопрун О.И. Структура гастроэнтерологической заболеваемости среди детей, проживающих в районах экологического неблагополучия Астраханской области // Педиатрия. – 1998. – №1. – С. 41–42.
19. Гичев Ю. П. Экологическая обусловленность основных заболеваний и сокращения продолжительности жизни. – Новосибирск, 2000. – 90 с.
20. Григорьев П.А., Яковенко Э.П. Диагностика и лечение болезней органов пищеварения: Руководство / П.А. Григорьев, Э.П. Яковенко. – СПб, 1997. – 515 с.

© А. С. Огудов, О. А. Савченко, Е. А. Майманова, 2024

*Ю. В. Бойко<sup>1\*</sup>, Л. Ю. Анопченко<sup>2</sup>*

## **Охрана окружающей среды на промышленном предприятии первой категории**

<sup>1</sup>ФГБУ «Центр лабораторного анализа и технических измерений по Сибирскому федеральному округу» (ФГБУ «ЦЛАТИ по СФО»), г. Новосибирск, Российская Федерация

<sup>2</sup>Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Российская Федерация

\*e-mail: julliya.boyko@gmail.com

**Аннотация.** Рассмотрены критерии категоризации объектов негативного воздействия. Изучена нормативная документация, регламентирующая перечень необходимой экологической документации для промышленного предприятия I категории. Изучены способы мониторинга воздействия объекта негативного воздействия на окружающую среду. Проанализированы данные протоколов отбора проб на границе санитарно-защитной зоны предприятия, а также актов отбора проб в воде водного объекта, куда осуществляется сброс сточных вод рассматриваемого промышленного объекта. Сделаны выводы о воздействии объекта НВОС на окружающую среду, а также о качестве охраны окружающей среды на данном предприятии.

**Ключевые слова:** объект негативного воздействия I категории, охрана окружающей среды, мониторинг

*Y. V. Boyko<sup>1\*</sup>, L. Yu. Anopchenko<sup>2</sup>*

## **Environmental protection at an industrial enterprise first category**

<sup>1</sup>FSBI «Center for Laboratory Analysis and Technical Measurements in the Siberian Federal District» (FSBI «TsLATI in the Siberian Federal District»), Novosibirsk, Russian Federation

<sup>2</sup>Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

\*e-mail: julliya.boyko@gmail.com

**Annotation.** The criteria for categorizing objects of negative impact are considered. The regulatory documentation regulating the list of necessary environmental documentation for an industrial enterprise of category I has been studied. Methods for monitoring the impact of an object of negative impact on the environment have been studied. Data from sampling protocols at the border of the sanitary protection zone of the enterprise, as well as acts of sampling in the water of a water body where wastewater from the industrial facility in question is discharged, were analyzed. Conclusions have been drawn about the impact of the environmental pollution control facility on the environment, as well as about the quality of environmental protection at this enterprise.

**Keywords:** object of negative impact of category I, environmental protection, monitoring

В настоящее время согласно Федеральному закону № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» все объекты промышленности подразделяются на 4 категории. Объекты негативного воздействия I категории оказывают самое значительное негативное влияние на окружающую среду [1].

Проблема охраны окружающей среды на промышленных предприятиях I категории на сегодняшний день является актуальной, так как сильное негативное воздействие часто затрагивает все компоненты окружающей среды, что непосредственно влияет также на жизнедеятельность и здоровье человека.

Цель данного исследования заключается в анализе необходимой экологической документации для предприятия I категории, а также в изучении качества охраны окружающей среды на примере угледобывающего промышленного предприятия I категории.

При проведении категоризации объектов негативного воздействия учитываются следующие факторы:

- уровни воздействия на окружающую среду видов хозяйственной и (или) иной деятельности (отрасль, часть отрасли, производство);
- уровень токсичности, канцерогенные и мутагенные свойства загрязняющих веществ, содержащихся в выбросах, сбросах загрязняющих веществ, а также классы опасности отходов производства и потребления;
- классификация промышленных объектов и производств;
- особенности осуществления деятельности в области использования атомной энергии [2].

К разным категориям относятся объекты определенных отраслей производства, при этом будет учитываться также, относится ли данная отрасль к области применения наилучших доступных технологий.

Первая категория – это предприятия с самым высоким уровнем вредного воздействия на окружающую среду, к ним относятся объекты наиболее опасных видов хозяйственной деятельности, такие как: объекты по добыче и переработке полезных ископаемых, предприятия текстильной, кожевенной, бумажно-целлюлозной, пищевой, животноводческой отраслей, объекты энергетики, металлургии, предприятия химического синтеза, объекты обезвреживания и захоронения отходов, очистки сточных вод, мясокомбинаты, предприятия с электролитическим и химическим типом обработки сырья, производство оксида магния, работы с использованием органических растворителей. К объектам I категории относятся все вышеперечисленные, если в их выбросах или сбросах присутствуют вещества 1 и (или) 2 класса опасности [3].

Так же данная категория присваивается объектам негативного воздействия в зависимости от объемов производимой ими продукции или проектной мощности.

Данные объекты находятся под строгим надзором. Для объектов негативного воздействия на окружающую среду (НВОС) I категории необходима разработка комплексного экологического разрешения (КЭР), которое является обязательным документом в особенности при расчете платы за негативное воздействие на окружающую среду.

В результате хозяйственной деятельности данных предприятий, окружающей среде может быть нанесен непоправимый ущерб. Поэтому для таких объектов НВОС необходимо внедрение наилучших доступных технологий (НДТ) с це-

лью снижения негативного воздействия на окружающую среду и эффективного использования ресурсов предприятия.

Комплексное экологическое разрешение — это единый документ, который объединяет в себе проект нормативов образования отходов и лимитов на их размещение (ПНООЛР), проект нормативов предельно допустимых выбросов в атмосферу (НДВ), проект нормативов предельно допустимых сбросов в водный объект (НДС). При получении комплексного экологического разрешения обязательным условием является соответствие производства принципам наилучших доступных технологий (НДТ). В случае если производство им не соответствует, требуется подготовить и утвердить программу повышения экологической эффективности (ППЭЭ) [1].

Природоохранную документацию на предприятии можно условно разделить на документацию по первичному учету воздействий на окружающую среду и на отчетную документацию, которая представляется в определенные сроки в государственные контролирующие органы.

Документация по первичному учету воздействий на окружающую среду:

- первичный учет отходов (данные учета по приказу № 1028);
- первичный учет выбросов (результаты контроля выбросов и мониторинга);
- первичный учет сбросов (журнал учета по приказу № 903).

Формы отчетов перед природоохранными органами:

- 2-ТП (отходы);
- 2-ТП (воздух);
- 2-ТП (водхоз);
- декларация о плате за НВОС;
- отчет о выполнении производственного экологического контроля (ПЭК) [1].

Анализ качества охраны окружающей среды проводится на примере угледобывающего промышленного предприятия I категории.

На территории объекта ведется добыча угля открытым способом, который включает в себя:

- вскрышные работы - работы по отделению, удалению покрывающих уголь пустых пород;
- добычные работы - работы по извлечению, выемке (добыче) угля.

Вскрышные и добычные работы предполагают следующие технологические процессы:

- подготовка пород к выемке - бурение, зарядание, взрывание;
- выемочно-погрузочные работы - экскавация, погрузка угля и пустых вскрышных пород в самосвалы;
- перемещение - транспортирование самосвалами угля и пустых вскрышных пород;
- отвалообразование - размещение пустых вскрышных пород на внешних отвалах.

Установки очистки газа на объекте ОНВ отсутствуют. Режим работы объекта ОНВ круглогодичный: 365 дней в году, 2 смены по 12 часов. Проектная мощность объекта ОНВ по добыче рядового угля составляет 500 тыс.т/год.

Показатель суммарной массы выбросов загрязняющих веществ по объекту в целом представлен в таблице 1.

Таблица 1

Показатель суммарной массы выбросов загрязняющих веществ по объекту в целом

Код вещества	Наименование вещества	Класс опасности	Выброс т/год
0301	Азота диоксид (двуокись азота; пероксид азота)	3	10,6206097
0304	Азота оксид (азот (II) оксид; азот монооксид)	3	1,72585408
0328	Углерод (пигмент черный или углеродсодержащий аэрозоль (сажа))	3	1,24458558
0330	Серы диоксид	3	2,96073567
0337	Углерода оксид (углерод окись; углерод моноокись; угарный газ)	4	27,8109523
2732	Керосин (керосин прямой перегонки; керосин дезодорированный)	–	4,28898281
2908	Пыль неорганическая с содержанием кремния 20-70 процентов	3	72,80278747
2909	Пыль неорганическая с содержанием кремния менее 20 процентов	3	62,03305567
Всего веществ:			183,48756328
в том числе твердых:			136,08042872
жидких/газообразных:			47,40713456

Территориальные органы федерального органа исполнительной власти в области охраны окружающей среды совместно с территориальными органами федерального органа исполнительной власти в области гидрометеорологии и смежных с ней областях устанавливают и пересматривают перечень объектов, владельцы которых должны осуществлять мониторинг атмосферного воздуха. Данный объект входит в перечень объектов, владельцы которых должны осуществлять мониторинг атмосферного воздуха [4].

План-график проведения наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха представлен на рисунке 1.

Так как на объекте НВОС осуществляется сброс сточных вод в водный объект, объектом НВОС получено решение на предоставление водного объекта в пользование, на основании которого утверждена программа ведения регулярных наблюдений за водным объектом (р. Выдриха) и его водоохранной зоной на период действия данного решения. Программа представлена в таблице 2.



Номер пункта наблюдения	Адрес (географические координаты) пункта наблюдения	Загрязняющее вещество	Периодичность отбора проб	Место отбора проб	Метод отбора проб	Метод измерения ЗВ	Методика измерения ЗВ
1	-	Азота диоксид	1 раз в квартал	-	аспирационный	фотометрический	КПТУ 413322.002 РЭ Руководство по эксплуатации газоанализатора ГАНК-4
		Серы диоксид			аспирационный	фотометрический	
		Азота оксид			аспирационный	фотометрический	
		Углерода оксид			аспирационный	фотометрический	
		Взвешенные вещества			аспирационный	гравиметрический	
2	-	Азота диоксид	1 раз в квартал	-	аспирационный	фотометрический	ГОСТ 17.2.4.05-83 КПТУ 413322.002 РЭ Руководство по эксплуатации газоанализатора ГАНК-4
		Серы диоксид			аспирационный	фотометрический	
		Азота оксид			аспирационный	фотометрический	
		Углерода оксид			аспирационный	фотометрический	
		Взвешенные вещества			аспирационный	гравиметрический	
3	-	Азота диоксид	1 раз в квартал	-	аспирационный	фотометрический	КПТУ 413322.002 РЭ Руководство по эксплуатации газоанализатора ГАНК-4
		Серы диоксид			аспирационный	фотометрический	
		Азота оксид			аспирационный	фотометрический	
		Углерода оксид			аспирационный	фотометрический	
		Взвешенные вещества			аспирационный	гравиметрический	
4	-	Азота диоксид	1 раз в квартал	-	аспирационный	фотометрический	КПТУ 413322.002 РЭ Руководство по эксплуатации газоанализатора ГАНК-4
		Серы диоксид			аспирационный	фотометрический	
		Азота оксид			аспирационный	фотометрический	
		Углерода оксид			аспирационный	фотометрический	
		Взвешенные вещества			аспирационный	гравиметрический	

Рис. 1. План-график проведения наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха

Таблица 2

Программа ведения регулярных наблюдений за водным объектом (р. Выдриха) и его водоохранной зоной

№ п/п	Участок наблюдения, место расположения участка наблюдения	Наблюдаемые показатели	Перечень определяемых загрязняющих веществ и показателей	Периодичность отбора и анализа проб поверхностных вод	Метод выполнения измерений	Периодичность предоставления отчетности
1	2	3	4	5	6	7
1	р. Выдриха в месте выпуска сточных вод	Качественные показатели сточных вод	1 – Взвешенные вещества 2 – Железо 3 – Нефтепродукты (нефть)	1 раз/месяц	1 - ПНД Ф 14.1:2:4.254-2009 (ФР.1.31.2013.13901) гравиметрический 2 - ПНД Ф 14.1:2:4.50-96 фотометрический 3 - ПНД Ф 14.1:272-2012 метод ИК-спектрофотометрии	Ежеквартально
	р. Выдриха 200 м выше и 200 м ниже места водопользования	Качественные показатели водного объекта	1 – Взвешенные вещества 2 – Железо	1 раз/месяц	1 - ПНД Ф 14.1:2:4.254-2009 (ФР.1.31.2013.13901) гравиметрический 2 - ПНД Ф 14.1:2:4.50-96	Ежеквартально

№ п/п	Участок наблюдения, место расположения участка наблюдения	Наблюдаемые показатели	Перечень определяемых загрязняющих веществ и показателей	Периодичность отбора и анализа проб поверхностных вод	Метод выполнения измерений	Периодичность предоставления отчетности
1	2	3	4	5	6	7
			3 – Нефтепродукты (нефть)		фотометрический 3 - ПНД Ф 14.1:272-2012 метод ИК-спектрофотометрии	
	р. Выдриха в месте водопользования	Морфометрические особенности	Глубины – h1, h2, h3 Уровень воды над «0» графика – h0 Скорость течения Расход воды в установленных контрольных точках и контрольном створе	2 раза в год, в том числе в основные фазы водного режима: - весеннее половодье, - летне-осенняя межень	Гидрометрические методы, МИ 1759-87	Ежегодно, до 15 марта года, следующего за отчетным по формам, утвержденным приказом МПР РФ от 06.02.2008 г. № 30, в электронном виде
2	Водоохранная зона и прибрежная защитная полоса в границах, прилегающих к месту водопользования	Эрозионные процессы  Экосистемы водозащитной зоны	Густота эрозионной сети Площадь залуженных участков Площадь под кустарниковой растительностью Площадь под древесной растительностью	Один раз в год	Визуально	

В целях выявления превышения загрязнения атмосферного воздуха окружающей среды на границе санитарно-защитной зоны объекта в соответствии с план-графиком проведения наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха были проанализированы акты отбора проб за 2023 год.

Результаты анализа по каждому веществу представлены на рисунках 2-6.



Рис. 2. Результаты анализа актов отбора проб за 2023 год (углерода оксид)

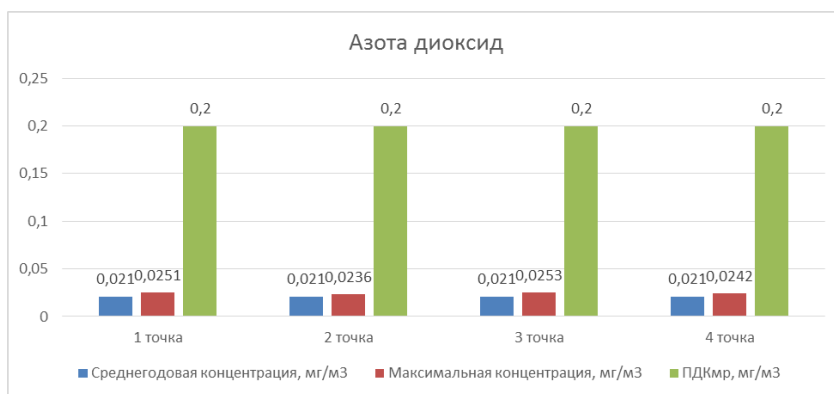


Рис. 3. Результаты анализа актов отбора проб за 2023 год (азота диоксид)

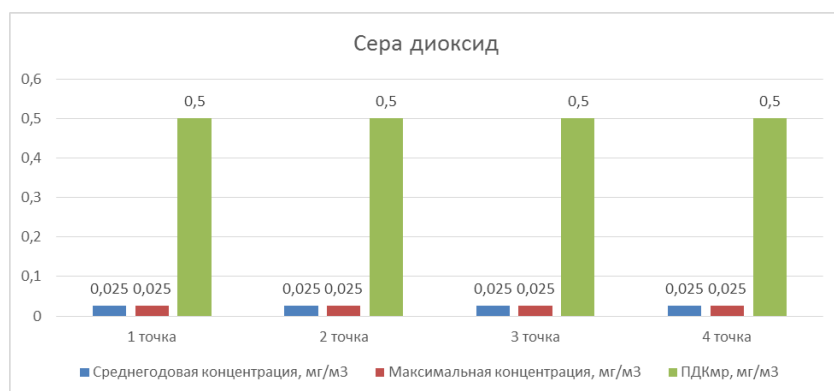


Рис. 4. Результаты анализа актов отбора проб за 2023 год (сера диоксид)

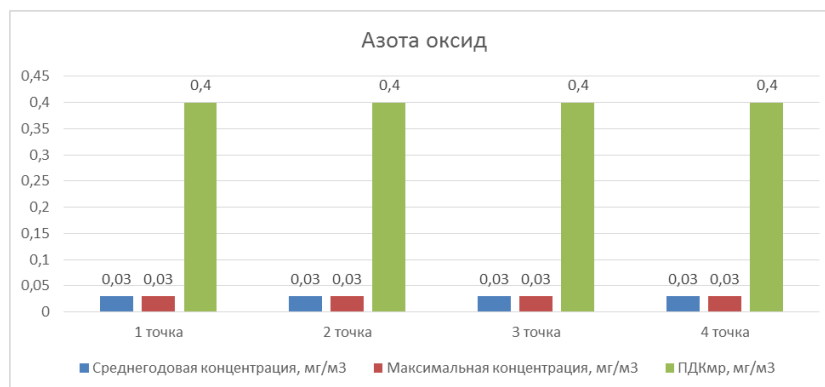


Рис. 5. Результаты анализа актов отбора проб за 2023 год (азота оксид)

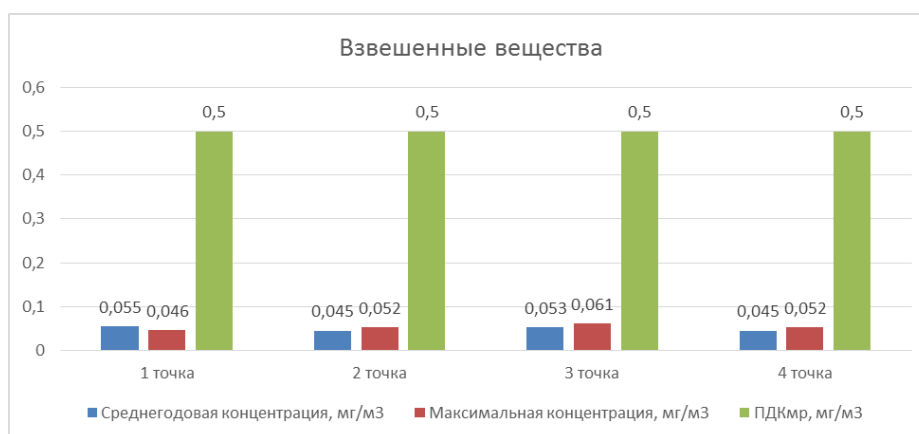


Рис. 6. Результаты анализа актов отбора проб за 2023 год (взвешенные вещества)

Также в целях выявления превышения содержания загрязняющих веществ в воде водного объекта в соответствии с программой ведения регулярных наблюдений за водным объектом (р. Выдриха) и его водоохранной зоной были проанализированы протоколы акты отбора проб за 2023 год.

Результаты анализа представлены на рисунках 7, 8.

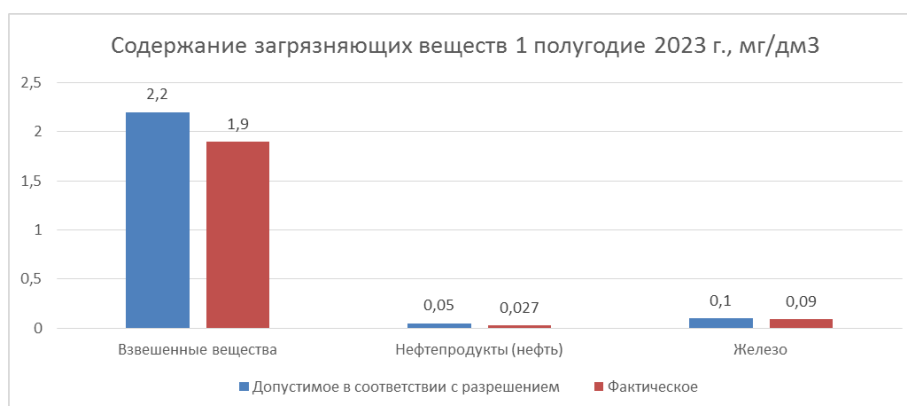


Рис. 7. Содержание загрязняющих веществ 1 полугодие 2023 г., мг/дм³

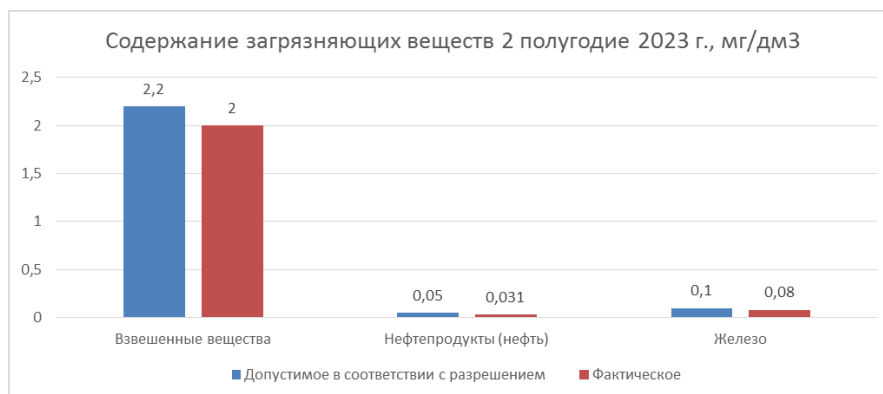


Рис. 8. Содержание загрязняющих веществ 2 полугодие 2023 г., мг/дм<sup>3</sup>

Исходя из данных анализа актов отбора проб по результатам наблюдений за 2023 год можно отметить, что на границе санитарно-защитной зоны объекта негативного воздействия не было выявлено превышений предельно допустимых концентраций контролируемых веществ, а также не наблюдалось превышений содержания загрязняющих веществ в воде используемого водного объекта.

В связи с чем можно сделать вывод, что данное промышленное предприятие выполняет необходимые природоохранные мероприятия, а также в соответствии с законодательством регулярно контролирует воздействие осуществляемой деятельности на окружающую среду.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон от 10 января 2002 г. N 7-ФЗ "Об охране окружающей среды".
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2020 года N 2398 «Критерии отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий» (с изменениями на 7 октября 2021 года).
3. Дмитренко В. П. Экологическая безопасность в техносфере : учебное пособие / В. П. Дмитренко, Е. В. Сотникова, Д. А. Кривошеин. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 524 с.
4. Батракова, Г. М. Экологический мониторинг и контроль источников негативного воздействия объектов окружающей среды : учебное пособие / Г. М. Батракова, Г. Т. Армишева. — Пермь : ПНИПУ, 2021. — 71 с.

© Ю. В. Бойко, Л. Ю. Анощенко, 2024

*Е. В. Буртова<sup>1\*</sup>, Е. И. Баранова<sup>1</sup>*

## **Анализ экологического состояния и проблемы загрязнения г. Караганды**

<sup>1</sup> Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Российская Федерация  
\* e-mail: lenusik\_angelochek@mail.ru

**Аннотация.** Главной экологической задачей на территории города Караганда, требующей решения, является снижение уровня загрязнения окружающей среды в результате хозяйственной деятельности человека. Развитие промышленной индустрии отрицательно влияет на экологическое состояние города из-за выработки отходов, которые являются источниками загрязнения. В данной статье рассматриваются актуальные проблемы г. Караганды, связанные с загрязнением атмосферного воздуха, воды и почвы. Проведен анализ экологического состояния и выявлены основные загрязняющие вещества и факторы, оказывающие вредное воздействие на экологию города. Представлены графики с динамикой изменения уровня основных загрязняющих веществ. Даны рекомендации по проведению необходимых мероприятий, снижающих уровень антропогенной нагрузки на основные компоненты природной среды.

**Ключевые слова:** окружающая среда, экологическое состояние, загрязняющие вещества, промышленные комплексы.

*Е. В. Burtovaya<sup>1\*</sup>, Е. И. Baranova<sup>1</sup>*

## **Environmental Analysis and Pollution Problems in Karaganda**

<sup>1</sup> Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation  
\* e-mail: lenusik\_angelochek@mail.ru

**Abstract.** The main environmental task in the territory of the city of Karaganda that needs to be solved is to reduce the level of environmental pollution as a result of human economic activity. The development of the industrial industry has a negative impact on the ecological state of the city due to the production of waste, which are sources of pollution. This article discusses the current problems of Karaganda related to pollution of atmospheric air, water and soil. The analysis of the ecological state was carried out and the main pollutants and factors that have a harmful effect on the ecology of the city were identified. Graphs with the dynamics of changes in the level of major pollutants are presented. Recommendations are given on carrying out the necessary measures to reduce the level of anthropogenic stress on the main components of the natural environment.

**Keywords:** environment, ecological state, pollutants, industrial complexes.

Согласно специалистам Управления природных ресурсов и регулирования природопользования, в г. Караганде развитие промышленной индустрии отрицательно влияет на экологическое состояние окружающей среды из-за выработки отходов, которые являются источниками загрязнения. Активное влияние человека оказывает негативное воздействие на все компоненты окружающей природ-

ной среды. Однако водная и воздушная среда способны быстро восстанавливаться благодаря поступлению чистых вод и воздушных масс, если прекратить выбросы и сбросы загрязняющих веществ. В отличие от этого, почвенный покров города постепенно накапливает загрязняющие вещества, которые затем длительное время присутствуют в окружающей среде.

Поскольку г. Караганда является промышленным центром, основные источники загрязнения – это выбросы от промышленных предприятий, тепловых электростанций, шахт. Автотранспорт, бытовые отходы и частные сектора вносят также не малую долю в загрязнение города.

Промышленные комплексы Караганда и Темиртау тесно сотрудничают между собой. Например, уголь добывается и транспортируется на фабрику для его обогащения, и весь этот процесс происходит в рамках одного промышленного комплекса. Одним из крупных металлургических предприятий в Казахстане, которое является источником загрязнения в Караганде, является Карагандинский металлургический комбинат «АрселорМиттал Темиртау». Он занимается производством стали, чугуна и других металлургических продуктов, и его выбросы являются одним из основных источников загрязнения атмосферы в регионе. Несмотря на то, что завод расположен в другом промышленном центре города Темиртау, который находится примерно в 37 км от Караганды, при определенных погодных условиях выбросы загрязняющих веществ от предприятия Темиртау могут значительно влиять на качество воздуха в Караганде из-за равнинной местности с мелкосопочными понижениями и интенсивной ветровой активностью [4,5].

В городе Караганда мониторинг по качеству атмосферного воздуха проводится на 7 различных постах наблюдения, включая 4 поста с ручным отбором проб и 3 автоматические станции. Кроме того, на территории города работают 10 пунктов наблюдений ТОО «Экосервис-С» [1]. Среди крупных городов Казахстана загрязнение воздуха превышает норму ( $ИЗА_5=5$ ) в 11 городах, включая г. Караганду, относящийся таким образом к городам с повышенным уровнем загрязнения. На рисунке 1 показан индекс загрязнения атмосферы за 2020 – 2022 гг., за данный период он колеблется от 7 до 13 баллов, что оценивается как «высокий» показатель загрязнения воздушного бассейна (Рис.1).



Рис. 1. Индекс загрязнения атмосферы за 2020 – 2022 гг. в г. Караганда

Основную роль в загрязнении атмосферного воздуха играют большие объемы выбросов в атмосферу продуктов сгорания твердого топлива и частиц тяжелых металлов, многие из которых относятся к категориям I и II по степени опасности, которые могут причинить вред здоровью людей и в целом, окружающей среде. Ниже представлены основные вещества, загрязняющие атмосферу (Рис.2).

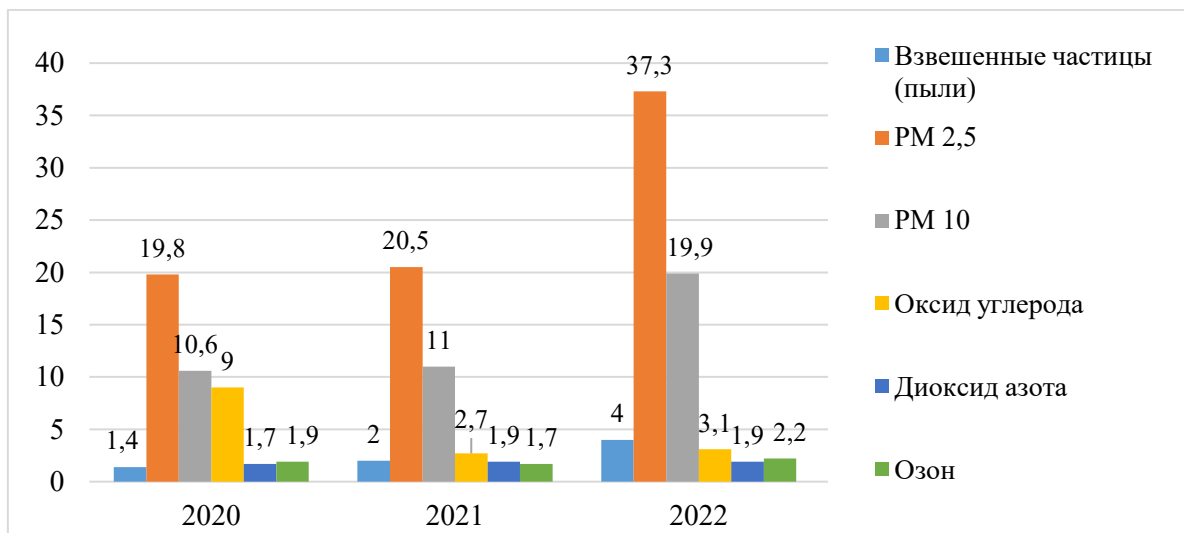


Рис. 2. Максимально разовые концентрации веществ

Из представленного графика ясно, что за последние годы уровень загрязнения воздуха значительно ухудшается. Наблюдается высокая частота превышений максимально-разовых ПДК по взвешенным частицам PM-2,5, PM-10, пыли, оксиду углерода, диоксиду азота, а также по озону. Высокая концентрация загрязнений воздушного бассейна Караганды обусловлена тем, что наибольший вклад вносят выбросы от котельных и бытовых печей так как высота дымовых труб частых секторов небольшая. В котельных административных учреждений (школы, больницы) и промышленных предприятий высота дымовых труб значительно больше, а на тепловых электростанциях они достигают 20-30 метров, таким образом, вещества рассеиваются в верхних слоях атмосферы [2,3].

Гидрографическая сеть города незначительна, на ее территории расположены такие водные объекты как: р. Букпа, р. Сокур, Федоровское водохранилище и различные пруды и водоемы, которые расположены практически во всех районах города и используются как резервуары для полива и орошения земельных участков. Согласно таблице 1, состояние воды в реке Сокур и канале им. К. Сатпаева осталось примерно на том же уровне, что и в 2021 году. Однако водоканал им. К. Сатпаева повысил качество воды с 4-го класса до 3-го класса, что привело к улучшению ситуации [7,8].



## Качество водных объектов за 2021 – 2022 гг.

Наименование водного объекта	Класс качества воды		Параметры	Концентрация за 2022 г., мг/дм <sup>3</sup>
	2021 год	2022 год		
р. Соқыр	Не нормируется (>5 класс)	Не нормируется (>5 класс)	Железо общее	0,358
			Марганец	0,187
Канал им. К. Сатпаева	4 класс	3 класс	Магний	29,9

Актуальной экологической проблемой города является разлив канализационных стоков, которые уходят в русло реки Букпа, а затем по шлюзам направляются к Федоровскому водохранилищу и соединяется с рекой Сокур. Если эту проблему не устранить в ближайшее время, то это может привести к загрязнению нечистотами Федоровского водохранилища и в будущем лишить горожан единственным местом для купания. В последние годы качество питьевой воды в местном водопроводе города Караганда значительно ухудшилось. Основным источником питьевой воды для города является канал Иртыш – Караганда, построенный в период с 1956 по 1961 год. В настоящее время в природной воде обнаружено более 80 элементов периодической системы, которые попадают в воду в результате взаимодействия с минералами, газами и органическими веществами. Выброс неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод является основной причиной загрязнения водоемов, которое может представлять непосредственную опасность для здоровья за счет наличия кумулятивных ядов и канцерогенов.

Также загрязнения приходится и на почвы города, которые в свою очередь часто подвергаются эрозии и деградации из-за проблем с водообменном, и нарушений гидрологического режима. На состояние почв влияют и такие факторы, как загрязнение тяжелыми металлами и другими веществами из-за промышленной деятельности и автотранспорта. Районы, которые имеют высокую антропогенную нагрузку, в связи с высокой концентрацией промышленной индустрии, располагаются по окраинам города. К ним относятся – Федоровка, Пришахтинск и Сортировка. К районам, которые имеют среднюю антропогенную нагрузку, относят Михайловку, Старый город и Майкудук. Относительно чистым районом является Юго – Восток, в котором нет промышленных предприятий. в различных районах города Караганды были обнаружены следующие концентрации металлов: меди – от 0,66 до 5,2 мг/кг, хрома – от 0,31 до 0,82 мг/кг, цинка – от 13,1 до 22,9 мг/кг, свинца – от 9,2 до 38,1 мг/кг, кадмия – от 0,14 до 0,35 мг/кг. Превышение уровня содержания меди составляло 1,7 ПДК, свинца – 1,2 ПДК в районе литейного завода ТОО "Корпорация "Казахмыс". Концентрация меди превышала 1,5 ПДК вдоль автомобильной трассы городов Караганды и Темиртау. В октябрьском районе превышение содержания меди составляло 1,2 ПДК, свинца – 1,1

ПДК около ТЭЦ-3. Для борьбы с загрязнением почвы необходимо принимать меры по утилизации отходов, соблюдать экологические нормы и стандарты, использовать более чистые способы производства [3].

Анализ экологической обстановки в городе показал, что предприятия выбрасывают большое количество загрязнений в атмосферу, в водные объекты, почвы, тем самым нанося колоссальный вред окружающей среде. Для повышения качества городской среды, необходимо внедрять в производство новые технологии, направленные на снижение негативных выбросов в природную среду, а также рекомендуется проводить следующие мероприятия:

- обновлять оборудование на очистных сооружениях;
- вносить известь или удобрения, которые обладают щелочной реакцией.

Важно также выполнять глубокую вспашку земли с поворотом пласта, чтобы вывести на поверхность менее загрязненный слой почвы. Культивирование растений, устойчивых к высоким концентрациям тяжелых металлов в почве и не накапливающих их в опасных для человека и животных количествах, также может быть использовано;

– создавать и внедрять проекты по озеленению населенных пунктов Карагандинской области;

– устанавливать фильтры и очистители вредных выбросов на промышленных предприятиях;

– усовершенствовать эксплуатацию технологических агрегатов, автотранспорта и систем газоочистки (перевод на экологически чистые виды топлива);

– организовать эффективное нормирование выбросов и контроль за соблюдением установленных нормативов;

– внедрять приборы контроля выбросов на стационарных источниках;

– проводить реконструкцию существующих и строительство новых систем газопылеулавливания;

– выводить за черту города экологически вредные производства.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. РГП «Казгидромет», – Текст: непосредственный– Официальный сайт : [сайт]. –2023. – <https://www.kazhydromet.kz/ru/> (дата обращения 06.04.2023). Текст : электронный.

2. Информационный бюллетень «О состоянии окружающей среды Республики Казахстан в 2021 году». – Астана: Филиал РГП «Казгидромет» по г. Астана, Министерства экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан, 2021 – 346 с. – Текст : непосредственный.

3. Национальный доклад о состоянии окружающей среды и об использовании природных ресурсов Республики Казахстан в 2022 году: электронный журнал. – (Дата обращения 27.04.2024). Текст : электронный // Эко госфонд : электронно-справочная система <https://www.gov.kz/uploads/2023/12/12/> – Режим доступа: для всех пользователей

4. Годовой отчет ТОО ККС «Казахстанские коммунальные системы» за 2022 год. – Режим доступа: <https://kus.kz/ru/investori/godovye-otchety>

5. Отчет по устойчивому развитию компании «АрселорМиттал Темиртау» за 2021 год: – Режим доступа: <https://www.arcelormittal.kz/ustoychivoe-razvitie/ekologiya/>

6. Национальный доклад о состоянии окружающей среды и об использовании природных ресурсов Республики Казахстан в 2021 году: электронный журнал. – (Дата обращения

23.04.2024). Текст : электронный // Эко госфонд : электронно-справочная система <https://www.gov.kz/uploads/2022/12/12/> – Режим доступа: для всех пользователей.

7. Информационный бюллетень «О состоянии окружающей среды Карагандинской области 2021 году». – Астана: Филиал РГП «Казгидромет» по г. Астана, Министерства экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан, 2021 – 34 с. – Текст : непосредственный.

8. Информационный бюллетень «О состоянии окружающей среды Карагандинской и Улытауской областей 2022 году». – Астана: Филиал РГП «Казгидромет» по г. Астана, Министерства экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан, 2022 – 8 с. – Текст : непосредственный.

© *Е. В. Буртовая, Е. И. Баранова, 2024*

*Д. А. Айтжанова<sup>1\*</sup>, Е. И. Баранова<sup>1</sup>*

## **Экологический анализ ЗОУИТ тепловых электростанций: текущее состояние и перспективы развития**

<sup>1</sup> Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск,  
Российская Федерация  
\*e-mail: aitzhanova.di01@mail.ru

**Аннотация.** Тепловые электростанции играют важную роль в обеспечении энергетической безопасности, однако их деятельность часто сопровождается негативными последствиями для всех компонентов окружающей природной среды. Для уменьшения такого воздействия на sensitive территории устанавливаются зоны с особыми условиями использования территории (ЗОУИТ), а именно санитарно-защитные зоны (СЗЗ) для промышленных объектов. С учетом мощности ТЭЦ, условий ее эксплуатации, характера и количества, выделяемых в окружающую среду токсических и пахучих веществ, создаваемого шума, вибрации и других вредных физических факторов, а также с учетом предусматриваемых мер по уменьшению неблагоприятного влияния их на среду обитания и здоровье человека определяется классификация, в соответствии с которой устанавливаются нормативные размеры СЗЗ. Экологический анализ санитарно-защитных зон тепловых электростанций является ключевым шагом для понимания текущего состояния окружающей среды и определения перспектив развития данного сектора. При проведении экологического анализа зоны тепловых электростанций применяются различные методы и подходы, которые позволяют оценить текущее состояние окружающей среды и определить перспективы развития.

**Ключевые слова:** зоны с особыми условиями использования территории (ЗОУИТ), санитарно-защитные зоны (СЗЗ), тепловые электростанции (ТЭЦ)

*D. A. Aitzhanova<sup>1\*</sup>, E. I. Baranova<sup>1</sup>*

## **Environmental analysis of ZOUIT thermal power plants: current status and development prospects**

<sup>1</sup>Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation  
\*e-mail: aitzhanova.di01@mail.ru

**Annotation.** Thermal power plants play an important role in ensuring energy security, but their activities are often accompanied by negative consequences for all components of the natural environment. To reduce this impact on residential areas, zones with special conditions of use of the territory (ZOUIT) are established, namely sanitary protection zones (SPZ) for industrial facilities. Taking into account the power of the thermal power plant, its operating conditions, the nature and quantity of toxic and odorous substances released into the environment, the generated noise, vibration and other harmful physical factors, as well as taking into account the measures envisaged to reduce their adverse impact on the environment and human health, it is determined classification, according to which the standard dimensions of the sanitary protection zone are established. Environmental analysis of sanitary protection zones of thermal power plants is a key step for understanding the current state of the environment and determining the prospects for the development of this sector. When conducting an environmental analysis of the area of thermal power plants, various methods

and approaches are used that make it possible to assess the current state of the environment and determine development prospects.

**Keywords:** zones with special conditions of use of the territory (ZUIT), sanitary protection zones (SPZ), thermal power plants (CHP)

### *Введение*

В настоящее время каждое промышленное предприятие оснащено новейшими технологиями и современным оборудованием. Так или иначе, в процессе своей деятельности предприятие негативно воздействует на окружающую среду. Для уменьшения такого влияния на селитебные территории устанавливают зоны с особыми условиями использования территории (ЗООИТ), а именно санитарно-защитные зоны (СЗЗ) для промышленных объектов. Обязанностью каждого предприятия является разработка проекта организации санитарно-защитной зоны, ее установление, а также соблюдение правового режима, действующего в границах этой зоны.

Во время работы энергетических установок, функционирующих на углеводородном топливе, в атмосферу выбрасывается огромное количество вредных веществ, тем самым происходит загрязнение атмосферного воздуха и окружающей среды в целом. Одним из таких источников загрязнения является ТЭЦ (тепловая электростанция). Загрязнение атмосферы от ТЭЦ техническими средствами составляет порядка 15 %.

В процессе своей деятельности ТЭЦ выбрасывает дымовые газы, которые являются основным источником загрязнения биосферы, расположенной на территории района предприятия и за ее пределами, а также сказывается на качестве жизни населения рядом живущих домов.

Для сокращения вредного воздействия от ТЭЦ, перед началом ее строительства, разрабатывается проект об установке размеров санитарно-защитной зоны.

### *Методы и материалы*

При проектировании новых хозяйственных или промышленных объектов в обязательном порядке производится оценка воздействия намечаемой деятельности на окружающую среду. В ходе оценки производится прогноз уровня негативного воздействия после реализации проектных решений по строительству и при необходимости разрабатываются мероприятия по его снижению.

Если на границе промышленной площадки уровни создаваемого загрязнения больше 0,1 ПДК и/или 0,1 ПДУ, то такой объект является источником неблагоприятного влияния на окружающую среду. Для того чтобы создать безопасную обстановку вокруг такого объекта, необходимо установить специальную территорию с особым режимом использования – санитарно-защитную зону.

Санитарно-защитная зона – специальная территория с особым режимом использования, которая устанавливается вокруг объектов и производств, являющихся источниками вредного воздействия на среду обитания и здоровье человека.

В соответствии со ст. 105 Земельного кодекса Российской Федерации санитарно-защитные зоны относятся к зонам с особыми условиями использования территории

ЗОУИТ – это территории, в границах которых устанавливается определенный правовой режим использования земельных участков в соответствии с законодательством Российской Федерации [3]. В настоящее время ст. 105 ЗК РФ установлено 28 видов ЗОУИТ (рис.1).

ЗОУИТ устанавливаются в целях обеспечения безопасности и благоприятных условий жизнедеятельности человека, ограничения негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду.

зона охраны объектов культурного наследия
защитная зона объекта культурного наследия
охранная объектов электроэнергетики (объектов электросетевого хозяйства и объектов по производству электрической энергии)
охранная зона железных дорог
придорожные полосы автомобильных дорог
охранная зона трубопроводов (газопроводов, нефтепроводов и нефтепродуктопроводов, аммиакопроводов)
охранная зона линий и сооружений связи
приаэродромная территория
зона охраняемого объекта
зона охраняемого военного объекта, охранная зона военного объекта, запретные и специальные зоны, устанавливаемые в связи с размещением указанных объектов
охранная особо охраняемой природной территории (государственного природного заповедника, национального парка, природного парка, памятника природы)
охранная стационарных пунктов наблюдений за состоянием окружающей среды, ее загрязнением
водоохранная (рыбоохранная) зона
прибрежная защитная полоса
округ санитарной (горно-санитарной) охраны лечебно-оздоровительных местностей, курортов и природных лечебных ресурсов
зоны затопления и подтопления
санитарно-защитная зона
зона ограничений передающего радиотехнического объекта, являющегося объектом капитального строительства
охранная зона пунктов государственной геодезической сети, государственной нивелирной сети и государственной гравиметрической сети
зона наблюдения
зона безопасности с особым правовым режимом
рыбоохранная зона озера Байкал
рыбохозяйственная заповедная зона
зона минимальных расстояний до магистральных или промышленных трубопроводов (газопроводов, нефтепроводов и нефтепродуктопроводов, аммиакопроводов)
охранная зона гидроэнергетического объекта
охранная зона объектов инфраструктуры метрополитена
охранная зона тепловых сетей

Рис.1. Виды ЗОУИТ

При проведении экологического анализа зоны тепловых электростанций применяются различные методы и подходы, которые позволяют оценить текущее состояние окружающей среды и определить перспективы развития. Один из

основных методов – это комплексное экологическое исследование, включающее анализ выбросов вредных веществ, изучение воздействия на биоту и почву, а также оценку уровня шума и вибрации.

Проект санитарно-защитной зоны преследует две главные цели:

– соблюдение требований российского законодательства в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения;

– для проектируемых объектов определить размер будущей «буферной зоны» предприятия, на которой нельзя размещать жилую застройку, рекреационные зоны и другие нормируемые территории, а для действующих – оценить достаточность текущего размера СЗЗ и при необходимости разработать рекомендации по уменьшению негативных последствий.

С учетом мощности ТЭЦ, условий ее эксплуатации, характера и количества, выделяемых в окружающую среду токсических и пахучих веществ, создаваемого шума, вибрации и других вредных физических факторов, а также с учетом предусматриваемых мер по уменьшению неблагоприятного влияния их на среду обитания и здоровье человека определяется классификация, в соответствии с которой устанавливаются нормативные размеры СЗЗ. Достаточность размеров СЗЗ обосновывается расчетами на стадии проектирования и подтверждается натурными измерениями параметров влияния по завершении строительства, реконструкции, модернизации, ввода в эксплуатацию нового оборудования [1].

При выборе места для промышленного района учитываются важные факторы, включая природно-климатические, топографические и инженерно-геологические условия окружающей местности. Для эффективного удаления очищенных сточных вод требуется наличие уклона на территории в пределах от 0,003 до 0,03 м. Для предотвращения возможного затопления промышленных площадок в результате наводнений, поверхность этих площадок должна быть выше рассчитываемого уровня наводнений не менее чем на 0,5 м. Чтобы избежать возможности затопления подземных сооружений, средний перепад высоты между поверхностью промышленной территории и уровнем грунтовых вод должен составлять не менее 7 м [2].

Во время многих производственных процессов происходит выброс различных вредных веществ, таких как газы, дым и неприятные запахи. Эти выбросы загрязняют окружающую среду и представляют угрозу для здоровья людей. В зависимости от типа производства, технологических условий и уровня выбросов вредных веществ в окружающую среду, промышленные предприятия подразделяются на санитарные классы. Существует пять классов, где I класс относится к предприятиям с особо вредными производствами, а V класс - к практически безвредным предприятиям в соответствии с санитарными нормами.

Санитарно-защитная зона должна иметь последовательную проработку ее территориальной организации, озеленения и благоустройства на всех этапах разработки всех видов градостроительной документации, проектов строительства, реконструкции и эксплуатации отдельного предприятия и/или группы предприятий [1]. Для объектов, их отдельных зданий и сооружений с технологическими

процессами, являющимися источниками воздействия на среду обитания и здоровье человека, в зависимости от мощности, условий эксплуатации, характера и количества, выделяемых в окружающую среду загрязняющих веществ, создаваемого шума, вибрации и других вредных физических факторов, а также с учетом предусматриваемых мер по уменьшению неблагоприятного влияния их на среду обитания и здоровье человека в соответствии с санитарной классификацией предприятий, производств и объектов устанавливаются следующие размеры санитарно-защитных зон:

- предприятия первого класса – 1000 м;
- предприятия второго класса – 500 м;
- предприятия третьего класса – 300 м;
- предприятия четвертого класса – 100 м;
- предприятия пятого класса – 50 м.

В пределах СЗЗ не допускается использование земельных участков в целях размещения:

- жилой застройки, объектов образовательного и медицинского назначения, спортивных сооружений открытого типа, организаций отдыха детей и их оздоровления, зон рекреационного назначения и для ведения садоводства;
- объектов для производства и хранения лекарственных средств;
- объектов пищевых отраслей промышленности, оптовых складов продовольственного сырья и пищевой продукции;
- комплексов водопроводных сооружений для подготовки и хранения питьевой воды;
- использования земельных участков в целях производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, предназначенной для дальнейшего использования в качестве пищевой продукции, если химическое, физическое и (или) биологическое воздействие объекта, в отношении которого установлена СЗЗ, приведет к нарушению качества и безопасности таких средств, сырья, воды и продукции в соответствии с установленными к ним требованиями.

В границах СЗЗ разрешается установление коммунальных предприятий, складов, гаражей и т.д.

Разработка проекта СЗЗ включает в себя сбор информации о воздействии загрязняющих веществ на объект и источник воздействия (шум, вибрация, электромагнитное поле, ионизирующее излучение, инфразвуковое воздействие и т. д.).

Для оценки воздействия необходимо провести анализ источников шума, вибрации, электромагнитных полей и других факторов. Анализ включает сбор данных об используемом оборудовании, его характеристиках в отношении шума и других воздействий. Также учитываются наличие зданий, препятствий для распространения воздействий, их материалы, толщина, а также вся доступную информацию для оценки физических последствий. Кроме того, учитываются метеорологические и климатические особенности данного района.

Классификация опасности ТЭЦ делит их на 1, 2 и 3 классы. Каждому классу соответствует определенная санитарно-защитная зона [2]. Например, ТЭЦ 1



класса имеет санитарно-защитную зону 1000 м. Этот класс присваивается ТЭЦ мощностью 600 МВт и выше, использующих в качестве топлива уголь и мазут.

ТЭЦ 2 класса имеет санитарно-защитную зону 500 м и работает с мощностью 200 Гкал и более на мазуте и угле и с эквивалентной электрической мощностью 600 МВт и выше, специализирующиеся на газе и газойле.

ТЭЦ 3-го класса мощностью 200 Гкал и выше работает на газе и газойле (как резерв). Санитарно-защитная зона для него составляет 300 м.

Исходя из состава проекта СЗЗ, для его разработки необходимо провести соответствующие исследования атмосферного воздуха, а также осуществить оценку риска для групп промышленных объектов и производств или промышленного узла (комплекса), в состав которых входят объекты I и II классов опасности.

При выборе места для размещения промышленных предприятий также необходимо учитывать их потребление электроэнергии, воды, объем грузоперевозок и наличие железнодорожной инфраструктуры. Например, для тепловых электростанций (ТЭЦ) и подобных объектов предпочтительно выбирать места рядом с крупными водоемами, при этом обязательны эффективные системы очистки сточных вод.

В выборе места для производственных территорий важную роль играет направление преобладающих ветров, определенное с учетом розы ветров. При размещении промышленных районов с вредными предприятиями рекомендуется выбирать подветренную сторону относительно ближайшей жилой застройки, а продольную ось территории предприятия следует располагать параллельно или под углом, не превышающим  $45^\circ$ , к направлению преобладающих ветров [6].

При планировании промышленных предприятий необходимо предусмотреть участки земли для будущего расширения и развития предприятия. В пределах самой площадки отводится до 20 % территории в качестве резерва. Для развития промышленного района обычно отводится резервная площадь от 10 % до 20 % его общей территории.

### ***Результаты***

Текущее состояние экологической обстановки в зоне тепловых электростанций является острой проблемой, требующей немедленного внимания и действий. Выбросы загрязняющих веществ, таких как диоксид серы, оксиды азота и тяжелые металлы, оказывают негативное воздействие на окружающую среду, включая атмосферу, почву и водные ресурсы.

В результате проделанной работы были составлены мероприятия для сокращения уровня воздействий тепловых электростанций на окружающую среду (табл. 1).

## Мероприятия по сокращению уровня воздействия ТЭЦ на ОС

Наименование мероприятия	Сроки выполнения мероприятия	Эффективность мероприятия
Контроль над техническим состоянием конструктивных элементов зданий: целостность ограждающих конструкций, уплотнение ворот и дверных проемов.	Постоянно	Предотвращение проникновения наружу шума от оборудования, работающего в производственных цехах
Поддержание систем вентиляции в рабочем состоянии.	Регулярно	Создание необходимых санитарных условий на рабочих местах. Обеспечение рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере до уровня, не превышающего ПДК р.з.
Проведение производственного контроля на источниках выброса загрязняющих веществ в атмосферу в соответствии с Проектом нормативов предельно-допустимых выбросов.	В соответствии с графиком производственного контроля	Исключение загрязнения атмосферы сверх установленных нормативов
Установка вентиляторов на виброизолирующем основании	Постоянно	Снижение уровня вибрации и шума
Установка мониторинговой системы	Регулярно	Позволит следить за состоянием территории и своевременно обнаружить нарушения
Озеленение территории: посадка деревьев, газонов и цветов.	Постоянно в весенне-летний период	Снижение переноса в атмосферу ветром пыли неорганической с поверхности земли, а также озеленённая территория имеет визуальное преимущество и приятно для населения.

При рассмотрении перспектив развития и улучшения экологической ситуации зоны тепловых электростанций, стоит обратить внимание на несколько ключевых аспектов. Во-первых, необходимо активно продвигать использование более чистых и эффективных технологий производства энергии, чтобы снизить выбросы вредных веществ. Также следует сосредоточиться на разработке и применении инновационных методов очистки отходов и утилизации отходов от производства.

### *Заключение*

Таким образом, можно отметить, что анализ экологического состояния зоны тепловых электростанций является крайне важным для обеспечения устойчивого развития и охраны природы. Неблагоприятные экологические последствия эксплуатации тепловых электростанций очевидны и сосредоточены в пределах СЗЗ, которые требуют особого внимания и мероприятий по улучшению санитарной обстановки.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ломан, В. А. Мониторинг среды обитания. Расчет санитарно-защитной зоны : учебное пособие / В. А. Ломан, Е. А. Удальцов. — Новосибирск : НГТУ, 2022. — 94 с. — ISBN 978-5-7782-4703-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/306095> (дата обращения: 01.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Рогалев, Н. Д. Тепловые электрические станции : учебник / Н. Д. Рогалев, А. А. Дудолин, Е. Н. Олейникова. — Москва : НИУ МЭИ, 2022. — 768 с. — ISBN 978-5-7046-2623-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/307250> (дата обращения: 01.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Российская Федерация. Законы. Земельный кодекс Российской Федерации: ЗК : текст с изменениями на 28 апреля 2023 года : [Принят Государственной Думой 28 сентября 2001 года : одобрен Советом Федерации 10 октября 2001 года]. — Собрание законодательства Российской Федерации, № 44, 29.10.2001, ст.ст.4147-4148, — Текст : электронный. — Электронная информационно-справочная система «Техэксперт». — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Российская Федерация. Законы. О государственной регистрации недвижимости : Федеральный закон №218-ФЗ [Принят Государственной Думой 3 июля 2015 года : одобрен Советом Федерации 8 июля 2015 года]. — Собрание законодательства Российской Федерации, № 29 (ч I), 20.07.2015, ст.ст.4344, — Текст : электронный. — Электронная информационно-справочная система «Техэксперт». — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Постановление Правительства РФ от 31.12.2015 № 1532 "Об утверждении Правил предоставления документов, направляемых или предоставляемых в соответствии с частями 1.3-10.12-13.3,15, 15.1,15.2 статьи 32 Федерального закона «О государственной регистрации недвижимости в федеральный орган исполнительной власти, уполномоченный Правительством РФ на осуществление государственного кадастрового учета, государственной регистрации прав, ведение Единого государственного реестра недвижимости ». — 2015. С 4. — Текст: электронный // «Электронный фонд правовых и нормативно – технических документов». — URL: <https://docs.cntd.ru/document/420327657> (Дата обращения: 15.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Широков, Ю. А. Экологическая безопасность на предприятии : учебное пособие для вузов / Ю. А. Широков. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 360 с. — ISBN 978-5-8114-9051-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/183796> (дата обращения: 01.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

© Д. А. Айтжанова, Е. И. Баранова, 2024

*А. В. Райкова<sup>1\*</sup>, Е. К. Вишнякова<sup>2</sup>*

## **Углерод в фитомассе лугов Новосибирской области**

<sup>1</sup>Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск,  
Российская Федерация

<sup>2</sup>Институт почвоведения и агрохимии Сибирского отделения Российской академии наук,  
г. Новосибирск, Российская Федерация  
\*e-mail: raikovagelya@mail.ru

**Аннотация.** В рамках программы «РИТМ углерода» проводятся наземные наблюдения в разных типах экосистем на территории Российской Федерации. Получены актуальные данные о запасах надземной фитомассы лесостепных лугов Новосибирской области, в среднем они равны 170 гС/м<sup>2</sup> (или 1,7 тС/га), что соответствует 0,5 % вкладу надземной фитомассы в общий пул углерода лесостепного луга.

**Ключевые слова:** луговые экосистемы, круговорот углерода, фитомасса, мортмасса

*A. V. Raikova<sup>1\*</sup>, E. K. Vishnyakova<sup>2</sup>*

## **Carbon in the phytomass of meadows of the Novosibirsk region**

<sup>1</sup>Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk,  
Russian Federation

<sup>2</sup>Institute of Soil Science and Agrochemistry, Siberian Branch of the Russian Academy of  
Sciences, Novosibirsk, Russian Federation  
\*e-mail: raikovagelya@mail.ru

**Annotation.** As part of the program “RITM carbon”, ground-based observations are carried out in different types of ecosystems on the territory of the Russian Federation. The current data obtained on the stocks of above-ground phytomass of forest-steppe meadows of the Novosibirsk region are on average equal to 170 gC/m<sup>2</sup> (or 1.7 tC/ha), which corresponds to a 0.5% contribution of above-ground phytomass to the total carbon pool of the forest-steppe meadow.

**Keywords:** meadow ecosystems, carbon cycle, phytomass, mortmass

### ***Введение***

В рамках программы «РИТМ углерода» в настоящее время проводятся исследования по динамике климатически активных веществ в различных наземных экосистемах. Целью проекта является создание Российской системы климатического мониторинга, основанной на интеграции данных из различных источников, таких как наземные измерения, дистанционное зондирование и математическое моделирование. Для получения качественных данных о запасах углерода в луговых экосистемах Новосибирской области проводился отбор образцов надземного и подземного растительного вещества в лесостепных лугах Тогучинского района. Полученные данные будут использованы для создания базы дан-

ных и последующей интеграции в единую информационно-аналитическую систему [1].

### ***Методы и материалы***

Исследуемые пробные площади расположены на территории Буготакского мелкосопочника и характеризуются преобладанием злаково-разнотравных и разнотравно-злаковых остепнённых лугов. Растительный покров представлен одним ярусом – травяным, средняя высота которого 50-70 см, максимум до 150 см. Травостой густой, равномерный. Проективное покрытие варьирует в пределах 90-98 %. Общее количество видов, обнаруженных на пяти пробных площадях равно 72. Видовая насыщенность на пробных площадях меняется в интервале от 39 до 58 видов.

Для проведения отбора выбрано 5 пробных площадей, площадью 2500 м<sup>2</sup> каждая, количество повторностей – 12 укусов на пробную площадь. Отбор надземной и подземной фитомассы растений проводился в середине вегетационного периода 2023 года на пике развития вегетативной массы растений, с помощью рамки 50\*50 см. Растения срезались ножницами у самой поверхности почвы и складывались в отдельный мешок. После срезания собиралась подстилка.

Далее после сбора растительного материала, в камеральных условиях образцы разбирали по видам растений и разделяли на фитомассу, состоящую из вегетативных органов (листья и стебли) и генеративных органов (цветов и плодов) и ветошь. К ней относят отмершие части растений, которые ещё не отпали и не входят в состав подстилки. Далее образцы высушивались до воздушно-сухого состояния и взвешивались. В травяных экосистемах для учета подземной фитомассы проводили отбор монолитов размерами 10\*10 см, на глубину до 30 см. Полученный материал отправляли на CHN анализатор для определения содержания углерода.

Фитомассой называют общее количество живого органического вещества растений, она подразделяется на надземную и подземную части. Мортмасса – отмершие части растений. Общая растительная биомасса экосистемы включает фитомассу и мортмассу [2].

### ***Результаты***

В результате сравнительной характеристики запасов углерода на пяти пробных площадях, видно, что общие запасы фитомассы и мортмассы варьируют от 300 до 517 гС/м<sup>2</sup> (рис.1), что соответствует 3,0-5,2 тС/га, в среднем 3,8 тС/га. Максимальный запас углерода наблюдается на пятой пробной площади, где подстилка и фитомасса дают наибольшие значения. На втором месте по общему количеству углерода находится третья пробная площадь, где также было много подстилки. Минимальные запасы углерода обнаружены на первой и четвертой пробных площадях.

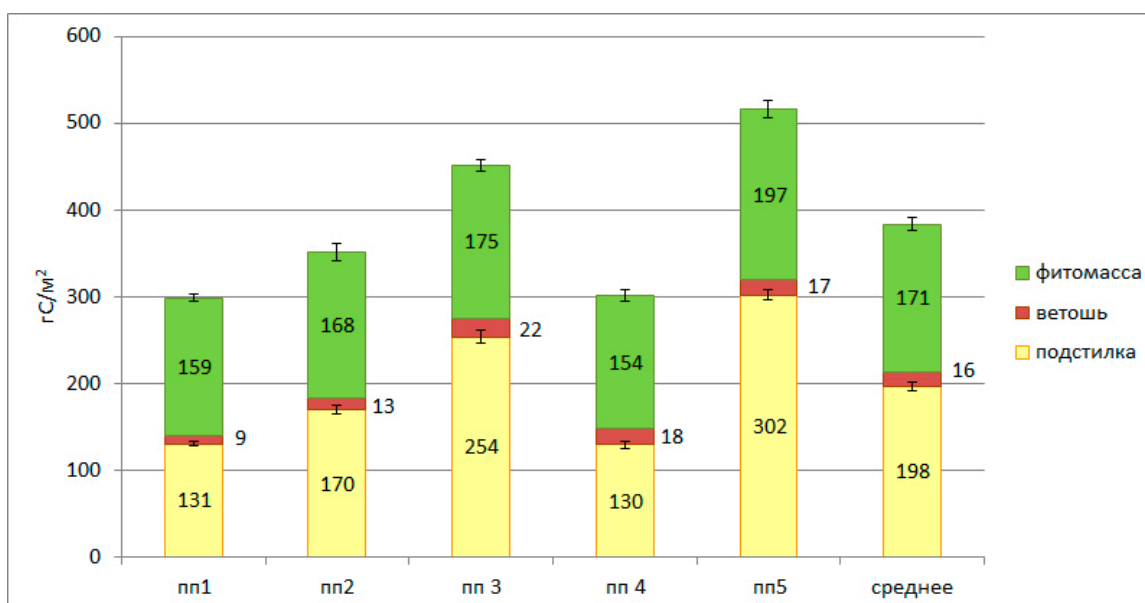


Рис. 1. Запасы углерода по фракциям на пробных площадях лугов Новосибирской области

Запас ветоши в лугах на момент отбора образцов, в середине июля, был небольшим, так как фитомасса в этом периоде достигла максимального уровня своего развития. В конце лета все зеленые части растений желтеют и становятся ветошью. В связи с этим количество ветоши на пробных площадях в середине июля варьировало от 9 до 22 гС/м<sup>2</sup>, в среднем 16 гС/м<sup>2</sup>. В течение зимнего сезона под тяжестью снегового покрова ветошь переходит во фракцию подстилки. Подстилка в разнотравно-злаковых и злаково-разнотравных лугах лежит два-три года, постепенно разлагается и переходит в органическое вещество почвы. Запас подстилки изменяется на площадях от 130 до 300 гС/м<sup>2</sup>, в среднем 200 гС/м<sup>2</sup>. Больше было подстилки на третьей и пятой пробных площадях, меньше на первой и четвертой.

Количество фотосинтезирующей массы растений на исследуемых площадях меняется от 150 до 200 гС/м<sup>2</sup>, в среднем 170 гС/м<sup>2</sup>. Наибольший запас надземной фитомассы наблюдается на пятой пробной площади, что связано с доминированием на этой площади крупных злаков (кострец безостый, вейник наземный, пырей ползучий) и лабазника вязолистного.

Исходя из данных, полученных сотрудниками ИПА СО РАН в рамках работы над программой «РИТМ углерода», общий запас надземной и подземной растительной биомассы на пяти пробных площадях был в пределах от 12,1 до 17,3 тС/га, в среднем 14,7 тС/га. Общий пул почвенного углерода в слое от 0 до 100 см в луговых экосистемах составляет в среднем 352 тС/га и варьирует от 168 до 498 тС/га, вместе с растительной биомассой пул углерода на лугах составляет 367 тС/га.

### ***Заключение***

В процентном отношении вклад общей растительной биомассы в пул углерода луговой экосистемы равен 4 %, а надземной фитомассы – 0,5 %. Несмотря на незначительный вклад фитомассы в общий пул углерода, она играет важную роль в биотическом круговороте. Зеленые растения в процессе фотосинтеза вырабатывают кислород и поглощают углекислый газ из атмосферы, в результате продукционных процессов растения образуют органические вещества, тем самым увеличивая свою массу. Таким образом, растения являются приемниками солнечной энергии, каждый год, генерируя новые порции фитомассы. Фитомасса через стадию ветоши, затем подстилки пополняет пул почвенного углерода.

### ***Благодарности***

Работа выполнена в рамках реализации важнейшего инновационного проекта государственного значения "Разработка системы наземного и дистанционного мониторинга пулов углерода и потоков парниковых газов на территории Российской Федерации, обеспечение создания системы учета данных о потоках климатически активных веществ и бюджете углерода в лесах и других наземных экологических системах» (рег. № 123030300031-6)

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Официальный сайт консорциума «РИТМ углерода» // URL: <https://ritm-s.ru/about/goals-objectives/>
2. Титлянова А.А., Шибарева С.В., сост. Продуктивность травяных экосистем: справочник. М.: ООО «Издательство МБА», Почвенный институт имени В.В. Докучаева, Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, 2020. 100 с.

© А. В. Райкова, Е. К. Вишнякова, 2024



*Н. А. Контаева<sup>1\*</sup>*

## **Развитие сетей фандоматов как элемент системы раздельного накопления твердых коммунальных отходов в России**

<sup>1</sup>Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск,  
Российская Федерация

\* e-mail: nadinlaw@yandex.ru

**Аннотация.** Раздельный сбор отходов всех классов опасностей с последующей переработкой и производством продукции из вторсырья является наиболее экологичным и экономически выгодным решением существующей проблемы обращения с отходами. Каждый год в России образуется более семи-восьми миллиардов тонн отходов, из них примерно 75 % относится к твердым коммунальным отходам. В настоящее время количество отходов неизбежно, и с большой скоростью будет расти, однако если принимать необходимые меры в сфере экологических технологий и экологических инноваций, объемы отходов, подлежащие захоронению на полигонах, могут сократиться. В данной статье рассмотрены основные аспекты развития сетей фандоматов в России как элемента раздельного накопления твердых коммунальных отходов. Благодаря использованию фандоматов появляется возможность остановить заполнение ПОЛИГОНОВ, их площадь в России уже сейчас составляет более 4 миллионов гектар. Внедрение предложенной системы автоматов раздельного сбора (фандоматов) с мерами стимулирования граждан к сортировке отходов и сдаче на переработку тары, утратившей потребительские свойства, призвано стать одним из эффективных механизмов достижения целей, установленных Национальным проектом «Экология».

**Ключевые слова:** раздельный сбор отходов, отходы, вторичные ресурсы, переработка, сортировка, использованная тара, фандоматы

*N. A. Kontaeva<sup>1\*</sup>*

## **Development of fandomat networks as an element of the system of separate accumulation of municipal solid waste in Russia**

<sup>1</sup>Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation,  
\* e-mail: e-mail: nadinlaw@yandex.ru

**Abstract.** Separate collection of waste of all hazard classes with subsequent processing and production of recyclable products is the most environmentally friendly and cost-effective solution to the existing waste management problem. Every year, more than seven to eight billion tons of waste are generated in Russia, of which about 75% belongs to solid municipal waste. Currently, the amount of waste is inevitable, and will grow at a high rate, however, if necessary measures are taken in the field of environmental technologies and environmental innovations, the volume of waste to be disposed of in landfills may decrease. This article discusses the main aspects of the development of fandom networks in Russia as an element of separate accumulation of solid municipal waste. Thanks to the use of fandomats, it becomes possible to stop the filling of landfills, their area in Russia already amounts to more than 4 million hectares. The introduction of the proposed system of separate collection machines (fandomats) with measures to encourage citizens to sort waste and recycle containers that have lost their consumer properties is intended to become one of the effective mechanisms for achieving the goals set by the National Ecology Project.

**Keywords:** separate waste collection, waste, secondary resources, recycling, sorting, used containers, fандоматы

### *Введение*

Экологическое состояние России продолжает быстрыми темпами ухудшаться, загрязняется окружающая природная среда. Образуются многочисленное количество свалок бытовых отходов, которые загрязняют окружающую среду, создавая эпидемическую и токсикологическую опасность. Страдает атмосферный воздух (от выделяющихся метана, сернистого газа), загрязняются почвы и грунтовые воды (от тяжелых металлов, растворителей, полихлорбифенилов – диоксидов, инсектицидов), почвы и растительность загрязняются на расстоянии до 1,5 км от образовавшихся свалок.

Развитие в России экономики замкнутого цикла, предполагающей повторное использование полезных ресурсов и сокращение объема отходов, является важным аспектом на пути достижения устойчивого развития. Самым распространенным и выгодным направлением, является переработка упаковки различных товаров из разного рода материалов (пластика, стекла, алюминия). Однако для данного направления необходимы инновационные технологии по переработке, а помимо технологий необходим спрос на данного вида изделия из переработанных материалов, но и для идеального процесса всей этой цепочки должно произойти изменение потребительского поведения и привычек людей. Одним из самых важных факторов будут меры активного информирования со стороны государства и компаний. Но и конкретные экономические стимулы для граждан, способствующие более осознанному отношению к потребляемым и утилизируемым товарам, должны сыграть большую роль в данном направлении.

Одним из самых перспективных и распространённых направлений развития экономики замкнутого цикла является сбор бутылок для переработки и повторного использования материалов. За рубежом данная система, в основном, организована за счет обязательного включения залога (депозита) в цену напитка, бутылку от которого можно сдать, и получить денежное вознаграждение.

В данных условиях особо актуальными являются разработки, нацеленные на поиск решений критических ситуаций, способных уменьшить риск дальнейшего обострения. К таким решениям можно отнести установку фандоматов на территории Российской Федерации [1].

Цель нашего исследования – проанализировать сильные и слабые стороны установки сетей фандоматов в России.

### *Методы и материалы*

Последние 25 лет развитые страны активно используют отдельный сбор твердых коммунальных отходов. За это время проявились и его достоинства, и слабые места.

## Степень переработки отходов в разных странах

Отходы отправляемые на переработку (стекло, пластик, бумага, металл)	Смешанные отходы (отходы, отправляемые на полигоны)
Россия	
12,6 %	87,4 %
Франция	
23 %	77 %
США	
27 %	73 %
Бельгия	
35 %	65 %
Германия	
48 %	52 %
Южная Корея	
61 %	39 %

Фандомат является нестационарным автоматическим аппаратом по приему у населения вторичной тары, оснащенный системой выдачи её залоговой стоимости. Фандомат, это автомат, который занимается приемом пластиковых бутылок и алюминиевых банок в обмен на деньги или иные «экобонусы». С помощью «умного» приемного контейнера происходит определение веса и объема тары, далее сканер распознает штрих-коды, по которому происходит идентификация объекта. Согласно технической проектировке в данном автомате существует система «микроклимат» для поддержания стабильной температуры и влажности, устанавливается определённый микроклимат для того, чтобы аппарат работал бесперебойно.

На сегодняшний день в нескольких субъектах России уже установлено около 800 фандоматов, и еще несколько сотен планируется установить. В Новосибирске такой автомат установлен на территории железнодорожного вокзала Новосибирск-Главный. Такие же автоматы установлены и на вокзалах Барабинска, Барнаула, Новокузнецка, Омска [2].

Согласно статистическим данным один фандомат способен принять около 2 тонн вторичных материальных ресурсов в месяц, итого 25 тонн в год. В среднем один фандомат может собрать до 500 единиц тары в день. Фандоматы будут собирать примерно до 70 000 тонн вторсырья в год и уже в 2023 году. Таким образом, обеспечен сбор 1,7 % от образующихся в стране 60 миллионов тонн твердых коммунальных отходов. Поскольку сырье, которое будет попадать в фандомат, будет чистым и без запаха, вывоз отхода из фандомата может производиться 1-2 раза в месяц.

Теперь все желающие смогут избавиться от пустой тары объемом до двух литров без ущерба для экологии. В качестве вознаграждения пользователю фандомата начисляются бонусные рубли, которые можно потратить при покупке товаров или услуг у компаний, участвующих в партнёрской программе.

В целях активного использования фандоматов государство предусмотрело разные программы по установке фандоматов и поощрению потребителей за сданную тару. Существует несколько вариантов организации развития сети фандоматов:

1. Фандомат может быть куплен или взят в аренду/лизинг у производителя по инициативе торговой сети, производителя напитков, прочих компаний, региональных и муниципальных органов власти. Стоимость фандомата в среднем составляет около 400–500 тысяч рублей, но цена может отличаться в зависимости от производителя, модели, региона, где будет установлен аппарат, а также от программы предоставляемой государством, также цена может отличаться от количества закупаемых автоматов. Также возможна аренда фандоматов. Для коммерческих компаний установка фандоматов – это способ соответствия положениям о расширенной ответственности производителя и повышения узнаваемости бренда как экологически ответственной компании. Коммерческие компании тем самым привлекают своих потребителей, устанавливая «экобонусы» при продаже своей продукции. Отдельные компании, которые не связаны с производством и продажей напитков, могут устанавливать фандоматы на своей территории в рамках стремления соответствовать ESG (Environment, Social, Governance) – принципам.

2. Проект по использованию фандоматов может реализовываться в партнерстве. Например, производитель напитков может профинансировать покупку (аренду) фандомата для установки в магазине-партнере при условии, что этот партнер возьмет на себя издержки по техническому обслуживанию фандомата и вывозу сырья. Техническое обслуживание фандомата включает поддержку программного обеспечения, выгрузку отчетов по работе фандомата, мойку и дезинфекцию фандомата, обслуживание пользователей по горячей линии, но не включает вывоз накопившегося вторсырья из фандомата.

3. Договор о вывозе сырья может заключаться с производителями фандоматов или со сторонними организациями, которые затем передают собранное вторсырье на переработку. В отдельных случаях при больших объемах сбора вторсырья через фандоматы его можно продавать. Но в настоящее время в большинстве случаев вывоз вторсырья – это расходы партнеров или инициаторов проекта по установке фандомата.

4. Инициатор проекта может самостоятельно выбирать, в рамках какой программы лояльности привлекать потребителей и предлагать вознаграждение. Фандоматы могут быть подключены к системе лояльности одной торговой сети, и тогда накопленные баллы можно использовать только в ней или подключен к разным сетям и потребитель может самостоятельно выбирать куда потратит свои «экобонусы». Существуют объединенные системы начисления баллов между несколькими партнерами. В таких случаях у потребителя есть больше выбора, как можно потратить накопленные баллы [3].

Обслуживание фандоматов могут выполнять только специалисты, которые имеют необходимые навыки по работе с электрооборудованием.

Все категории граждан (дети, молодежь, пенсионеры и другие) должны иметь одинаковую возможность пользоваться фандоматом без преимуществ, получая, за каждую сданную тару денежное вознаграждение.

Так, для развития сетей фандоматов необходимо: производить закупку фандоматов и их установку в регионах, а также заключать договора на их обслуживания.

Проанализировав плюсы и минусы развития системы фандоматов в России, можно отметить положительные стороны:

- компактность;
- простота установки и обслуживания;
- удобное и интуитивно понятное управление, разберётся даже ребёнок.
- автоматически сортируем тару по материалу;
- сырьё можно получить в чистом и пригодном для переработки в виде;
- программа лояльности;
- отсутствие зависимости от внешних факторов, обстоятельств – агрегаты работают автономно;
- прием отходов, подготовленных для переработки, что позволяет сократить время на выполнение ряда операций на предприятии (сортировку, очищение);
- прессование;
- расширение возможностей для людей, которые заботятся об экологии планеты;
- сокращение рабочей силы – для установки и обслуживания фандоматов требуется меньше сотрудников, чем в пунктах приема отходов.

Так же есть ряд минусов:

- отсутствие широкого освещения в СМИ и неосведомленность жителей;
- отсутствие мотивации граждан к сортировке отходов;
- мало распространены в регионах;
- отсутствие разработанных санитарных норм и правил для установки фандоматов.

Одной из проблем развития сетей фандоматов в России – это законодательный пробел в данном направлении, поскольку тормозит установку обмен вторичной тары на деньги.

Любой пользователь, который получил деньги из фандоматов, должен пойти и оплатить НДС. Это касается ПЭТ-бутылки, алюминиевой банки, стекла, но не касается макулатуры.

Поскольку в настоящее время не урегулировано в законодательстве поощрение в виде денежных средств за сдачу вторичного сырья, возможно предусмотреть иные способы поощрения, в виде бонусов: скидочные купоны в магазины на определённые товары, с указанием срока действия купона или баллы на карту лояльности [4].

Однако наиболее действенным инструментом, стимулирующих возврат тары для переработки, будет депозитарная система, то есть схему залога. Когда

в стоимость продукта уже включена цена бутылки. При её сдаче на переработку залог покупателю возвращается.

Ранее в СССР залоговая система работала – за пол-литровую бутылку молока возвращали 15 копеек, то есть больше 50 % от стоимости полной бутылки (28 копеек). Бутылку из-под лимонада ёмкостью 0,5 литра принимали за 12 копеек (бутылка с лимонадом стоила 30 копеек).

В настоящее время государством прорабатывается вопрос выдавать денежное вознаграждение за сдачу вторичного сырья через фандоматы, но для этого государство должно пойти на уступки и освободить сдачу вторсырья от НДС. Так, например, житель, который воспользуется фандоматом, расположенный в метро, может получить скидку на проезд в поезде.

Наиболее востребованы фандоматы в проходных местах: гипермаркетах, супермаркетах, кинотеатрах, железнодорожных вокзалах и других общественных местах.

В современной России фандоматы – относительно новое явление, но отечественный рынок селективного сбора отходов активно развивается. Ранее фандоматы были китайского производства и имели значительные ограничения по обслуживанию. В настоящее время Российские компании активно производят фандоматы [5].

Развитие сетей фандоматов приведет к улучшению экологического состояние городов (валяющихся бутылок не остается на улицах, ведь за них можно получить деньги) и упростится процесс сбора и переработки пластика и алюминия.

### *Заключение*

Таким образом, для того, чтобы повысить интерес и активность граждан по сортировке и переработки отходов, необходимо делать систему скидок, ориентируясь на интересы граждан, возраст, социальные категории. Для студентов и молодых людей – это скидки на билеты в кино, театр, выставки, для пенсионеров – скидки на оплату ЖКХ, для работающих слоев населения – скидки на продукты, для семей с детьми – на детские товары. Размер такой скидки или количество полученных «экобонусов» должен быть существенным для того, чтобы гражданин был заинтересован в сдаче тары. Активно такие аппараты будут пользоваться спросом в небольших супермаркетах находящихся в шаговой доступности от жилых домов в небольших жилых микрорайонах. Для запуска такой поощрительной системы необходима поддержка государства и отдельных регионов в отдельности. Также при внедрении данной системы необходимо обратить внимание на освещение темы в СМИ и доведение информации до каждого гражданина, начиная привлекать жителей с детских садов, чтобы люди с детства понимали что система раздельного сбора должна быть начиная с семьи и заканчивая на государственном уровне. Система сдачи тары через фандоматы призвана снизить нагрузку на полигоны и обеспечить заинтересованность граждан в сортировке отходов, а также достижение показателей, определенных в Национальном проекте «Экология».

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Еремина Е.А., Диканская О.П., Курилкин А.А., Нистратов А.В. Способ внедрения стимулирующих мер для сбора на переработку тары, утратившей потребительские свойства в Российской Федерации // *Успехи в химии и химической технологии*. – 2020. – № 11. – С. 98-99.
2. Рожков Р. С., Кузьяев Н. Т., Кочанова М. И., Куркина Ю.Н. Культура в области сортировки твердых коммунальных отходов как основополагающий подход снижения экологических рисков // *Заметки ученого*. –2021.– № 4-1. – С. 563-567.
3. Байнова М. С., Надточий Ю. Б., Петров А. В., Горьковая О. П., Стальмакова Е. Д. Актуальные вопросы политики обращения с отходами в России // *Известия Самарского университета. Новая серия. Серия Социология. Политология*. – 2021. Т.21(Вып. 3). – С. 274-282.
4. Молоков М. А. Актуальные тренды в территориальном производстве продукции и обращении с отходами потребления в условиях новой экономической реальности // *Проблемы региональной экономики*. – 2022. – № 1-2. – С. 73-81.
5. Пшебельская Л.Ю., Ледницкий А.В. Обращение с коммунальными отходами: тенденции и перспективные направления // *Труды БГТУ*. – 2020. –№ 5(238). – С. 111-115.

© Н. А. Контаева, 2024

*В. В. Никольский<sup>1</sup>, Д. А. Веретельник<sup>1</sup>, Д. В. Долгополов<sup>1\*</sup>, В. А. Мелкий<sup>2</sup>*

## **Применение воздушного лазерного сканирования для информационного обеспечения задач кадастрового учета водных объектов**

<sup>1</sup> ООО «Стар Гео», г. Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup> Институт морской геологии и геофизики Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Южно-Сахалинск, Российская Федерация

\* e-mail: d-daniil@yandex.ru

**Аннотация.** В настоящей работе рассматриваются возможности применения технологии воздушного лазерного сканирования для решения задач информационного обеспечения кадастра водных объектов. Продемонстрирована возможность классификации облака точек и выделение класса точек, относящихся к земле, для создания цифровой модели рельефа, и последующего определения уклона берегов реки. Представлены результаты съемки и обработки материалов, полученных с использованием технологии воздушного лазерного сканирования. На примере реки Мста, показана возможность определения береговой линии, водоохранной зоны и прибрежной защитной полосы. Предложенный и апробированный на примере участка реки Мста подход позволяет построить по данным воздушного лазерного сканирования детальную цифровую модель рельефа наилучшим образом и может быть использован, в том числе, для анализа состояния водных объектов и наблюдения за его изменениями, связанными с протекающими активными экзогенными процессами.

**Ключевые слова:** воздушное лазерное сканирование, кадастровый учет, водный объект, водоохранная зона, прибрежная защитная полоса

*V. V. Nikolskiy<sup>1</sup>, D. A. Veretelnik<sup>1</sup>, D. V. Dolgopolov<sup>1\*</sup>, V. A. Melkiy<sup>2</sup>*

## **The use of aerial laser scanning for information support of the tasks of cadastral registration of water bodies**

<sup>1</sup> «Star Geo» LLC, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Institute of Marine Geology and Geophysics of the Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia

\* e-mail: d-daniil@yandex.ru

**Abstract.** This publication discusses the possibilities of using air laser scanning technology to solve the problems of information support for the cadastre of water bodies. The possibility of classifying a point cloud and allocating a class of points related to the earth to create a digital relief model and subsequently determine the slope of the river banks is demonstrated. The results of the survey and processing of materials obtained using air laser scanning technology are presented. Using the example of the Msta River, the possibility of determining the coastline, water protection zone and coastal protection strip is shown. The approach proposed and tested on the example of the Msta river section makes it possible to build a detailed digital relief model based on aerial laser scanning data in the best possible way and can be used, among other things, to analyze the state of water bodies and monitor its changes associated with active exogenous processes.



**Keywords:** aerial laser scanning, cadastral registration, water body, water protection zone, coastal protection strip

### *Введение*

Водные объекты охраняются государством и необходимы для жизнедеятельности человека, обеспечивая экономическое, социальное и экологическое благополучие населения [1]. Учитывая сложность берегового рельефа, наличие растительности вдоль русла рек, необходимости контроля протекания экзогенных геологических процессов, исследователи, все чаще используют материалы, полученные с использованием беспилотных летательных аппаратов [2].

Требования к точности границ водных объектов определяются приказом Министерства экономического развития РФ от 23.03.2016 № 164 [3], в котором говорится, что при установлении местоположения характерных точек береговой линии, границы водного объекта должны определяться с точностью границ земельных участков, расположенных на данной категории земель, что составляет 0,5 мм в масштабе используемого картографического материала (табл. 1).

*Таблица 1*

Точность определения координат границы водного объекта

Масштаб картографического материала (ортофотоплана)	Точность определения координат, м
1:500	0,25
1:1000	0,5
1:2000	1,0

Распространенным способом получения информации о водных объектах являются цифровые ортофотопланы, которые являются базовыми материалами при создании и обновлении цифровых карт и планов (для масштабов от 1:500 до 1:10 000). Методы цифровой аэросъемки с использованием беспилотных авиационных систем информативнее наземных методов, кроме того, обеспечивается высокая точность получаемых данных. Полученные нами материалы, подтвердили результаты других исследователей о том, что плотность точек, получаемых при воздушном лазерном сканировании (ВЛС), превышает плотность фотограмметрического облака в 2,5 раза, поэтому его использование предпочтительно при изучении земной поверхности, покрытой растительностью [4].

На наш взгляд, более полно задачи кадастрового учета водных объектов обеспечивают методы ВЛС. Так как, во-первых, они позволяют получить более плотное облако (рис. 1), а, во-вторых, они более точно отображают земную поверхность в результате прохождения электромагнитных волн сквозь растительность (рис. 2)

## Методы и материалы

В настоящей работе исследуются возможности технологии ВЛС для решения задач кадастрового учета водных объектов. В работе использовались методы ГНСС наблюдений при геодезическом обеспечении аэросъемочных работ.

а)

б)

Рис. 1. Фрагмент берега реки Мста, полученный методами: а) цифровой аэросъемки; б) воздушного лазерного сканирования

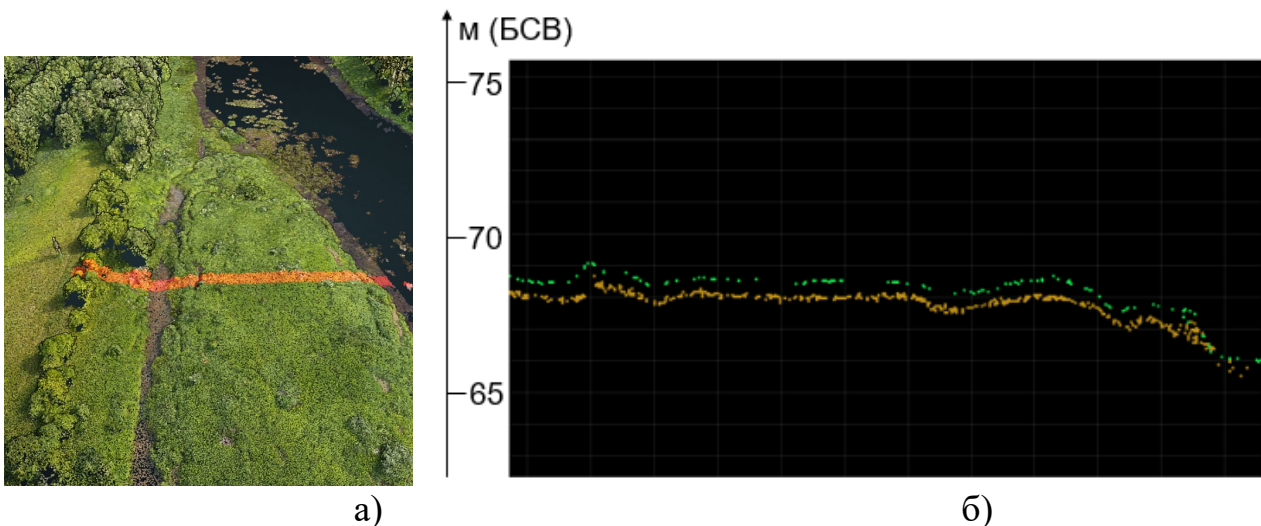


Рис. 2. Профиль реки Мста, построенный по данным ДЗЗ в ГИС МПТС [5]: а) схематично на 3D-сцене; б) в виде профиля облаков точек: зеленого цвета – с использованием технологии цифровой аэрофотосъемки, коричневого – с использованием технологии воздушного лазерного сканирования

В процессе построения поверхности рекомендуется учитывать неравномерность данных, получаемых средствами лазерного сканирования, чтобы получить сплошную поверхность, включая территории с плотной растительностью. Для построения буферной зоны использовались методы геопространственного анализа, реализованные в геоинформационной системе ArcGIS [6].

В работе использованы материалы воздушного лазерного сканирования и цифровой аэросъёмки участка реки Мста в окрестностях г. Боровичи в Новгородской области, полученные с использованием беспилотного летательного аппарата DJI Matrice 300. Применялась система воздушного лазерного сканирования CHCNAV AlphaAir 450, совмещенная с фотокамерой 26 мП. Для геодезического обеспечения использовался комплект ГНСС аппаратуры PrinCe I50.

### ***Результаты***

В целях информационном обеспечении задач кадастрового учета водных объектов, решаются следующие задачи:

- развитие планово-высотного съёмочного обоснования;
- координирование береговой линии водного объекта;
- определения ширины водоохранной зоны;
- определения уклона берега и ширины прибрежной защитной полосы.

На первом этапе выполнялись работы по развитию планово-высотного съёмочного обоснования. Опорные точки маркировались опознавательным знаком в виде квадрата со стороной 1 м. На рисунке 3 приведены пример опознавательного знака и его вид на ортофотоплане (разрешение 5см/пк)

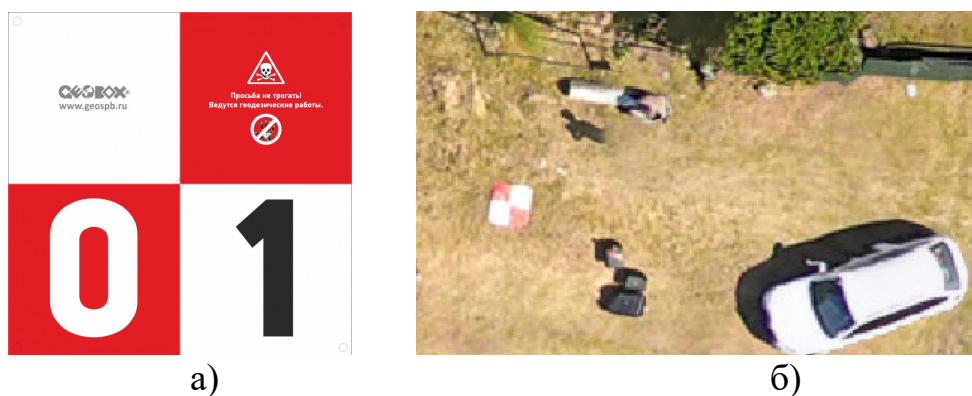


Рис. 3. Пример опознавательного знака (а); и его вид на ортофотоплане (б)

При развитии сети использовалась ГНСС аппаратура PrinCE: модели I30 и I50. Уравнивание данных производилось в программном комплексе СНС Geomatics Office (CGO), версия 2.0. Измерение пространственных координат точек планово-высотного обоснования с точностью 10 см в плане с точностью, соответствующей точности карт масштаба 1:2 000 [7].

Предварительное построение маршрута производилось с помощью портала TeoFly (версия – 0.9.15). Анализ рельефа и построение маршрута движения БВС (высоты в каждой точке) произведён на основе данных радарной съёмки SRTM (ЦММ Земли). Далее линия маршрута экспортировалась в программу управления на пульте БВС для дальнейшей активации и производства аэросъёмочных работ. Проектируемая высота полета – 130 метров, скорость полета – 14 м/с (50 км/ч), поперечное перекрытие – 50%. На отдельных участках

работ высота полета изменялась до 70 м.

Проведение работ по воздушному лазерному сканированию проводилось с использованием воздушного сканера СНС Alpha Air 450 и БВС DJI Matrice 300. Сканер совмещен с фотокамерой 26МП (табл. 2).

Таблица 2

Краткие характеристики сканера СНС Alpha Air 450

Характеристики сканера	Значения характеристик
Размеры	13.5 × 13.6 × 7.8 см
Скорость работы IMU (инерциальной системы)	500 Гц
Тип сканера	Livox Avia
Поле зрения	70.4° (перпендикулярно) × 4.5° (параллельно);
Скорость сканирования	240 000 тчк/сек при одинарном отражении, 480000 тчк/сек при двойном отражении, 720 000 тчк/сек при тройном отражении
Максимальная дальность сканирования	450 метров
Тип камеры	СНСNAV, встроенная, калиброванная со сканером, угол поля
Разрешение камеры	6252 x 4168
Рабочая температура	от -20 °С до +50 °С

Всего выполнено 11 вылетов БВС. В процессе полета лидаром произведено сканирование местности с высоты 130 и 70 м. Съёмочная система измеряла со скоростью 240 000 точек в секунду расстояния от сканера до поверхности сканируемых объектов (земли и инфраструктуры) с определением соответствующих направлений, формируя таким образом, трехмерное представление местности (в виде плотного облака точек). Дополнительно, с камеры получены фотографии на весь район работ.

Обработка данных сканирования производилась в программном комплексе СНС CoPre (уравнивание данных, получение и экспорт облака точек, создание ортофотоплана по облакам точек) и геоинформационных системах Кредо 3Д Скан, для обработки облаков точек (рис.4) и ArcGIS Pro (версия – 3.2.0) при построении поверхности, пространственном анализе, оформлении результатов.

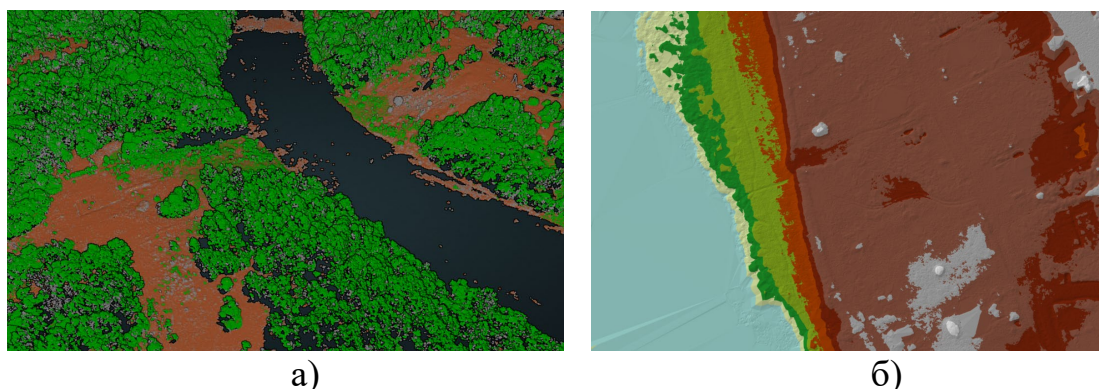


Рис. 4. а) классификация облака точек по классам: коричневый – земля, зеленый – растительность, серый – прочие; б) цифровая модель рельефа участка реки Мста, построенный по данным ВЛС



При построении ортофотоплана с использованием наземной привязки, средняя квадратическая ошибка планового положения опорных точек составила 0,12 м. Таким образом, полученные данные позволили определить координаты береговой линии с точностью, соответствующей точности карт масштаба 1:2000 (рис. 5).

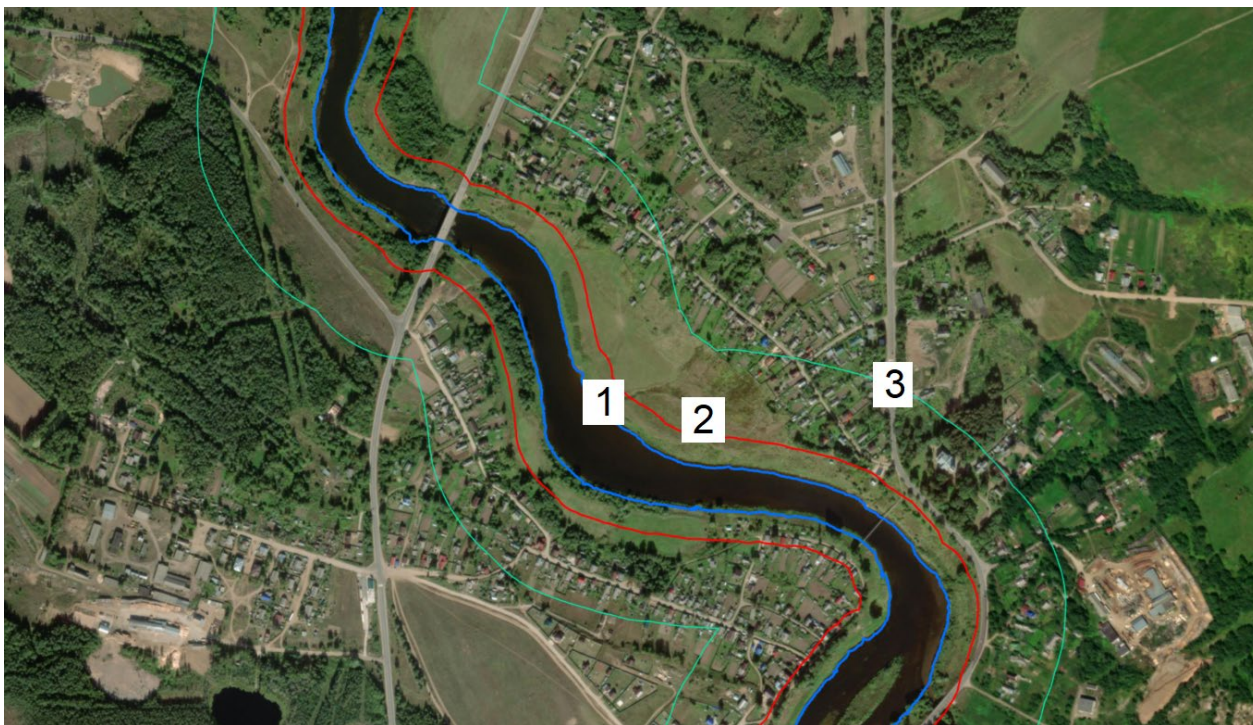


Рис. 5. Схема участка реки Мста с нанесенными: 1) береговой линией, 2) прибрежной защитной полосой, 3) водоохранной зоной

В соответствии с Водным кодексом Российской Федерации [8] ширина водоохранной зоны устанавливается в зависимости от протяженности реки от истока до устья. Ширина водоохранной зоны рек или ручьев устанавливается от их истока для рек или ручьев протяженностью:

- до 10 км – 50 м;
- от 10 до 50 км – 100 м;
- от 50 и более – 200 м.

Река Мста протекает на северо-западе Европейской части России, в Тверской и Новгородской областях и имеет протяженность 445 км. Необходимая ширина водоохранной зоны составила 200 м.

Ширина прибрежной защитной полосы устанавливается в зависимости от уклона берега водного объекта и составляет тридцать метров для обратного или нулевого уклона, сорок метров для уклона до трех градусов и пятьдесят метров для уклона три и более градуса.

Построение цифровой модели рельефа (ЦМР) и определение уклона берега было произведено в программном обеспечении ArcGIS с использованием

триангуляции Делоне. Для чего использовался класс «Земля», полученный после классификации облака точек лазерного сканирования. Использование инструментов ArcGIS достаточно распространено и хорошо описано в отечественной и зарубежной литературе [9].

Уклон берега на изучаемом участке реки более трёх градусов, поэтому ширина прибрежной защитной полосы составит 50 м. Помимо определения уклона поверхности ЦМР необходима для выявления и мониторинга протекания опасных экзогенных процессов в береговой зоне, определения уровней затопления при паводках и иных гидрологических задач [10–17].

### ***Заключение***

Предлагаемый подход мониторинга водных объектов с использованием технологии воздушного лазерного сканирования может быть успешно использован при информационном обеспечении задач кадастрового учета водных объектов, а также при разработке комплекса решений при управлении прибрежными территориями в границах населенных пунктов.

Интегрированный подход к управлению прибрежными территориями предполагает, что любая деятельность здесь должна сопровождаться комплексной оценкой воздействия на окружающую среду для соблюдения интересов всех отраслей, включая охрану природы [18, 19].

Огромным плюсом при проведении анализа изменений в прибрежной зоне являются данные лазерного сканирования, которые позволяют получить количественные характеристики протекающих опасных природных и антропогенных процессов, оценить их динамику. Динамика изменения берегов индивидуальна для каждого объекта, имеет свою специфику, связанную с типом грунтов и объемом водостока, антропогенными процессами [2, 20].

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Глоссарий по Кадастру береговой (прибрежной) зоны / Г. Г. Гогоберидзе, В. А. Жамойда, Е. Н. Нестерова Д.В. Рябчук, М.А. Спиридонов. – Санкт-Петербург : Российский государственный гидрометеорологический университет, 2008. – 95 с.
2. Исследование возможностей применения квадрокоптера для съемки береговой линии обводненного карьера с целью государственного кадастрового учета / И. М. Ламков, А. Ю. Чермошенцев, С. А. Арбузов, А. П. Гук // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). – 2016. – № 4(36). – С. 200–209.
3. Об утверждении требований к описанию местоположения береговой линии (границы водного объекта) : приказ Минэкономразвития России от 23.03.2016 № 164 (зарегистрировано в Минюсте России 28.04.2016 № 41951). – Доступно на: <https://ivo.garant.ru/#/document/71389718/paragraph/1:0> (дата обращения 27.04.2024).
4. Сравнительная оценка воздушного лазерного сканирования и аэрофотосъемки с беспилотных летательных аппаратов / Р. А. Друзь, А. В. Протасова, Ш. Р. Охунов, А. В. Кшановская // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2023. – № 5. – С. 130–141. – DOI 10.25018/0236\_1493\_2023\_5\_0\_130.
5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022662888. Технологическая цифровая платформа мониторинга природно-технологической среды; дата рег. 07.07.2022: опубл. 07.07.2022 / Д. В. Долгополов, Р. А. Камашев, Д. С. Назаров,

- М. С. Удовиченко. – Режим доступа: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_49198307\\_61108071.PDF](https://elibrary.ru/download/elibrary_49198307_61108071.PDF) (дата обращения 27.04.2024).
6. ArcGIS GeoAnalytics Engine // Сайт ESRI. Доступно на: <https://www.esri.com/ru-ru/arcgis/products/arcgis-geoanalytics-engine/overview> (дата обращения 27.04.2024).
  7. ГОСТ 51608-2000. Карты цифровые топографические. Требования к качеству цифровых топографических карт. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс»
  8. Водный кодекс Российской Федерации: федер. Закон: [принят Гос. Думой 12 апр. 2006 г.: одобрен Советом Федерации 26 мая 2006 г.]: офиц. текст. – М.: Омега-Л, 2016. – 42 с.
  9. LIDAR to Digital Elevation Models // Сайт Christian Haller. Доступно на: <https://www.christianhaller.me/blog/projectblog/2020-03-29-LIDAR-to-DEM/> (дата обращения 27.04.2024).
  10. Верхотуров А.А., Мелкий В.А. Геоинформационное обеспечение прогнозирования зон затоплений на юге Сахалина // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий) . – 2021. – Т. 26. – № 2. – С. 115–126.
  11. Долгополов Д.В., Баборыкин М.Ю., Мелкий В.А. Мониторинг опасных геологических процессов при строительстве и эксплуатации объектов трубопроводного транспорта по данным дистанционного зондирования Земли // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2021. – Т. 4(1). – С. 25–32. DOI 10.33764/2618-981X-2021-4-1-25-32.
  12. Жоров В.А., Зырянова Т.А., Ловцкая О.В., Постнова И.С., Яковченко С. Г. Использование ГИС ArcView 3.2 и программного продукта НЕС-4 при моделировании зон затопления паводковыми водами // ИнтерКарто. ИнтерГИС. – 2016. – Т. 15. – № 2. – С. 385–391.
  13. Зенкин О.В., Мелкий В.А., Малинников В.А., Долгополов Д.В. Прогнозирование поверхностного стока половодий и дождевых паводков // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2015. – № 3. – С. 79–84.
  14. Мелкий В.А., Долгополов Д.В., Верхотуров А.А. Возможности использования космических снимков для наблюдения затоплений на трубопроводах // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2020. – Т. 4. – № 1. – С. 21–28.
  15. Пьянков С.В., Шихов А.Н. Опасные гидрометеорологические явления: режим, мониторинг, прогноз. – Пермь: Изд-во ООО «Раритет-Пермь», 2014. – 296 с.
  16. Lappas V., Kostopoulos V.A. Survey on Small Satellite Technologies and Space Missions for Geodetic Applications. Satellites Missions and Technologies for Geosciences. – 2020. Pp. 123. DOI: 10.5772/intechopen.92625
  17. Tarolli P., Mudd S.M. Introduction to remote sensing of geomorphology. Developments in Earth Surface Processes. – 2020. – V. 23. – Pp. XIII–XV. DOI: 10.1016/B978-0-444-64177-9.09992-6
  18. Братков В.В., Заурбеков Ш.Ш., Мелкий В.А., Вазарханов И.С. Геоэкология: учебник. – М., Кнорус, 2021. – 280 с.
  19. Richards J.A. Remote Sensing Digital Image Analysis. Textbook. 6th ed. – Berlin, Springer-Verlang, 2022. – 503 p. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-82327-6>
  20. Беленко О.А., Трубина Л.К., Полковников А.О. Особенности установления ЗОУИТ по экологическим требованиям в Новосибирске // Экология урбанизированных территорий. – 2022. – № 2. – С. 60–66.

© В. В. Никольский, Д. А. Веретельник, Д. В. Долгополов, В. А. Мелкий, 2024

## СОДЕРЖАНИЕ

1. А. А. Цхай, В. Ю. Агейков, М. А. Романов. О моделировании биогенных циклов в экосистеме Телецкого озера .....	3
2. А. П. Щербатюк. Роль современных модельных природных объектов в определении процессов горообразования в позднем палеозое, в эпоху интенсивного горообразования (герцинская складчатость), на примере Уральских гор .....	10
3. Э. Р. Мирмахмудов, Г. М. Тлеумуратова, А. Р. Адамбаев. О совершенствовании координатной основы уровенных постов низовья реки Амударья по ГНСС измерениям.....	17
4. В. А. Соколов, О. П. Втюрина, А. А. Злобин, О. Ю. Москвич. Структура и динамика лесов Сибири.....	23
5. Г. А. Иванова, В. А. Иванов. Географичность лесных пожаров на территории Средней Сибири.....	30
6. И. В. Фуряев, С. В. Жила. Изменение пожарной опасности нарушенных темнохвойных насаждений средней и южной Сибири .....	35
7. К. А. Семенова, Е. С. Волкова. Климатические ресурсы для выращивания картофеля на юге Томской области.....	42
8. С. П. Казьмин, О. В. Климов. Прогноз экологических изменений в связи с динамикой климата .....	50
9. О. Н. Николаева, И. А. Краснопольский. О дискретном подходе к картографированию шумового загрязнения в населённых пунктах.....	55
10. Д. В. Шебеко, В. А. Иванов, Г. А. Иванова, Е. О. Бакшеева. Выбросы парниковых газов от лесных пожаров на территории Среднесибирского подтаежно-лесостепного района .....	63
11. О. Г. Бендер. Состояние фотосинтетического аппарата различных экотипов <i>Pinus rufula</i> в зимне-весенний период.....	70
12. С. К. Фарбер, А. А. Мартынов, Н. С. Кузьмик. Эколого-экономическая доступность насаждений лесостепи Красноярского края.....	78
13. В. В. Вечеров, А. А. Макарова. Использование данных важнейшего инновационного проекта государственного значения «Единая национальная система мониторинга климатически активных веществ» для установления зависимостей между дешифровочными и таксационными характеристиками основных лесообразующих пород.....	82
14. Ю. С. Ларина. Основные виды воздействия газопроводов высокого давления на компоненты окружающей среды.....	88
15. Ю. И. Коваль, И. В. Васильцова, И. И. Бочкарева. Лекарственные растения Новосибирской области как дополнительные экзогенные источники биологически активных веществ.....	95



16. Д. В. Панов, А. Ю. Кудряшов, А. Н. Спиридонова, И. И. Бочкарева. Использование геопортала открытых данных МЧС России для моделирования чрезвычайных ситуаций.....	103
17. И. Г. Фюттик, О. В. Колодяжная. Критерии трансформации экономики транспортного комплекса Сибири под воздействием факторов окружающей среды .....	109
18. И. И. Бочкарева. Транспорт как источник городского шума .....	116
19. В. А. Хамедов. Формирование регионального Центра компетенций по использованию результатов космической деятельности в Новосибирской области.....	122
20. Е. В. Миляева,, Н. П. Миронычева-Токарева. Продуктивность растений доминантов степных экосистем юга Западной Сибири.....	128
21. О. А. Лисакова. Функциональное использование городских территорий на примере Ленинского района г. Новосибирска .....	135
22. А. С. Огудов, О. А. Савченко, Е. А. Майманова. Заболеваемость детского населения как показатель качества окружающей среды горно-промышленных регионов .....	141
23. Ю. В. Бойко, Л. Ю. Анопченко. Охрана окружающей среды на промышленном предприятии первой категории.....	149
24. Е. В. Буртовая, Е. И. Баранова. Анализ экологического состояния и проблемы загрязнения г. Караганды.....	158
25. Д. А. Айтжанова, Е. И. Баранова. Экологический анализ ЗОУИТ тепловых электростанций: текущее состояние и перспективы развития.....	164
26. А. В. Райкова, Е. К. Вишнякова. Углерод в фитомассе лугов Новосибирской области.....	173
27. Н. А. Контаева. Развитие сетей фандоматов как элемент системы раздельного накопления твердых коммунальных отходов в России.....	177
28. В. В. Никольский, Д. А. Веретельник, Д. В. Долгополов, В. А. Мелкий. Применение воздушного лазерного сканирования для информационного обеспечения задач кадастрового учета водных объектов.....	184

## CONTENTS

1. A. A. Tskhai, V. Y. Ageikov, M. A. Romanov. On modeling of biogenic cycles in the ecosystem of the Lake Teletskoye .....	3
2. A. P. Shcherbatyuk. The role of modern model natural objects in determining the processes of mountain building in the late Paleozoic, during the era of intense mountain building (Hercynian folding), using the example of the Ural Mountains .....	10
3. E. Mirmakhmudov , G. Tleumuratova, A. Adambaev. On improving the coordinate basis of level posts of the lower reaches of the Amudarya River using GNSS measurements .....	17
4. V. A. Sokolov, O. P. Vtyurina, A. A. Zlobin, O. Yu. Moskvich. Siberian Forest Structure and Dynamics .....	23
5. G. A. Ivanova, V. A. Ivanov. Dynamics of forest fires in the forest districts of Central Siberia.....	30
6. I. V. Furyaev, S. V. Zhila. Changes in the fire hazard of disturbed dark coniferous plantations in central and southern Siberia .....	35
7. K. A. Semenova, E. S. Volkova. Climatic resources for potato cultivation in the south of the Tomsk region.	
8. S. P. Kazmin, O. V. Klimov. Forecast of environmental changes due to climate dynamics .....	50
9. O. N. Nikolaeva , Il. A. Krasnopol'skij. On a discrete approach to noise mapping in city areas.....	55
10. D. V. Shebeko, V. A. Ivanov, G. A. Ivanova, E. O. Baksheeva. Greenhouse gas emissions from forest fires in the Central Siberian subtaiga-forest-steppe region .....	63
11. O. G. Bender. The photosynthetic apparatus state <i>Pinus pumila</i> ecotypes in the winter-spring season.....	70
12. S. K. Farber, A. A. Martynov, N. S. Kuzmik. Ecological and economic accessibility of forest-steppe plantations of the Krasnoyarsk region.....	78
13. V. V. Veчерov, A. A. Makarova. The use of data from the most important innovative project of national importance «Unified national monitoring system of climatically active substances» to establish dependencies between the decryption and taxation characteristics of the main forest-forming species.....	82
14. Y. S. Larina. The main types of effects of high-pressure gas pipelines on environmental components.....	88
15. Yu. I. Koval, I. V. Vasil'tsova, I. I. Bochkareva. Medicinal plants of the Novosibirsk region as additional exogenous sources biologically active substances .....	95

16. D. V. Panov, A. Y. Kudryashov, A. N. Spiridonova, I. I. Bochkareva. Using the open data geoportal of the Ministry of Emergency Situations of Russia for emergency situations modeling.....	103
17. I. G. Futik, O. V. Kolodyazhna. Criteria for the transformation of the economy of the Siberian transport complex under the influence of environmental factors .....	109
18. I. I. Bochkareva. Transport as a source of urban noise.....	116
19. V. A. Khamedov. Formation of a regional Competence center for the use of the results of space activities in the Novosibirsk region .....	122
20. E. V Milyaeva, N. P. Mironycheva-Tokareva. Productivity of plants of the dominant steppe ecosystems of the south of Western Siberia.....	128
21. O. A. Liskova. Functional use of urban areas on the example of the Leninsky district of Novosibirsk .....	135
22. A. S. Ogudov, O. A. Savchenko 1, E. A. Maymanova. Morbidity among children as an indicator of environmental quality in mining regions .....	141
23. Y. V. Boyko , L. Yu. Anopchenko. Environmental protection at an industrial enterprise first category.....	149
24. E. V. Burtovaya, E. I. Baranova. Environmental Analysis and Pollution Problems in Karaganda.....	158
25. D. A. Aitzhanova, E. I. Baranova. Environmental analysis of ZOUIT thermal power plants: current status and development prospects.....	164
26. A. V. Raikova E. K. Vishnyakova. Carbon in the phytomass of meadows of the Novosibirsk region.....	173
27. N. A. Kontaeva. Development of fandonat networks as an element of the system of separate accumulation of municipal solid waste in Russia.....	177
28. V. V. Nikolskiy, D. A. Veretelnik, D. V. Dolgopolov, V. A. Melkiy. The use of aerial laser scanning for information support of the tasks of cadastral registration of water bodies .....	184

*Научное издание*

# **ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ**

**XX Международный научный конгресс**

**Сборник материалов в 8 т.**

**Т. 4**

**Международная научная конференция**

**«ДИСТАНЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ЗОНДИРОВАНИЯ  
ЗЕМЛИ И ФОТОГРАММЕТРИЯ, МОНИТОРИНГ  
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, ГЕОЭКОЛОГИЯ»**

**№ 2**

**Материалы публикуются в авторской редакции**

**Компьютерная верстка *О. И. Голиков***

Изд. лиц. ЛР № 020461 от 04.03.1997.

Подписано в печать 29.07.2024. Формат 60 × 84 1/16.

Усл. печ. л. 11,39. Тираж 34 экз. Заказ 99.

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.