УСПЕХИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

№ 4 2021

ISSN 1681-7494

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ – 0,823

Пятилетний импакт-фактор РИНЦ – 0,300 **Журнал издается с 2001 г.**

Электронная версия: http://www.natural-sciences.ru

Правила для авторов: http://www.natural-sciences.ru/ru/rules/index

Подписной индекс по электронному каталогу «Почта России» – П7816

Главный редактор
Ледванов Михаил Юрьевич, д.м.н., профессор

Зам. главного редактора
Курзанов Анатолий Николаевич, д.м.н., профессор

Ответственный секретарь редакции
Бизенкова Мария Николаевна, к.м.н.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

д.с.-х.н., доцент Абдулвалеев Р.Р. (Уфа); д.г.-м.н., проф., Абилхасимов Х.Б. (Астатна); д.т.н., проф. Айдосов А. (Алматы); д.г.-м.н., проф., Алексеев С.В. (Иркутск); д.х.н., проф., Алоев В.З. (Нальчик); д.г.н., проф. Андреев С.С. (Ростов-на-Дону); д.г.н., доцент, Андреева Е.С. (Ростов-на-Дону); д.с.-х.н., доцент Анищенко Л.Н. (Брянск); д.с.-х.н., проф. Байрамбеков Ш.Б. (Камызяк); д.т.н., проф. Бейсембаев К.М. (Караганда); д.т.н., проф. Белозеров В.В. (Ростов-на-Дону); д.б.н., доцент Белоус О.Г. (Сочи); д.с.-х.н., проф. Берсон Г.З. (Великий Новгород); д.г.-м.н., проф. Бондарев В.И. (Екатеринбург); д.т.н., профессор Галкин А.Ф. (Ухта); д.г.-м.н., проф. Гавришин А.И. (Новочеркасск); д.с.-х.н., Горбачева А.Г. (Пятигорск); д.с.-х.н., Горянин О.И. (Самара); д.г.-м.н., проф. Гусев А.И. (Бийск); д.с.-х.н., проф. Данилин И.М. (Красноярск); д.б.н., доцент Долгов А.В. (Мурманск); д.э.н., проф. Долятовский В.А. (Ростов-на-Дону); д.х.н., проф. Дресвянников А.Ф. (Казань); д.г.н., проф. Егорина А.В. (Усть-Каменогорск); д.т.н., проф. Ерофеев В.И. (Томск); д.с.-х.н., проф. Залесов С.В. (Екатеринбург); д.с.-х.н., доцент Захарченко А.В. (Томск); д.с.-х.н., проф. Зволинский В.П. (Волгоград); д.х.н., проф. Ивашкевич А.Н. (Москва); д.б.н., доцент Кавцевич Н.Н. (Мурманск); д.т.н., проф. Калякин С.А. (Донецк); д.с.-х.н., проф. Караев М.К. (Махачкала); д.г.-м.н., проф. Кашаев А.А. (Иркутск); д.ф.-м.н., проф. Кобрунов А.И. (Ухта); д.г.-м.н., доцент Копылов И.С. (Пермь); д.г.-м.н., проф. Костицын В.И. (Пермь); д.с.-х.н., проф. Костылев П.И. (Зерноград); д.э.н., проф. Косякова И.В. (Самара); д.с.-х.н., Коцарева Н.В. (Белгород); д.т.н., доцент Кузяков О.Н. (Тюмень); д.г.-м.н., проф. Кучеренко И.В. (Томск); Д.б.н., проф. Ларионов М.В. (Саратов); д.г.-м.н., проф. Лебедев В.И. (Кызыл); д.ф.-м.н., проф. Лерер А.М. (Ростов-на-Дону); д.г.н., проф. Луговской А.М. (Москва); д.г.-м.н., проф. Мельников А.И. (Иркутск); д.т.н., проф. Мусаев В.К. (Москва); д.т.н., доцент Нехорошева А.В. (Ханты-Мансийск); д.с.-х.н., Никитин С.Н.(Ульяновск); д.с.-х.н., Оказова З.П. (Владикавказ); д.с.-х.н., проф. Партоев К. (Душанбе); д.с.-х.н., проф. Петелько А.И. (Мценск); д.т.н., проф. Петров М.Н. (Красноярск); д.т.н., проф. Пирумян Г.П. (Ереван); д.с.-х.н., проф. Проездов П.Н. (Саратов); д.г.-м.н., проф. Сакиев К.С. (Бишкек); д.б.н. Сибикеев С.Н. (Саратов); д.с.-х.н., доцент Сокольская О.Б. (Саратов); д.т.н., проф. Степанов В.В. (Санкт-Петербург); д.т.н., проф. Тарасенко А.А. (Тюмень); д.т.н. Теплухин В.К. (Октябрьский); д.э.н., проф. Титов В.А. (Москва); д.с.-х.н., проф. Титов В.Н. (Саратов); д.с.-х.н., проф. Тихановский А.Н. (Салехард); д.г.-м.н., проф. Трофименко С.В. (Нерюнгри); д.т.н., проф. Ульрих Е.В. (Кемерово); д.г.н., проф. Чодураев Т.М. (Бишкек); д.с.-х.н., проф. Шамшиев Б.Н. (Ош); д.т.н., проф. Шантарин В.Д. (Тюмень); д.т.н., проф. Шатов А.А. (Уфа); д.ф.-м.н., проф. Ширапов Д.Ш. (Улан-Удэ); д.т.н., проф. Шишелова Т.И. (Иркутск); д.ф.-м.н., проф. Шугунов Л.Ж. (Нальчик); д.г.-м.н., проф. Юргенсон Г.А. (Чита); д.г.н., проф. Яковенко Н.В. (Воронеж); д.т.н., проф. Ямалетдинова К.Ш. (Челябинск)

Журнал «УСПЕХИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ» зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Свидетельство – **ПИ № ФС 77-63398.**

Все публикации рецензируются. Доступ к электронной версии журнала бесплатный.

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ – 0,823.

Пятилетний импакт-фактор РИНЦ – 0,300.

Журнал зарегистрирован в Centre International de l'ISSN. ISSN 1681-7494.

Журнал включен в Реферативный журнал и Базы данных ВИНИТИ.

Учредитель, издательство и редакция:
ООО ИД «Академия Естествознания»

Почтовый адрес: 105037, г. Москва, а/я 47
Адрес редакции и издателя: 440026, Пензенская область, г. Пенза, ул. Лермонтова, 3

Ответственный секретарь редакции
Бизенкова Мария Николаевна
+7 (499) 705-72-30
E-mail: edition@rae.ru

Подписано в печать – 30.04.2021
Дата выхода номера – 31.05.2021

Формат 60x90 1/8
Типография
ООО «Научно-издательский центр
Академия Естествознания»,
410035, Саратовская область, г. Саратов, ул. Мамонтовой, 5

Техническая редакция и верстка
Байгузова Л.М.
Корректор
Галенкина Е.С., Дудкина Н.А.

Способ печати – оперативный.
Распространение по свободной цене.
Усл. п.л. 14,5
Тираж – 1000 экз.
Заказ. УСЕ/4-2021
Подписной индекс П7816

© ООО ИД «Академия Естествознания»

СОДЕРЖАНИЕ

Сельскохозяйственные науки (06.01.00, 06.03.00)

СТАТЬИ

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ФАУТНУЮ ОСИНУ

Дружинин Ф.Н., Васильева О.А., Берсенева Л.В., Елизаров А.Р., Парфенов И.С. 7

К ПРОБЛЕМЕ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ТЕРРИТОРИЙ ДОУ (НА ПРИМЕРЕ МКДОУ РГБУЗ «ЧЕРКЕССКИЙ ГОРОДСКОЙ ДОМ РЕБЁНКА» Г. ЧЕРКЕССК)

Друп В.Д., Стукало В.А., Степаненко Е.Е., Зеленская Т.Г., Мухина О.В., Халикова В.А. 13

ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ И СПЕКТРОВ ИЗЛУЧЕНИЯ СВЕТОДИОДНЫХ СВЕТИЛЬНИКОВ НА РОСТ И МОРФОГЕНЕЗ САЛАТА ЛИСТОВОГО

Плотникова Л.Я., Самойлов В.Н. 21

КОНКУРЕНЦИЯ МЕЖДУ ДЕРЕВЬЯМИ В 55-ЛЕТНИХ КУЛЬТУРАХ СОСНЫ

Рогозин М.В. 27

К ВОПРОСУ МОРОЗОУСТОЙЧИВОСТИ И ЗИМОСТОЙКОСТИ ВИДОВ РОДА *GLEDITSIA* L. В УСЛОВИЯХ РЕГИОНА СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЫ

Семенютина А.В., Мельник К.А. 33

Науки о Земле (25.00.00)

СТАТЬИ

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВ ПОСТСЕЛИТЕБНЫХ ГЕОСИСТЕМ

Агафонов В.А. 39

АНАЛИЗ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ЗАЛЕГАНИЯ МЕДНОКОЛЧЕДАННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Аллабердин А.Б., Валеев А.С., Зубков Ар.А. 44

КОЭФФИЦИЕНТ ДИНАМИЧНОСТИ ЗА 50 ЛЕТ ПЛОЩАДИ ПО КАТЕГОРИЯМ ЗЕМЕЛЬНОГО КАДАСТРА ВОЛЖСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

Мазуркин П.М., Ефимова Е.А. 52

ПРИОРИТЕТНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ РАЗВИТИЯ КОНЦЕПЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ТУРИЗМА

Максименко А.Г., Камбарова Е.А. 59

ОБЛОМОЧНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ПЕСЧАНЫХ ПОРОД МЕЛА ЗАПАДНО-САХАЛИНСКОГО ТЕРРЕЙНА: СОСТАВ И ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ ПРИРОДА

Малиновский А.И. 64

ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВ ПРИДОРОЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ВСЛЕДСТВИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОТИВОГОЛОЛЕДНЫХ РЕАГЕНТОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ФИТОЦЕНОЗЫ

Романова И.В. 71

ВОДНЫЙ РЕЖИМ ЗАРОСЛЕЙ ОБЛЕПИХИ КРУШИНОВИДНОЙ (*HIPPOPHAE RHAMNOIDES*) ПОБЕРЕЖЬЯ ОЗЕРА ИССЫК-КУЛЬ

Тотубаева Н.Э., Дуйшебекова С.Б., Кожобаев К.А. 77

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ БАССЕЙНА РЕКИ ШЕШМА

Урбанова О.Н., Семанов Д.А., Горшкова А.Т., Мутыгуллина Ю.В., Бортникова Н.В., Рыков Р.А. 84

ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА ПЛОТНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Фаронова Ю.В., Ахунов А.Р., Тельнова Т.П., Литвинова С.А., Халилова А.Б. 91

ПАМЯТНИКИ ПРИРОДЫ: ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЫ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Шангариева А.Р., Помазкова Н.В. 97

ИЗМЕНЕНИЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПЛОЩАДКИ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОД ВЛИЯНИЕМ ИНЖЕНЕРНО-ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА (НА ПРИМЕРЕ ОДНОГО ИЗ МНОГОКВАРТИРНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ В ЦЕНТРАЛЬНОМ ЗАБАЙКАЛЬЕ)

Шестернев Д.Д. 104

ОБЗОРЫ

К ВОПРОСУ ОБ АДАПТАЦИИ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА К УСЛОВИЯМ ЖИЗНИ В СЕВЕРНОМ РЕГИОНЕ

Багнетова Е.А., Малюкова Т.И., Болотов С.В. 111

CONTENTS

Agricultural sciences (06.01.00, 06.03.00)

ARTICLES

ECONOMIC ASSESSMENT OF CHEMICAL IMPACTS ON FAUT ASPEN

Druzhinin F.N., Vasileva O.A., Berseneva L.V., Elizarov A.R., Parfenov I.S. *7*

ON THE PROBLEM OF LANDSCAPING OF TERRITORIES OF PRESCHOOL EDUCATIONAL INSTITUTIONS (ON THE EXAMPLE OF THE RGBUZ «CHILDREN'S HOME» IN CHERKESSK)

Drup V.D., Stukalo V.A., Stepanenko E.E., Zelenskaya T.G., Mukhina O.V., Khalikova V.A. *13*

INFLUENCE OF THE INTENSITY AND IRRADIATION SPECTRA OF LED LAMPS ON THE GROWTH AND MORPHOGENESIS OF LETTUCE

Plotnikova L.Ya., Samoilov V.N. *21*

COMPETITION BETWEEN TREES IN 55-YEAR-OLD PINE CROPS

Rogozin M.V. *27*

ON THE QUESTION OF FROST RESISTANCE AND WINTER HARDINESS OF SPECIES OF THE GENUS *GLEDITSIA* L. IN THE CONDITIONS OF THE DRY-STEPPE ZONE REGION

Semenyutina A.V., Melnik K.A. *33*

Earth sciences (25.00.00)

ARTICLES

PRELIMINARY GEOCHEMICAL ASSESSMENT OF SOILS OF POST-SETTLEMENT GEOSYSTEMS

Agafonov V.A. *39*

ANALYSIS OF MINING AND GEOLOGICAL CONDITIONS OF OCCURRENCE OF COPPER-CHIPPED DEPOSITS

Allaberdin A.B., Valeev A.S., Zubkov A.A. *44*

DYNAMIC COEFFICIENT FOR 50 YEARS OF AREA BY CATEGORIES OF THE LAND CADASTER OF THE VOLGA MUNICIPALITY OF THE REPUBLIC OF MARIY EL

Mazurkin P.M., Efimova E.A. *52*

PRIORITY TOOLS FOR DEVELOPMENT OF ECOLOGICAL TOURISM CONCEPTS

Maksimenko A.G., Kambarova E.A. *59*

DETRITAL COMPONENT OF THE CRETACEOUS SANDY ROCKS OF THE WEST SAKHALIN TERRANE: COMPOSITION AND GEODYNAMIC NATURE

Malinovsky A.I. *64*

ASSESSMENT OF THE DYNAMICS OF SOIL SALINIZATION IN ROADSIDE DUE TO ANTI-ICING REAGENTS APPLICATION AND THEIR EFFECT ON PHYTOCENOSES

Romanova I.V. *71*

WATER REGIME OF SEA BUCKTHORN (*HIPPOPHAE RHAMNOIDES*) OF THE ISSYK-KUL LAKE COAST

Totubaeva N.E., Duyshebekova S.B., Kozhobaev K.A. *77*

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF HYDROLOGICAL PARAMETERS OF THE SHESHMA RIVER BASIN

Urbanova O.N., Semanov D.A., Gorshkova A.T., Mutygullina Yu.V., Bortnikova N.V., Rykov R.A. *84*

GEOGRAPHICAL EXPERTISE OF POPULATION DENSITY
OF THE RUSSIAN FEDERATION

Faronova Yu.V., Akhunov A.R., Telnova T.P., Litvinova S.A., Khalilova A.B. 91

NATURE MONUMENTS: PROBLEMS OF PROTECTION AND USE

Shangarieva A.R., Pomazkova N.V. 97

CHANGES IN THE ENGINEERING AND GEOLOGICAL CONDITIONS
OF THE CONSTRUCTION SITE UNDER THE INFLUENCE
OF HUMAN ENGINEERING AND ECONOMIC ACTIVITY
(ON THE EXAMPLE OF ONE OF THE MULTI-APARTMENT
RESIDENTIAL BUILDINGS IN CENTRAL TRANSBAIKALIA)

Shesternev D.D. 104

REVIEWS

ADAPTING THE HUMAN BODY TO LIVING CONDITIONS IN THE NORTHERN REGION

Bagnetova E.A., Malyukova T.I., Bolotov S.V. 111

СТАТЬИ

УДК 630*24

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ФАУТНУЮ ОСИНУ

[1,2]Дружинин Ф.Н., [2,3]Васильева О.А., [2,3]Берсенева Л.В., [2]Елизаров А.Р., [2,3]Парфенов И.С.

[1]ФБУ «СевНИИЛХ» Вологодская региональная лаборатория, Вологда;
[2]ФГБОУ ВО «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина», Вологда;
[3]ООО МИП «ЛАГ», Вологда, e-mail: drujinin@mail.ru, vasilekvasilekov@mail.ru

Результатом хозяйственной деятельности в лесном фонде является трансформация количественной и качественной структуры насаждений. Смена пород под воздействием антропогенных факторов вызвана следующими причинами: уничтожением в процессе лесосечных работ подроста хозяйственно ценных пород; лесоводственными и экологическими свойствами лиственных пород, которые на начальных этапах развития являются более конкурентоспособными. На месте коренных древостоев (ельников и сосняков) формируются менее ценные древостои, лиственные и лиственно-хвойные, в которых хвойные породы занимают в лучшем случае согосподствующий ярус, а в худшем – значительно снижают свое долевое участие в составах древостоев. До 90–95% размножения осины происходит пневой порослью и корневыми отпрысками. Вегетативные побеги угнетают не только лесные культуры, но и молодое поколение целевых пород естественного происхождения, что приводит к смене низкотоварной березой и фаутной осиной. Традиционные меры борьбы с нежелательной древесной и кустарниковой растительностью не только трудоемки, но и недостаточно эффективны. Это связано с тем, что после спиливания наземных частей происходит обильное появление вегетативных побегов у лиственных пород и возникает необходимость уже через 2–3 года проведения повторных уходов. В связи с этим единственным надежным средством снижения себестоимости и повышения эффективности работ по воспроизводству лесов является внедрение химического метода для борьбы с нежелательной растительностью. Предлагаемый уход по регулированию количественного и качественного состава формируемого молодого поколения леса позволяет существенно повысить эффективность лесовосстановления.

Ключевые слова: сплошные рубки, лесовосстановление, химический метод, фаутная осина, инъекция, арборицид

ECONOMIC ASSESSMENT OF CHEMICAL IMPACTS ON FAUT ASPEN

[1,2]Druzhinin F.N., [2,3]Vasileva O.A., [2,3]Berseneva L.V., [2]Elizarov A.R., [2,3]Parfenov I.S.

[1]FBU «SevNIILKH» Vologda Regional Laboratory, Vologda;
[2]Vologda State Dairy Academy named N.V. Vereschagin, Vologda;
[3]OOO MIP «LAG», Vologda, e-mail: drujinin@mail.ru, vasilekvasilekov@mail.ru

The result of economic activity in the forest fund is the transformation of the quantitative and qualitative structure of plantations. The change of species under the influence of anthropogenic factors is caused by the following reasons: destruction of the undergrowth of commercially valuable species in the process of logging operations; silvicultural and ecological properties of deciduous species, which are more competitive at the initial stages of development. In place of primary forest stands (spruce and pine forests), less valuable forest stands and deciduous-conifers are formed, in which conifers occupy, at best, a co-dominant layer, and at worst, significantly reduce their share in the composition of forest stands. Up to 90-95% of aspen reproduction occurs by pneumatic shoots and root suckers. Vegetative shoots oppress not only forest crops, but also the young generation of target species of natural origin, which leads to their replacement by low-commodity birch and faut aspen. Traditional measures to combat unwanted tree and shrub vegetation are not only laborious, but also insufficiently effective. This is due to the fact that after cutting down the ground parts, there is an abundant appearance of vegetative shoots in deciduous species and it becomes necessary to carry out repeated cares after 2-3 years. In this regard, the only reliable way to reduce the cost and increase the efficiency of forest reproduction is the introduction of a chemical method to combat unwanted vegetation. The proposed care for the regulation of the quantitative and qualitative composition formed by the young generation of the forest can significantly increase the efficiency of reforestation.

Keywords: a clear-cutting, a reforestation, the chemical method, a faulty aspen, an injection, an arboricide

Возрастающее из года в год освоение лесов обязывает общество своевременно восстанавливать вырубаемые насаждения, в том числе и их функциональное значение, заключающееся в выполнении водоохранной, защитной, рекреационной и других функций. Восстановление лесов является сложной и ответственной задачей, требующей больших затрат трудовых и денежных ресурсов. Уход за лесом относится к наиболее трудоемким лесохозяйственным работам. На этот комплекс мероприятий на разных стадиях лесовыращивания приходится до 70–80% трудозатрат [1].

Цель исследования – экономическая оценка усовершенствованной технологии заготовки древесины, предусматривающей снижение вегетативной способности осины

в лесах Европейского Севера и затрат на лесовосстановление хвойных пород.

Материалы и методы исследования

Объектами исследования являлись постоянные и временные пробные площади, закладываемые в лесосечном фонде (табл. 1). Подбор этих объектов выполнялся с учетом принятой для условий Европейского Севера схеме групп типов леса. Пробные площади (ПП) закладывались в соответствии с методическими указаниями В.Н. Сукачёва и С.В. Зонна, ОСТ 56-69-83 «Пробные площади лесоустроительные. Методы закладки» [2].

Лесовосстановительные процессы на лесосеках после рубок изучались с учётом нормативных документов [3–5], методических указаний А.В. Побединского, С.Н. Санникова. Одновременно с этим фиксировался состав второстепенных и подлесочных пород. Для оценки возобновительных процессов под пологом леса, производилась закладка учетных площадок размером 2х5 м. Перечет подроста выполняли по древесным породам, их жизненному состоянию и категориям крупности. К категории мелкого подроста относили растения высотой 0,1–0,5 м, среднего – 0,6–1,5 м, крупного – высотой более 1,5 м.

В ходе применения химических уходов на фаутную осину первоначально выполнялись подготовительные работы, включающие расчистку от захламлённости, удаление мешающей растительности вблизи фаутных деревьев, спиливание сучьев, затрудняющих выполнение каждой технологической операции обработки. Инъекция осины производилась как без применения специальных инъекторов, так и с их использованием. Инъекции вводились в ствол дерева через 20–25 см по периметру. В каждое поранение вносилось по 1 мл неразбавленного препарата. Кроме этого работы выполнялись и без специальных инструментов. В этом случае работы производились двумя рабочими. Первый выполнял насечки, а другой простейшим дозатором вводил в эти насечки арборицид.

Насечки и введение арборицидов в стволовую древесину осины при использовании специальных инъекторов позволяли повысить производительность труда. Иглу в дерево вводили под углом 45 ° на уровне пояса или лап дерева, придерживая её рукой. Затем игла вталкивалась вдоль ствола дерева на 7–12 см сверху вниз. После заглубления на указанную глубину игла немного приподнималась обратно и вводился препарат плавным нажатием на ручку в течение 3–5 с. Ручка при этом не отпускалась, пока инъектор с иглой не был вынут из дерева. Наличие арборицида в инъекторе контролировалось визуально через стекло. Лучшее время для выполнения инъекций июль – август. При обработке в августе – октябре действие арборицидов проявляется лишь на следующий год [1].

Ввиду отсутствия типовых нормативно-технологических карт, норм времени на выполнение технологических операций для расчета затрат и определения себестоимости лесохозяйственных работ по применению химического воздействия на фаутную осину, выполнялся учет времени на выполнение каждой технологической операции. Все сведения о хронометраже рабочего времени отображались в специально разработанном полевом журнале (табл. 2).

В общей сложности хронометраж рабочего времени осуществлен в течение 30 ч с применением различных способов лесохозяйственного воздействия. На основании выполненного учета рабочего времени установлено следующее:

– среднее время на однократное технологическое обслуживание составляет 4–5 мин;

Таблица 1

Краткая характеристика экспериментальных участков с мерами хозяйственного воздействия на фаутную осину

Муниципальный район	Количество обработанных деревьев (шт.) по формам лесохозяйственного воздействия на фаутную осину		Состав насаждения
	С применением инъектора	С нанесением насечек ручным инструментов и введением арборицида шприцем	
Вологодский	84	44	7Б2Ос1Е
Грязовецкий	84	54	6Е4Ос+Б
Бабаевский	108	88	5Б3Ос1С1Е
Тотемский	50	59	4Б2Ос3Е1С

Таблица 2

Полевой журнал для учета времени на выполнение каждой технологической операции

Время суток	Технологическая операция	Затрачиваемое время по учетным деревьям, с											
		Диаметр, см											
	Заправка арборицидом инъектора (или шприца)												
	Время на переход от дерева к дереву												
	Нанесение насечек (3–4 шт.) инъектором одним человеком с последующим внесением арборицида												
	Нанесение насечек (3–4 шт.) топором одним человеком с последующим внесением арборицида												
	Обработка арборицидом												
	Время на переход от дерева к дереву												
	Фиксация дерева												
	Итого												

– затраты времени на переходы от одного дерева к другому – в пределах 9–12 с;

– технологические операции выполнялись в течение 6-часового рабочего дня;

– среднее время на обработку одного дерева – 1 мин 20 с при применении инъектора и 1 мин 50 с при применении ручных инструментов;

– средний расход на одно обрабатываемое арборицидом дерево составляет 6–8 мл препарата;

– площадь возможная для лесохозяйственного воздействия в течение рабочей смены составила: при использовании инъектора – от 2 до 9 га, в зависимости от долевого участия осины в составе древостоя; при использовании ручных инструментов – от 1,5 га до 7,0 га.

Затраты, связанные с инъекцией, определены на основе данных, полученных при хронометраже рабочего времени. Остальные лесохозяйственные работы исчислены по усредненным ставкам и расценкам на выполнение этих работ, действующих в настоящее время.

Важным экономическим показателем при определении цены лесохозяйственных работ и услуг является себестоимость [1]. При этом основания для затрат формируются, исходя из применяемых технологических процессов и производства реализуемых технологических операций. В их структуру входят:

– прямые затраты, связанные с проведением работ, обусловленные технологией и организацией производства, включая расходы на оплату труда рабочих;

– расходы по обеспечению нормальных условий труда и техники безопасности;

– расходы на обслуживание производственного процесса;

– другие виды затрат, необходимые для выполнения лесохозяйственных работ.

Кроме этого, в состав технологических затрат могут включаться расходы по транспортировке работников к месту работы и обратно в направлениях, не обслуживаемых пассажирским транспортом общего пользования.

Результаты исследования и их обсуждение

В Вологодской области преобладающими являются спелые и перестойные насаждения. При этом в насаждениях доминируют лиственные древостои (более 27% от общей площади). Под воздействием антропогенных и природных смен наибольшее распространение в регионе исследования получили березняки (3725,1 тыс. га). Они занимают в основном зеленомошную границу типов условий местопроизрастания. Осинники занимают 958,8 тыс. га и приурочены к богатым лесорастительным условиям. При этом данная порода присутствует с разным долевым участием в составах древостоев по хозяйственным секциям и группам пород. На территории региона исследования насчитывается 1091,3 тыс. га лесных земель, занимаемых осиновыми насаждениями, с общим запасом 206,7 млн м³. Кроме этого, осина присутствует в составах других типов древостоев с долевым ее участием от 1 до 3 единиц (табл. 3).

Запас сырорастущей древесины этой породы составляет от 10 до 60 м³/га. Средний объём одного ствола находится в пределах от 0,518 м³ до 1,544 м³.

Таблица 3

Представленность осины в составах приспевающих,
спелых и перестойных древостоев, вовлекаемых в хозяйственное освоение
на примере четырех муниципальных районов Вологодской области

Средний состав древостоя по лесным участкам	Средние таксационные показатели по осине				
	запас, $м^3$/га	высота, м	диаметр, см	объем одного ствола, $м^3$	количество стволов, шт/га
Бабаевский район					
4Е3С2Ос1Б ед. $Ол_с$, Ив	49	24	32	1,098	54
Тотемский район					
5Б2Ос2Е1С ед. Ив, $Ол_с$	48	25	24	0,558	86
Вологодский район					
8Е1Ос1$Ол_с$ ед. Ив	10	25	41	1,544	5
Грязовецкий район					
7Б3Ос+Е ед. Ив, $Ол_с$	59	24	24	0,518	127

При формировании насаждений целевого назначения предусмотрены следующие виды работ: подготовительные (отвод лесосек под заготовку спелой и перестойной древесины с выполнением мер лесохозяйственного воздействия на фаутную осину), основные (лесоводственная оценка успешности естественного лесовосстановления, подготовка почвы, искусственное лесовосстановление) и последующие (трехкратные агротехнические и лесоводственные уходы, отвод под рубки ухода в молодняках, однократные осветления и прочистки) работы.

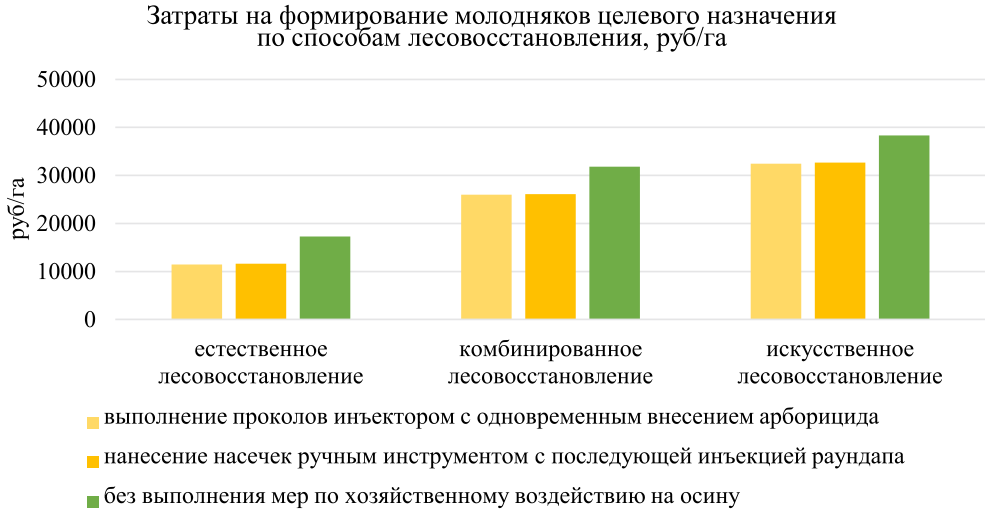
Наибольшие затраты при естественном способе лесовосстановления приходятся на последующие работы от 70 до 85%, а именно на однократные прочистки – от 43 до 65%. При этом следует отметить, что выполнение мер по хозяйственному воздействию на фаутную осину позволяет сократить количество целевых уходов без снижения качества работ по воспроизводству лесов. Затраты на подготовительные работы составляют от 11 до 25% от общей суммы. Наименьшие ресурсы затрачиваются на основные виды работ от 3 до 5%.

При комбинированном лесовосстановлении основная доля затрат приходится на последующие работы (от 49 до 60%). При этом, если не проведены меры по хозяйственному воздействию на фаутную осину, себестоимость работ по лесовосстановлению увеличивается так же, как и при естественном и искусственном лесовосстановлениях. Связано это с необходимостью выполнения двукратных уходов (осветления и прочистки). Затраты на подготовительные работы составляют от 41 до 44%. Из них основная доля приходится на посадку лесных культур – от 20 до 25%.

Основная доля затрат при искусственном лесовосстановлении связана с подготовительными работами (от 45 до 53%), а именно с посадкой лесных культур. Себестоимость последующих работ составляет от 39 до 50%. Наименьшие ресурсы затрачиваются на основные виды работ от 5 до 9%. При этом выполнен сравнительный экономический анализ себестоимости работ для всех способов лесовосстановления, в том числе с применением мер лесохозяйственного воздействия на осину (рисунок).

Себестоимость работ при применении традиционных подходов по всем видам лесовосстановления выше в сравнении с технологией по хозяйственному воздействию на фаутную осину. Снижение затрат реализуется за счет исключения однократных осветлений, в которых отпадает необходимость. Это отражается не только на себестоимости работ, но и на их качестве. Оставление фаутной осины на корню позволяет значительно увеличить сохранность подроста в процессе выполнения основных лесосечных работ.

Снижение вегетативной способности осины реализуется за счет инъекций арборицидов в стволы деревьев до выполнения лесосечных работ. Такой подход позволяет исключить или существенно облегчить уходы за формирующимися насаждениями на начальных этапах их развития. Применение такого подхода и технологии при формировании хозяйственно ценных молодняков позволяет гарантировать лесовосстановление с долевым участием хвойных пород не менее пяти единиц в составах древостоев [6, 7].



Себестоимость работ по формированию молодняков целевого назначения

Заключение

Для снижения затрат на воспроизводство лесов без ущерба качеству этих работ сочетаются химический и механический способы борьбы с нежелательной древесной и кустарниковой растительностью посредством инъекции арборицидов в стволовую древесину.

Максимальная себестоимость работ с применением традиционных подходов к воспроизводству лесов составила 87400 руб. При этом затраты на выполнение всего комплекса лесохозяйственных мероприятий при различных способах лесовосстановления были выше в сравнении с химическим воздействием на фаутную осину. Общая сумма затрат на формирование целевых молодняков находится в пределах 69895 руб. до 70400 руб. при производстве химических уходов разными способами.

Эффективное и гарантированное лесовосстановление в таежной зоне может быть достигнуто за счет комплексного выполнения следующих мероприятий:

– выбор и требуемый набор лесовосстановительных мероприятий должен учитывать лесорастительные условия, исходные количественные и качественные характеристики подроста, а также качество выполнения лесосечных работ;

– обязательное выполнение мер по содействию естественному лесовосстановлению, за счет сочетания химических и механических уходов, направленных на снижение вегетативной способности лиственных пород;

– требуется системное ежегодное увеличение площадей, включаемых в перечень лесных участков, на которых требуется обязательное выполнение лесохозяйственных уходов.

Публикация подготовлена по результатам исследований, выполненных в рамках государственного задания ФБУ «СевНИИЛХ» на проведение прикладных научных исследований. Регистрационный номер темы: АААА-А17-117030110098-9.

Список литературы / References

1. Отчет о научно-исследовательской работе «Совершенствование технологии заготовки древесины, предусматривающей снижение вегетативной способности осины в лесах Европейского Севера, для снижения затрат на лесовосстановление хвойных пород». Вологда, 2018. 138 с., тема № 8, Рег. № НИОКТР АААА-А17-117030110098-9, ФБУ «СевНИИЛХ».

Report on research work «Improvement of timber harvesting technology, providing for a decrease in the vegetative capacity of aspen in the forests of the European north, to reduce the cost of reforestation of conifers». Vologda, 2018. 138 p., tema № 8, Reg. № NIOKTR AAAA-A17-117030110098-9, FBU «SevNIILKH» (in Russian).

2. Приказ Рослесхоза от 15.03.2018 № 173 «О внесении изменений в Методические рекомендации по проведению государственной инвентаризации лесов, утвержденные приказом Рослесхоза от 10.11.2011 № 472». [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_298083/ (дата обращения: 22.03.2021).

Order of Rosleskhoz of 3/15/2018 No. 173 «On Amendments to the Methodological Recommendations for Conducting a State Forest Inventory, approved by order of Rosleskhoz of 10.11.2011 No 472». [Electronic resource]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_298083/ (date of the application: 22.03.2021) (in Russian).

3. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 04.12.2020 № 1014 «Об утверждении Правил лесовосстановления, состава проекта лесовосстановления, порядка разработки проекта лесовосстановления и внесения в него изменений». Российская газета. 18 декабря 2020 г. [Электронный ресурс]. URL: https://rg.ru/2020/12/21/minprirody-prikaz1014-site-dok.html (дата обращения: 22.03.2021).

The order of the Ministry of Natural Resources and Environmental Protection of the Russian Federation from 12/4/2020 of No. 1014 «On the approval of the Rules for reforestation, the composition of the reforestation project, the procedure for the development of the reforestation project and amending it». Rossijskaya gazeta. 18 december 2020 g. [Electronic resource]. URL: https://rg.ru/2020/12/21/minprirody-prikaz1014-site-dok.html (date of the application: 22.03.2021) (in Russian).

4. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 1.12.2020 г. № 993 «Об утверждении Правил заготовки древесины и особенностей заготовки древесины в лесничествах, лесопарках, указанных в статье 23 Лесного кодекса Российской Федерации». [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_210680/ (дата обращения: 22.03.2021).

The order of the Ministry of Natural Resources and and Environmental Protection of the Russian Federation from 12/1/2020 of No. 993 «On approval of the Rules for timber harvesting and the specifics of timber harvesting in forestries, forest parks specified in Article 23 of the Forest Code of the Russian Federation.» [Electronic resource]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_210680/ (date of the application: 22.03.2021) (in Russian).

5. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 30.07.2020 г. № 534 «Об утверждении Правил ухода за лесами» (Зарегистрирован 18.12.2020 № 61555). Российская газета. 18 декабря 2020 г. [Электронный ресурс]. URL: https://rg.ru/2020/12/21/minprirody-prikaz534-site-dok.html (дата обращения: 22.03.2021).

The order of the Ministry of Natural Resources and and Environmental Protection of the Russian Federation from 7/30/2020 of No. 534 «On approval of the Rules for the care of forests» (Registered on 18.12.2020 No. 61555). Rossijskaya gazeta. 18 december 2020 g. [Electronic resource]. URL: https://rg.ru/2020/12/21/minprirody-prikaz534-site-dok.html (date of the application: 22.03.2021) (in Russian).

6. Мартынов А.Н., Беляева Н.В., Григорьева О.И. Современные проблемы лесовыращивания. Химический и комплексный уход за лесом: учебное пособие. СПб.: ГЛТА, 2008. 80 с.

Martynov A.N., Belyaeva N.V., Grigoreva O.I. Modern problems of forest cultivation. Chemical and complex forest care: a textbook. SPb.: GLTA, 2008. 80 p. (in Russian).

7. Круглов Ю.В., Герш Н.Б., Штальберг М.В. Действие глифосата на почвенную микрофлору // Химия в сельском хозяйстве. 1980. № 10. С. 42–44.

Kruglov Yu.V., Gersh N.B., Stalberg M.V. Action of glyphosate on soil microflora // Khimiya v sel'skom khozyaystve. 1980. No. 10. P. 42–44 (in Russian).

УДК 712.4(470.631-25)

К ПРОБЛЕМЕ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ТЕРРИТОРИЙ ДОУ (НА ПРИМЕРЕ МКДОУ РГБУЗ «ЧЕРКЕССКИЙ ГОРОДСКОЙ ДОМ РЕБЁНКА» Г. ЧЕРКЕССК)

Друп В.Д., Стукало В.А., Степаненко Е.Е., Зеленская Т.Г., Мухина О.В., Халикова В.А.

ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», Ставрополь, e-mail: sylvia_vica@mail.ru

В данной статье рассматриваются проблемы благоустройства территорий дошкольных учреждений на примере Республиканского государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Черкесский городской Дом ребёнка» г. Черкесск. Описаны функции и значение озеленения в условиях образовательных учреждений. Рассматриваются требования соответствующих нормативно-правовых актов по благоустройству и озеленению территорий детских образовательных учреждений. Указаны основные принципы, которыми необходимо руководствоваться при организации пространства данного типа. Определены границы участка, на котором расположен объект, с помощью сервиса «Публичная кадастровая карта» Росреестра. Согласно спутниковым данным определена общая площадь и периметр исследуемой территории. Был рассчитан процент озеленения от общей площади территории согласно новым требованиям (СанПиН и ГОСТ). Приведена характеристика природно-климатических условий, а также особенности почвенного покрова объекта исследований. В ходе изучения территории образовательного учреждения была проведена ландшафтно-экологическая оценка, которая включает в себя определение типа пространственной структуры, оценку состояния насаждений, санитарно-гигиеническую и эстетическую оценки. Было разработано новое функциональное зонирование территории объекта, а также рекомендован ассортимент растений, наиболее устойчивых в данных условиях и в то же время безопасных для детей. Выявлены и проанализированы современные проблемы озеленения на изучаемой территории. Рассмотрены принципы подбора ассортимента декоративных деревьев и кустарников и цветочного оформления, обладающих декоративными качествами в течение всего года. Предложенный ассортимент растений подобран согласно природно-климатическим условиям региона, а также отношению к основным экологическим факторам среды. При инвентаризации зеленых насаждений методом сплошного перечета отмечены деревья, нуждающиеся в санитарной обработке. В работе предлагаются современные безопасные материалы для оформления дорожно-тропиночной сети и их характеристики. Предложены варианты по освещению территории и оснащению необходимым игровым оборудованием.

Ключевые слова: благоустройство, озеленение, дошкольное учреждение, сад, жилые территории, дизайн-проект, генеральный план, древесно-кустарниковая растительность

ON THE PROBLEM OF LANDSCAPING OF TERRITORIES OF PRESCHOOL EDUCATIONAL INSTITUTIONS (ON THE EXAMPLE OF THE RGBUZ «CHILDREN'S HOME» IN CHERKESSK)

Drup V.D., Stukalo V.A., Stepanenko E.E., Zelenskaya T.G., Mukhina O.V., Khalikova V.A.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Stavropol State Agrarian University», Stavropol, e-mail: sylvia_vica@mail.ru

This article deals with the problems of improving the territories of preschool institutions on the example of the Republican State Budget Health Care Institution «Cherkess City Children's Home» in Cherkessk. The functions and significance of landscaping in the conditions of educational institutions are described. The requirements of the relevant normative legal acts on the improvement and greening of the territories of children's educational institutions are considered. The basic principles that should guide the organization of this type of space are indicated. The boundaries of the site on which the object is located are determined using the service «Public Cadastral Map» of the Federal Registration Service. According to satellite data, the total area and perimeter of the study area are determined. The percentage of landscaping from the total area of the territory was calculated, according to the new requirements (SanPiN and GOST). The characteristics of natural and climatic conditions, as well as the features of the soil cover of the object of research, are given. During the study of the territory of the educational institution, a landscape and environmental assessment was carried out, which includes determining the type of spatial structure, assessing the state of plantings, sanitary and hygienic and aesthetic assessments. A new functional zoning of the object's territory was developed, as well as a range of plants that are most stable in these conditions and at the same time safe for children was recommended. The modern problems of landscaping in the studied territory are identified and analyzed. The principles of selection of the assortment of decorative trees and shrubs and flower decoration that have decorative qualities throughout the year are considered. The proposed range of plants is selected according to the natural and climatic conditions of the region, as well as in relation to the main environmental factors of the environment. During the inventory of green spaces by the method of continuous enumeration, trees in need of sanitary treatment are marked. The paper offers modern safe materials for the design of the road and path network and their characteristics. The options for lighting the territory and equipping it with the necessary gaming equipment are offered.

Keywords: landscaping, gardening, preschool, garden, residential areas, design project, master plan, tree and shrub vegetation

Карачаево-Черкесская Республика находится в умеренной Атлантико-континентальной степной зоне, а также Северо-Кавказской горной области. Между данными зонами граница проходит на уровне от 700 до 800 м. В исследуемой территории преобладает континентальный климат. Средняя температура января составля-

ет от -5 до -10 °С на юге; в середине лета в среднем +21 °С, летом – от +18 °С. Суммарное количество осадков за год достигает 550 мм. Почвы КЧР относятся к Кавказской горно-лугово-лесной, а также горно-степной провинции Кавказско-Крымской горной области. Формирование и разделение почв в горных районах подчинено закону вертикальной зональности. С изменением высоты над уровнем моря предкавказские черноземы замещаются предгорными и горными, а далее идут горно-лесные и горно-луговые почвы.

На сегодняшний день проблема оздоровления окружающей среды, создание условий, положительно влияющих на психологическое состояние людей, особенно важны в период интенсивного изменения развивающихся городов [1; 2]. Основной целью проектирования является формирование пространства согласно экологическим и эстетическим требованиям [3]. Монотонный серый городской пейзаж угнетает и отрицательно сказывается на психике человека [4]. Озеленение является основным элементом ландшафтного проектирования территорий с применением растительных элементов, способствующих формированию окружающей среды на определенной территории. Для ДОУ озеленение играет учебную и воспитательную роль [5]. В организации экологического воспитания детей лежит биоцентрический подход [6], в основе которого – создание благоприятной экологической среды. Согласно требованиям ФГОС ДО экологическое образование является важным этапом в развитии детей. Согласно ФГОС ДО «экологическое воспитание – это деятельность, направленная на развитие личности, создание условий для систематического и целенаправленного формирования эмоционально-нравственного, гуманного и бережного отношения человека к природе и морально-этических норм поведения в окружающей среде» [7]. Высаженные на территории образовательного учреждения растения улучшают микроклиматические показатели, снижают уровень шума и пыли, увеличивают влажность в летний период, понижают температуру воздуха, защищают от воздействия ветра [8]. Немаловажным фактором является эстетическая функция растений. В Российской Федерации активно ведутся работы по благоустройству городских поселений в рамках федерального проекта «Формирование комфортной городской среды» [9]. Создаются уютные зоны, где активно проводят время жители городов.

Основное строительство образовательных учреждений на территории КЧР происходило в 60–70-х годах XX века. Территории дошкольных и других образовательных учреждений являются однотипными зданиями со скудным ассортиментом растений. Посадка растений зачастую производилась произвольно, без учета плана озеленения. Во многих дошкольных учреждениях города Черкесска произрастают деревья, представляющие опасность для детей. Большинству деревьев требуется ряд мероприятий по санитарной обработке. Территория учебного учреждения требует срочной реконструкции согласно современной нормативно-правовой базе. В настоящее время в питомниках Карачаево-Черкесской Республики и прилегающих административных территориях представлен широкий ассортимент неприхотливых и доступных растений. Также современные материалы и технические возможности позволяют изготавливать безопасные, яркие игровые комплексы для детей, декоративные беседки, резиновые покрытия дорожек и площадок.

Актуальность данного исследования заключается в анализе, оценке санитарного состояния древесно-кустарниковой растительности, произрастающей на территории учреждения, разработке проекта благоустройства и озеленения с учетом современных требований и технологий. Проект был создан согласно климатическим особенностям территории, условиям орошения и требованиям администрации учреждения. Практическая значимость работы заключается во внедрении полученных результатов при благоустройстве МКДОУ РГБУЗ «Дом ребёнка».

Цель исследования заключается в изучении древесно-кустарниковой растительности, произрастающей на территории учреждения, создании архитектурно-планировочной структуры ДОУ, подборе видового состава растений, отвечающих нормам СаНПиН; согласно полученным результатам необходимо сформировать наиболее приемлемые варианты реконструкции ДОУ.

Материалы и методы исследования

В работе использовались экономико-статистические методы в период подготовительных работ при составлении проекта. Была проведена комплексная инвентаризация зеленых насаждений методом сплошного перечета всех произрастающих

на территории учреждения деревьев с характеристикой каждого экземпляра. Согласно методике предпроектного анализа проведены следующие этапы исследования: в рамках методики проведено знакомство с ситуацией в натуре и исследование топосъемки участка; определение местоположения по сторонам света; учтены существующие строения; расположение подземных коммуникаций, линий электропередач; определены реальные и визуальные границы; указаны на плане транзитные пути, а также требования заказчика [10]. Озеленение территорий дошкольных образовательных учреждений проводится согласно требованиям, регламентируемым следующими нормативными документами: СП 35-103-2001 «Общественные здания и сооружения, доступные маломобильным посетителям», ГОСТ Р 52169-2012 «Оборудование и покрытия детских игровых площадок», СП 82.13330.2016 «Благоустройство территорий», СП 52.13330.2016 «СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение», СанПиН 2.2.1/2.1.1.1076-01 «Гигиенические требования к инсоляции и солнцезащите помещений жилых и общественных зданий и территорий (с изменением № 1)». Биоэкологические свойства растений оценивались по методике А.Я. Огородникова. Согласно данной методике визуально характеризуются биоэкологические свойства исследуемых древесных растений. Оценка проводится по пятибалльной шкале морозостойкости, засухоустойчивости, устойчивости к вредителям и заболеваниям. При анализе зимостойкости применялись работы Сергеева Л.И. и Комаровой В.Н. [11; 12]. При анализе методики проектирования объектов озеленения руководствовались трудами Н.А. Нехуженко и А.П. Вергунова [13; 14]. При разработке проекта использовали программу AutoCAD, а также SketchUp 2020.

Результаты исследования и их обсуждение

Черкесск – город на юге России, столица Карачаево-Черкесской Республики. Является главным промышленным, экономическим и культурным центром республики. Проектируемый объект «РГБУЗ Дом ребёнка» располагается в южной части города. Общая площадь территории детского дома равна 5 827,5 м². На территории объекта находится двухэтажное жилое здание площадью 689,9 м². В учреждении проживает 36 детей возрастом от рождения и до 6–7 лет (максимально допустимое число детей – 60 чел.). Из нежилых построек на территории располагаются: проходная для приёма посетителей (12,5 м²), большое складское помещение (105,6 м²), малое складское помещение (5,9 м²) и беседки. Беседка № 1 (45,7 м²) и беседка № 2 (44,2 м²) выполняют функцию склада для детского инвентаря, беседка № 3 (45,6 м²), беседка № 4 (18,3 м²), беседка № 5 (46,2 м²). Беседка № 6 (18,9 м²) и беседка № 7 (19,2 м²) предназначены непосредственно для отдыха (рис. 1).

Малый парадный двор имеет небольшую площадку, на которую ведут два выхода из здания. А также узкий проход к воротам. Из элементов озеленения во дворе имеются три клумбы, оформленные розами. Задний двор совмещает хозяйственную и парадную функции. Приём посетителей осуществляется через ворота заднего двора, через проходную.

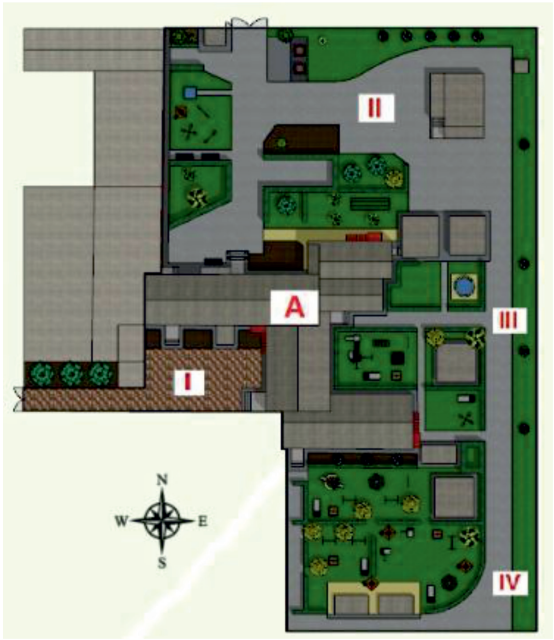


Рис. 1. Исходный генеральный план объекта РГБУЗ «Дом ребёнка специализированный»: А – главное здание; I – парадный двор; II – задний двор; III – внутренний двор; IV – внутренний двор

Территорию исследуемого учреждения можно отнести к полуоткрытому виду организационно-пространственной структуры в связи с тем, что здесь произрастает древесно-кустарниковая растительность в виде групповых композиций, отдельно расположенных растений (солитеров), цветников, МАФ, спортивных и игровых площадок.

Древесно-кустарниковая растительность представлена на территории учреждения елью голубой (*Picea pungens*), липой кавказской (*Tilia caucasica*), туей восточной (*Thuja occidentalis*), кленом остролистным (*Acer platanoides*), а также берёзой бородавчатой (*Betula verrucosa*), тополем дрожащим (*Populus tremula L.*). Присутствуют плодовые деревья: яблоня (*Malus domestica*), черешня (*Prunus avium*) и грецкий орех (*Juglans regia*). Такие виды, как береза бородавчатая, тополь дрожащий (*Populus tremula*), рекомендуется к срезке, так как являются весьма аллергенными растениями. В летнее время в данном дворе размещается надувной бассейн для оздоровительных процедур. В главное здание ведут два входа: возле входной дорожки и в дальней части двора. Перед первым входом изначально располагались две клумбы. Левую клумбу было решено продлить, чтобы закрыть растениями кирпичную стену. Площадь правой клумбы – 15,8 м². Площадь левой клумбы после перепланировки будет составлять 15,6 м².

Для озеленения клумб были спроектированы композиции одностороннего обзора из многолетних и однолетних растений. Подбор видового состава зеленых насаждений проводился в местных питомниках из предлагаемого ассортимента растений, характеризующихся продолжительным вегетационным периодом, а также высокими декоративными качествами. Рекомендуется располагать на открытом газоне композиции из деревьев и кустарников, дополненные малыми архитектурными формами. При озеленении дошкольного учреждения полностью был проанализирован ассортимент растений и исключены ядовитые, с шипами, колючками и несъедобными плодами растения. Помимо этого, растения не должны содержать в побегах, листьях или корнях опасных для здоровья веществ. Цветники должны привлекать внимание своей окраской и положительно влиять на эмоциональное состояние детей. Основу композиций будут составлять: цилиндрические формы из туи западной (*Thuja occidentalis*) и пузыреплодника калинолистного (*Physocarpus opulifolius*) (рис. 2).

Дополнять композицию будут флокс метельчатый (*Phlox paniculata*) и алиссум скальный (*Phlox paniculata*). С середины апреля по июль будут цвести флоксы (таблица). С июня до середины сентября – алиссум. Таким образом, клумбы сохранят декоративность в течение всего года [15; 16].

Рис. 2. Композиции одностороннего обзора возле главного входа

Внутри территории дошкольного учреждения располагаются клумбы площадью 12,8 и 5,9 м², данные клумбы придадут композиции завершенный вид и украсят фасад здания (рис. 3).

Рис. 3. Клумбы возле дальнего входа

Однако при наличии клумб пространство кажется пустым, и двор выглядит незаконченно. Поэтому было принято решение создать небольшую композицию площадью 13,2 м² в центре двора. Основу композиции составляет церцис канадский (Cercis *canadensis L.*) (рис. 4).

Рис. 4. Композиция в центре двора ДОУ

Видовой состав растений, используемых в озеленении.
Отношение к экологическим факторам

№ п/п	Вид	Высота растения (м)	Отношение к свету	pH почвы	Отношение к влаге
1	Церцис канадский (Cercis *canadensis L.*)	6–10	светолюбивое	7,0–8,0	засухоустойчивое
2	Самшит вечнозеленый (*Buxus sempervirens*)	2	теневыносливое	5,5–6,0	влаголюбивое
3	Пузыреплодник калинолистный (*Physocarpus opulifolius*)	2–3	светолюбивое	5,5–6,0	засухоустойчивое
4	Овсяница луговая (*Festuca pratensis*)	0,3	светолюбивое	6,4–7,3	влаголюбивое
5	Туя западная (*Thuja occidentalis*)	1,6–1,8	светолюбивое	6,1–7,0	засухоустойчивое
6	Мятлик луговой (*Poa pratensis*)	0,3	светолюбивое	6,4–7,3	влаголюбивое
7	Полевица обыкновенная (*Agroslis tenuis*)	0,3	светолюбивое	все типы почв	влаголюбивое
8	Ива цельнолистная (*Salix integra*)	2	светолюбивое	6,1–7,0	влаголюбивое
9	Лилейник гибридный (*Hemerocallis hybrida*)	1,2	теневыносливое светолюбивое	6,1–7,0	влаголюбивое
10	Астильба гибридная (*Astilbe Hybrida*)	0,6	тенелюбивое	все типы почв	влаголюбивое
11	Спирея Тунберга (*Spiraea thunbergii*)	1,5	светолюбивое	6,1–7,0	засухоустойчивое
12	Рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia L.*)	2–3	теневыносливое	все типы почв	умеренное увлажнение
13	Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris L.*)	25–40	светолюбивое	все типы почв	засухоустойчивое
14	Сосна горная (*Pinus mugo*)	1	светолюбивое	4,5–5,0	засухоустойчивое
15	Алиссум пиренейский (*A. pyrenaicum*)	0,15	рассеянный свет	все типы почв	умеренное увлажнение
16	Тагетес прямостоячий (*Tagetes erecta*)	0,25	светолюбивое	все типы почв	умеренное увлажнение
17	Петуния гибридная (*Petunia hybrida*)	0,20	светолюбивое	все типы почв	умеренное увлажнение

Полный видовой состав растений, используемый в озеленении ДОУ, представлен в таблице. Согласно анализу отношения к основным экологическим факторам выбранные растения являются нетребовательными к почвам и увлажнению [17]. Помимо этого, растения довольно благополучно произрастают совместно. Тенелюбивые растения планируется высаживать только в зоне затенения.

Деревья располагаются во внутренней части, полностью закрывая обзор. Для парадной зоны двора были выбраны партеры в регулярном стиле, чтобы подчеркнуть официальность встреч с посетителями. Особенностью выбранного стиля являются чёткие границы объектов, упорядоченная структура элементов внутри объекта и использование геометрических форм для усиления визуального эффекта (рис. 5).

Рис. 5. Оформление въездной части заднего двора в регулярном стиле

Вокруг клумб располагаются лавочки для отдыха и урны. Изгородь из самшита вечнозеленого (*Buxus sempervirens*) выполнена в регулярном стиле, что создает

благоприятный фон и выгодно выделяет культуры хвойников, используемых в данной композиции [18; 19]. Во внутренних секторах располагаются топиарные фигуры из туи западной (конусовидные и шаровидные). На территории дошкольного учреждения рекомендуется рулонный газон из овсяницы луговой (*Festuca pratensis*), мятлика лугового (*Poa pratensis*) и полевицы обыкновенной (*Agroslis tenuis*). По периметру газона и клумб установлен бордюр высотой 15 см.

По левую сторону от главной дорожки будет располагаться ещё один геометрический партер, с центральным растением-солитером. Площадь партера – 397,9 м². Функцию солитера выполнит ива цельнолистная (*Salix integra*). Её высота достигает 2 м. Растение морозостойкое, является устойчивым к болезням и вредителям. По периметру партера планируется создание бордюра из самшита (высотой 40 см, шириной 1 м), дополненного топиарными шарами из туи западной. С внутренней стороны бордюра располагается рабатка. Для оформления рабатки рекомендуется использовать монокомпозиции из тагетеса прямостоячего (*Tagetes erecta*) или петунии гибридной (*Petunia hybrida*). По периметру партера – побеленный бордюр, прерывающийся в зоне дорожек.

У главного фасада и рядом с проходной на момент предпроектного анализа уже имелись клумбы. Они попадают в зону двойного наложения теней, а также в зону запрета посадки деревьев и кустарников. Для этих клумб был подобран специальный ассортимент из теневыносливых сортов многолетних растений. С июня по август время цветения лилейника гибридного (*Hemerocallis hybrida*) и астильбы гибридной (*Astilbe hybrida*). Лилейники и астильбы могут цвести в разное время. Изначально возле главного входа была только одна клумба слева, г-образной формы. Было решено для симметрии справа от главного входа, под окнами, устроить ещё одну клумбу, площадью 22,8 м², с применением того же ассортимента теневыносливых растений.

Площадь клумбы возле проходной составляет всего 16,6 м². Поскольку она меньше клумбы возле главного входа, то на ней возможно применение лишь части ассортимента: красной астильбы и нескольких сортов хосты.

Из большого заднего двора во внутренние дворы с севера на юг ведёт дорожка, покрытая асфальтом, длиной 99,2 м и шириной 3,70 м. Между дорожкой и забором создана свободная зона шириной 5,70 м. Дорожка выполняет, помимо хозяйственной, ещё и прогулочную функцию, соответственно, было принято решение сформировать полосу из повторяющихся модулей. Каждый модуль – это композиция одностороннего обзора из лиственных и хвойных пород [4]. На заднем плане – непрерывная изгородь из самшита (высота – 0,80 м, ширина – 0,90 м). На втором плане: спирея Тунберга (высота 1,5 м), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia L.*) (высота 2 м), сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris L.*) (высота 2,5 м). На переднем плане низкорослые кустарники: пузыреплодник калинолистный (высота 1,2 м), сосна горная (*Pinus mugo*) (высота 1 м), спирея (*Spiraea*). Благодаря хвойникам, пузыреплоднику и спирее композиция будет оставаться декоративной весь год. Каждые 13,30 м будут располагаться зоны отдыха – мощеные площадки с лавочками и урнами. Сзади каждой лавочки – две туи западные, необходимые для поддержания непрерывности полосы деревьев.

Внутренний двор (III) предназначен для спортивно-игровой деятельности детей. Изначально на территории двора располагались две беседки: одна по центру, вторая на границе с внутренним двором (IV). Центральная беседка разбивала двор на две части, визуально уменьшая зону двора. В процессе проектирования и согласования архитектурно-планировочного решения было принято решение упразднить центральную беседку и переоборудовать старую беседку.

Наиболее оптимальным покрытием для детских площадок является резиновое. Предлагаемое покрытие состоит из плиток, уложенных в шахматном порядке по диагонали. Размеры одной плитки 100х100 см. Цвета два: светлый зелёно-синий и тёмный аспидно-серый. По контуру полоса белого цвета шириной 10 см – тоже из резины. Однако при установке покрытия заказчик может выбрать любой цвет произвольно по желанию. Более маленькие размеры плитки применять не рекомендуется, поскольку это сделает зону площадок визуально слишком большой, а мелкие сегменты в большом количестве будут напрягать зрение. Общая площадь игровой зоны внутреннего двора (III) будет составлять 221,4 м² [20]. Площадь площадки под бассейн – 80,1 м² (рис. 6).

Рис. 6. Внутренний двор (IV)

Рис. 7. Рабатка перед фасадом здания

Рядом с фасадом здания располагается удлиненная клумба площадью 101,2 м². Её было решено оформить как рабатку. Клумба находится в зоне одинарного наложения теней вечером, поэтому для неё были выбраны светолюбивые растения. Дополняют композицию цветущий в весенне-летнее время флокс метельчатый (розовый) и однолетний алиссум пиренейский (*A. pyrenaicum*), цветущий в летне-осеннее время (рис. 7).

Рядом с рабаткой, у беседки из двора (III) в результате перепланировки образовалась свободная полоса шириной 3 м. Поскольку расстояние полосы позволяет создать не только изгородь из самшита, было решено на уровень ниже, с внешней стороны, высадить кустарники спиреи, гармонирующие как с зелёной изгородью, так и с деревом беседки.

Выводы

В результате исследований была проведена ландшафтно-экологическая оценка территории образовательного учреждения, где определены пространственная структура, характеристика произрастающих насаждений, а также эстетическая оценка. Размещение зеленых насаждений связано с планом территории, расположением отдельных функциональных зон, площадок, дорожно-тропиночной сети. В ходе исследовательской работы был создан проект благоустройства и озеленения территории, включающий генеральный план, план благоустройства, дендроплан, план мощения. Согласно результатам исследования выполненный проект озеленения ДОУ соответствует нормам СанПиН. Территория учреждения была разделена на функциональные зоны с удобной дорожно-тропиночной сетью. Выявлено, что территория ДОУ нуждается в благоустройстве и озеленении. Рекомендовано сделать акцент на озеленении с использованием безопасных для здоровья детей видов. Основное внимание уделено декоративным формам, а также цветущим растениям. В озеленении исследуемого учреждения использовались ландшафтные композиции и отдельные стоящие деревья, топиарные формы, что позволит разнообразить ландшафт, улучшить эстетические характеристики и микроклиматические условия.

Список литературы / References

1. Баснукаев М.Ш., Шлафман А.И. Редевелопмент индустриальных территорий. СПб., 2013. 134 с.

Basnukaev M.Sh., Shlafman A.I. Redevelopment of industrial territories. SPb., 2013. 134 p. (in Russian).

2. Лобанов И.П. История создания парковых зон для отдыха населения в планировочной структуре Г. Новосибирска В 20 веке // Вестник евразийской науки. 2018. Т. 10. № 3. С. 10.

Lobanov I.P. History of creation of Park zones for recreation of the population in the planning structure of Novosibirsk In the 20th century // Vestnik yevraziyskoy nauki. 2018. Vol. 10. No. 3. P. 10 (in Russian).

3. Ханбабаева О.Е., Аркадьева Н.В. Ландшафтное проектирование, как метод проектов, объединяющий реабилитацию и обучение // Вестник ландшафтной архитектуры. 2017. Вып. 11. С. 67–70.

Khanbabaeva O.E., Arkad'eva N.V. Landscape design, as a method of projects combining rehabilitation and training // Vestnik landshaftnoy arkhitektury. 2017. Issue 11. P. 67–70 (in Russian).

4. Забельшанский Г.Б., Минервин Г.Б., Раппопорт А.Г., Сомон Г.Ю. Архитектура и эмоциональный мир человека. М., 1985. 208 с.

Zabel'shanskiy G.B., Minervin G.B., Rappaport A.G., Somov G.Yu. Architecture and the emotional world of man. M., 1985. 208 p. (in Russian).

5. Курапина Н.В., Болкунов А.И., Коробова А.А. Озеленение детских дошкольных учреждений // Стратегия устойчивого развития регионов России. 2016. № 31. С. 139–146.

Kurapina N.V., Bolkunov A.I., Korobova A.A. Greening of preschool institutions // Strategiya ustoychivogo razvitiya regionov Rossii. 2016. № 31. P. 139–146 (in Russian).

6. Николаева С.Н. Методика экологического воспитания дошкольников. М., 2013. 184 с.

Nikolaeva S.N. Theory and methodology of environmental education of preschool children. M., 2013. 272 p. (in Russian).

7. Приказ Министерства образования и науки РФ от 17 октября 2013 г. № 1155 «Об утверждении Федерального государственного образовательного стандарта дошкольного образования» (с изменениями и дополнениями). [Электронный ресурс]. URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70412244/ (дата обращения: 25.02.2021).

Order of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation No. 1155 of October 17, 2013 «On Approval of the Federal State Educational Standard for Preschool Education» (with amendments and additions). [Electronic resource]. URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70412244/ (date of access: 25.02.2021) (in Russian).

8. Шайхутдинова А.А., Гарицкая М.Ю., Ивлева Я.С. Мониторинг озелененных территорий образовательных учреждений города Оренбурга // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 5(67). С. 228–231.

Shaikhutdinova A.A., Garitskaya M.Yu., Ivleva Ya.S. Monitoring of green areas of educational institutions of the city of Orenburg // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017. No. 5 (67). P. 228–231 (in Russian).

9. Паспорт федерального проекта «Формирование комфортной городской среды» (утв. протоколом заседания проектного комитета по национальному проекту «Жилье и городская среда» от 21 декабря 2018 года № 3) [Электронный ресурс]. URL: http://base.garant.ru/72192514/ (дата обращения: 25.02.2021).

Passport of the federal project «Formation of a comfortable urban environment» (approved by the minutes of the meeting of the project committee for the national project «Housing and Urban Environment» No. 3 of December 21, 2018) [Electronic resource]. URL: http://base.garant.ru/72192514/ (date of access: 25.02.2021) (in Russian).

10. Усова В.П. Предпроектный и проектный анализ в архитектурно-дизайнерском проектировании: учебный практикум. Ульяновск: УлГТУ, 2020. 26 с.

Usova V.P. Pre-project and project analysis in architectural and design design: training workshop. Ulyanovsk: UlGTU, 2020. 26 p.

11. Комарова В.Н., Фирсов Г.А., Булыгин Н.Е., Ловелиус Н.В. Зимостойкость хвойных интродуцентов в условиях суровой зимы 1984/85 г. // Бюллетень Главного Ботанического сада. 1988. Вып. 147. С. 8–13.

Komarova V.N., Firsov G.A., Buligin N.E., Lovelius N.V. Winter hardiness of coniferous introduced species in the harsh winter of 1984/85 // Byulleten' Glavnogo Botanicheskogo sada. 1988. Vyp. 147. P. 8–13 (in Russian).

12. Сергеев Л.И., Сергеева К.А., Мельников В.К. Морфо-физиологическая периодичность и зимостойкость древесных растений. Уфа: Изд-во Башкирского ФАН СССР, 1961. 123 с.

Sergeev L.I., Sergeeva K.A., Melnikov V.K. Morpho-physiological periodicity and winter hardiness of woody plants. Ufa: Izd-vo Bashkirskogo FAN SSSR, 1961. 123 p. (in Russian).

13. Вергунов А.П., Денисов А.Ф., Ожегов С.С. Ландшафтное проектирование: учебное пособие для вузов. М.: Высшая школа, 1991. 239 с.

Vergunov A.P., Denisov A.F., Ozhegov S.S. Landscape design: a textbook for universities. M.: Vysshaya shkola, 1991. 239 p. (in Russian).

14. Нехуженко Н.А. Основы ландшафтного проектирования и ландшафтной архитектуры: учебное пособие. СПб.: Издательский дом «Нева», 2004. 192 с.

Nehuzhenko N.A. Fundamentals of landscape design and landscape architecture: a tutorial. SPb.: Izdatel'skiy dom «Neva», 2004. 192 p. (in Russian).

15. Андреева Д.А., Довганюк А.И., Скабелкина О.А. Аналитическая оценка визуальных полей в урбанизированной среде на примере детских садов г. Москвы // Вестник ландшафтной архитектуры. 2019. Вып. 17. С. 7–10.

Andreeva D.A., Dovganyuk A.I., Skabelkina O.A. Analytical assessment of visual fields in an urbanized environment on the example of kindergartens in Moscow // Vestnik landshaftnoy arkhitektury. 2019. Vol. 17. P. 7–10 (in Russian).

16. Уваровская А.В., Довганюк А.И., Скабелкина О.А. Аналитическая оценка визуальных полей в городской среде на примере детских поликлинических отделений г. Москвы // Вестник ландшафтной архитектуры. 2019. Вып. 19. С. 81–84.

Uvarovskaya A.V., Dovganyuk A.I., Skabelkina O.A. Analytical assessment of visual fields in the urban environment on the example of children's polyclinic departments in Moscow // Vestnik landshaftnoy arkhitektury. 2019. Vol. 19. P. 81–84 (in Russian).

17. Рогозин М.В. Взаимодействие между деревьями сосны, экологические ниши и закон золотого сечения // Успехи современного естествознания. 2019. № 6. С. 28–33.

Rogozin M.V. Spatial interaction of trees, ecological niches and the law of the golden section // Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya. 2019. No. 6. P. 28–33 (in Russian).

18. Асаул А.Н. Основные направления инновационного совершенствования процессов и механизмов инвестиционно-строительного цикла // Вестник Института экономики и управления Новгородского государственного университета им. Ярослава Мудрого. 2014. № 2. С. 17–18.

Asaul A.N. The main directions of innovative improvement of processes and mechanisms of the investment and construction cycle // Vestnik Instituta ekonomiki i upravleniya Novgorodskogo gosudarstvennogo universiteta im. Yaroslava Mudrogo. 2014. No. 2. P. 17–18 (in Russian).

19. Базилевич А.М. Формирование единиц архитектурно-ландшафтного пространства с учетом психо-темперамента субъекта // Современные достижения и разработки в области технических наук: сборник научных трудов по итогам международной научно-технической конференции. Оренбург: Изд-во Эвенсис, 2016. С. 48–49.

Bazilevich A.M. Formation of units of architectural and landscape space, taking into account the psycho-temperament of the subject // Sovremennyye dostizheniya i razrabotki v oblasti tekhnicheskikh nauk: sbornik nauchnykh trudov po itogam mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii. Orenburg: Izd-vo Evensis, 2016. P. 48–49 (in Russian).

20. Байнова М.С. Городское территориальное планирование как объект управления на муниципальном уровне // Материалы Афанасьевских чтений. 2015. № 13. С. 182–186.

Baynova M.S. Urban territorial planning as an object of management at the municipal level // Materialy Afanas'yevskikh chteniy. 2015. No. 13. P. 182–186 (in Russian).

УДК 635.52:581.1:58.035

ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ И СПЕКТРОВ ИЗЛУЧЕНИЯ СВЕТОДИОДНЫХ СВЕТИЛЬНИКОВ НА РОСТ И МОРФОГЕНЕЗ САЛАТА ЛИСТОВОГО

Плотникова Л.Я., Самойлов В.Н.

ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина», Омск, e-mail: lplotnikova2010@yandex.ru

Влияние интенсивности и спектров освещения на рост и морфогенез салата листового исследовано в условиях полной светокультуры и глубоководной гидропоники. Эксперименты по изучению действия интенсивности света в пределах 120–600 мкмоль/ м^{2}· с фотосинтетически активной радиации проводили с применением натриевых ламп высокого давления (НЛ). При увеличении интенсивности освещения в промежутке от 120 до 200 мкмоль/ м^{2}· с рост сырой массы был близок к линейному, а продуктивность растений возрастала двукратно. При 200–400 мкмоль/ м^{2}· с показатели были максимальными и существенно не различалось, а при 600 мкмоль/ м^{2}· с отмечено угнетение роста. Для изучения влияния спектров освещения на рост и морфогенез салата использовали светодиодные (СД) светильники с комбинациями белого холодного и красного (БХК), белого холодного и теплого (БХТ) спектров, а также НЛ (контроль). Эксперименты проводили при интенсивности освещения 200 мкмоль/ м^{2}· с. Через 28 сут. после пересадки в гидропонную систему растения имели максимальную сырую массу под НЛ, под СД-светильниками со спектрами БХК и БХТ – меньшую (на 6 и 16% соответственно). При этом под СД-светильниками растения накапливали больше сухих веществ. Спектры освещения оказывали влияние на процесс фотосинтеза и морфогенез салата. Чистая продуктивность фотосинтеза была выше в вариантах со светодиодным освещением. Под НЛ формировались низкие раскидистые растения, с перекрывающимися листьями нижних ярусов, занимавшие большую площадь. Под СД-светильниками растения имели более компактную форму и занимали площадь в 2,3–2,8 раза меньше, чем под НЛ. Это дает возможность уплотнить посадку растений без существенного снижения их продуктивности. В целом оптимизация интенсивности и спектров освещения позволяет значительно повысить выход продукции в салатных линиях.

Ключевые слова: *Lactuca sativa* L., интенсивность освещения, светодиоды, спектры излучения, фотосинтез, морфогенез

INFLUENCE OF THE INTENSITY AND IRRADIATION SPECTRA OF LED LAMPS ON THE GROWTH AND MORPHOGENESIS OF LETTUCE

Plotnikova L.Ya., Samoilov V.N.

Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk, e-mail: lplotnikova2010@yandex.ru

The effect of light intensity and irradiation spectra on the growth and morphogenesis of lettuce was studied under indoor conditions and deep-water culture. Experiments to study the effect of light intensity in the range of 120-600 μmol / m^{2}· s of photosynthetically active radiation were carried out using sodium high-pressure lamps (SL). It was found that with an increase in the light intensity in the range from 120 to 200 μmol/ m^{2}· s, the growth of the crude weight of plants was close to linear and the productivity of the plants increased twofold. At 200-400 μmol/ m^{2}· s, the indicators were maximum and did not differ significantly, and at 600 μmol/ m^{2}· s, growth partially was inhibited. To study the effect of the emission spectra the LED lamps with a combinations of white cold-red (WCR) and white cold-warm (WCW) spectra were used, as well as SL (control) at a light intensity of 200 μmol/ m^{2} · s. It was found that 28 days after the transfer to the hydroponic system, the maximum plant crude weight was under the SL, and under the LED lamps with the spectra of WCR and WCW was less (8 and 18%, respectively). At the same time, the plants had more dry material under the LED-lamps. The light spectra influenced the photosynthesis morphogenesis of plants. The net productivity of photosynthesis was higher in the variants with LED lighting. Low spreading plants with overlapping leaves of the lower tiers, which occupied a large area, were formed under the SL. Plants under LED-lamps had a more compact shape and occupied an area 2.3–2.8 times less than under the SL. This makes it possible to compact the planting without valuable reducing their productivity. In general, the optimization of the intensity and spectrum of lighting can significantly increase the yields in salad lines.

Keywords: *Lactuca sativa* L., light intensity, LEDs, emission spectra, photosynthesis, morphogenesis

Салат листовой *Lactuca sativa* L. входит в число наиболее востребованных листовых овощных культур в связи с низкой калорийностью, а также высоким содержанием витаминов и минералов [1]. Для улучшения пищевого рациона населения необходимо увеличивать производство салата, что может быть достигнуто за счет повышения урожайности, а также сокращения времени его выращивания (производственного цикла).

Продуктивность растений зависит от процесса фотосинтеза, в ходе которого происходит усвоение солнечной энергии и накопление органических веществ. Эффективность фотосинтеза существенно зависит от продолжительности, интенсивности и спектра освещения [2]. В тепличных

комплексах важное значение в управлении урожайностью растений имеет оптимизация параметров освещения. Длительное время в мире для досвечивания растений в условиях короткого дня использовали натриевые лампы высокого давления (НЛ), а затем люминесцентные светильники [3]. В последнее десятилетие усилился интерес к использованию светодиодных источников освещения (Light-emitting diode – LED), преимуществом которых является возможность гибкого регулирования интенсивности и спектров освещения [4; 5]. Особый интерес к данному направлению связан с развитием технологии многоуровневого выращивания растений (вертикальное земледелие) без естественного освещения в закрытых помещениях (indoor culture – полная светокультура) [3].

Потребности растений в интенсивности и спектре освещения зависят от вида и технологии их выращивания [2]. Мнения об оптимальной интенсивности освещения салата листового разнятся, в литературе есть данные о применении режимов освещения от 120 до 600 мкмоль/ м^2 ·с [6–8]. Кроме того, важное значение для роста и морфогенеза растений имеет спектральный состав света. Известно, что растения в ходе фотосинтеза усваивают волны видимой части спектра (фотосинтетически активная радиация – ФАР). При этом хлорофиллы имеют максимумы поглощения в красной (КС) и синей (СС), а каротиноиды – в синей части спектра. На первых этапах исследовали действие на растения СД-светильников с узкими спектрами излучения КС и СС, близкими к максимумам поглощения фотосинтетических пигментов. При этом было показано, что растения способны осуществлять фотосинтез, однако их продуктивность была ниже, чем под традиционными НЛ и люминесцентными лампами [4; 8]. Позже было установлено, что волны других частей спектра света также необходимы в качестве сигналов для развития и адаптации к условиям среды [9]. В настоящее время сложилось понимание, что для получения высокой урожайности необходим индивидуальный подбор параметров освещения с учетом культуры и способов ее выращивания.

Целью работы было изучение влияния интенсивности и спектров освещения на рост и морфогенез салата листового в условиях полной светокультуры и глубоководной гидропоники.

Материалы и методы исследования

Объектом исследований был салат листовой *Lactuca sativa* L., сорт Афицион.

Растения выращивали рассадным способом на вермикулите в 30 %-ном растворе Кноппа, затем в возрасте 11 сут. пересаживали в гидропонную систему на плоты из вспененного пластика (deep-water culture) (рис. 1) [10].

Рис. 1. Выращивание салата по технологии глубоководной гидропоники на плоте из вспененного пластика

Салат выращивали в полной светокультуре, без доступа естественного света, с 16-часовым светопериодом. Использовали светильники с разными спектрами излучения: 1) натриевые лампы высокого давления марки OSRAM Plantastar 250 Вт (НЛ – контроль); 2) светильники с комбинацией мультихромных светодиодов с белым холодным спектром и монохромных с красным спектром (СД БХК); 3) светильники с комбинацией мультихромных светодиодов с белым холодным и теплым спектром (СД БХТ) (рис. 2).

Влияние интенсивности освещения на рост растений изучали с использованием НЛ. Интенсивность измеряли в квантовых единицах плотности фотосинтетически активного потока фотонов (мкмоль/ м^2 · с). Освещение изменяли в промежутке 120–220, а также в точках 400 и 600 мкмоль/ м^2 · с ФАР. Параметры освещения на уровне плотов контролировали с помощью спектрометра марки «ТКА-Спектр» (ФАР) (НТП «ТКА», Россия). Влияние спектров излучения на рост и морфогенез исследовали при интенсивности 200 ± 10 мкмоль/ м^2 · с. Температура на уровне плотов под СД-светильниками составляла 23 °С, под НЛ 25,5-27,0 ± 1 °С, что связано с их высокой теплоотдачей.

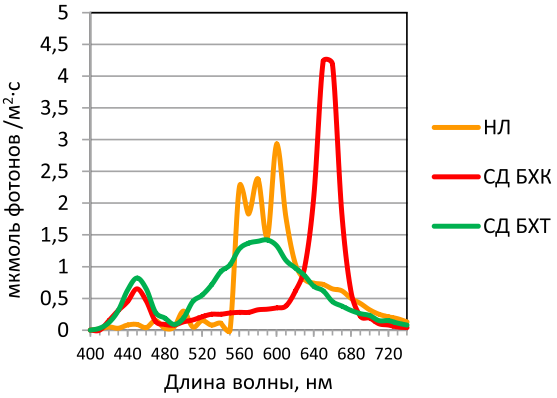


Рис. 2. Спектры излучения светильников: НЛ – натриевая лампа высокого давления, СД БХК – СД-светильник с белым холодным и красным спектром, СД БХТ – СД-светильник с белым холодным и теплым спектрами

Результаты экспериментов учитывали через 28 сут. после пересадки растений. Определяли параметры: сырую и сухую массу (г); длину и ширину листьев (см), высоту растений (см). Площадь отдельных листьев (см^2) определяли по формуле эллипса ($S = \pi AB/4$, где A и B – длина и ширина соответственно). Измерения проводили в трех биологических повторностях по три растения. По полученным данным рассчитывали суммарную площадь листьев растений (м^2). Площадь, занимаемую растениями на плоте, рассчитывали по формуле круга, ориентируясь на размеры самого большого яруса листьев ($S = \pi R^2$, где R – максимальная длина листьев).

Чистую продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) в период активного роста с 14-х по 28-е сутки после пересадки высчитывали по формуле:

$$ЧПФ = \frac{B_2 - B_1}{0.5(Л_1 + Л_2) \cdot n},$$

где B_1 и B_2 – сухая масса растений (г), $Л_1$ и $Л_2$ – площади листьев в начале и в конце периода (м^2); $0,5 \cdot (Л_1 + Л_2)$ – средняя рабочая площадь листьев за время опыта (м^2); n – период между наблюдениями [11]. По полученным данным высчитывали средние значения, ошибку средней, наименьшую существенную разность ($НСР_{05}$).

Результаты исследований и их обсуждение

На первом этапе работа была направлена на определение оптимальной интенсивности освещения в условиях полной светокультуры. Установлено, что при увеличении интенсивности освещения в промежутке от 120 до 200 мкмоль/ м^2 · с сырая масса растений возрастала двукратно (от 119 до 240 г). При дальнейшем усилении освещения до 400 мкмоль/ м^2 · с отмечено незначительное (в пределах ошибки) увеличение массы, а при 600 мкмоль/ м^2 · с продуктивность снижалась на 23 % (рис. 3).

Близкое к линейному увеличение массы растений свидетельствует о повышении интенсивности фотосинтеза. Продуктивность достигала максимальных значений при 200–220 мкмоль/ м^2 ·с, что, вероятно, связано со световым насыщением фотосистем. Ранее было показано, что при повышении интенсивности освещения возможно ускорение роста салата, это позволяет сокращать производственный цикл до 7 суток [12]. Снижение продуктивности растений при 600 мкмоль/ м^2 · с, вероятно, связано со стрессовым воздействием избыточного освещения. Ранее подобный эффект, вплоть до нарушения развития, был показан и на других видах [13]. Таким образом, интенсивность освещения 200 мкмоль/ м^2 · с была оптимальной для выращивания салата при используемой технологии.

Ранее было показано, что под НЛ, имеющими значительную долю излучения в желто-оранжевой области (550–620 нм), растения салата росли интенсивнее, чем под СД-светильниками с узким красным и синим спектром [14]. В связи с этим в данном исследовании были использованы СД-светильники со спектрами излучения, приближенными к НЛ. При этом в варианте СД БХТ светильник излучал преимущественно волны зелено-желто-оранжевого диапазона, небольшую часть – синего. В варианте СД БХК светильник имел небольшую долю зелено-желто-оранжевых лучей, а также пики в синей и красной областях спектра (рис. 2).

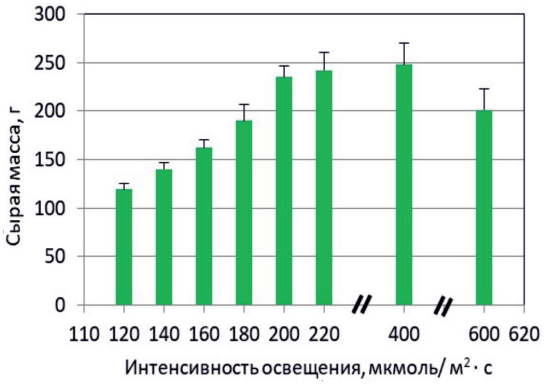


Рис. 3. Зависимость сырой массы растений салата от интенсивности освещения

В экспериментах с использованием светильников с разными спектрами излучения было показано, что под НЛ растения имели наибольшую сырую и сухую массу (241 и 16,1 г соответственно), а также площадь листьев (таблица). Близкие к контролю показатели имели растения в варианте СД БХК (223 и 15,7 г соответственно), худшие – в варианте СД БХТ. Снижение сырой массы растений по отношению к контролю составило 8 и 18% соответственно. В пересчете на единицу поверхности листья салата под СД-светильниками имели более высокую сырую массу, что, очевидно, связано с их большей толщиной. При этом в варианте СД БХК доля сухого вещества в общей массе растения была достоверно выше по сравнению с контролем, что указывает на меньшее содержание в них воды.

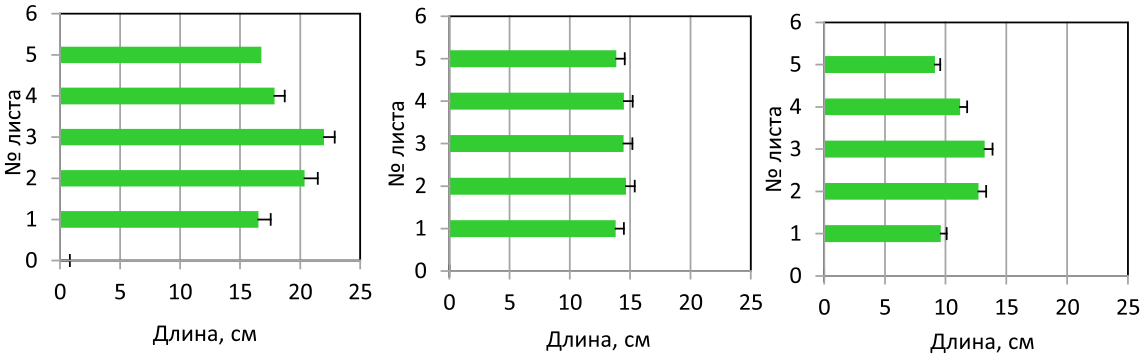
Показатель ЧПФ, характеризующий интенсивность ежесуточного накопления сухой массы единицей поверхности растений, был самым высоким в варианте СД БХК, средним – с СД БХТ, худшим – с НЛ. Это свидетельствует о том, что накопление сухого вещества под СД-светильниками происходило интенсивнее, несмотря на меньшую площадь листьев.

Для определения влияния спектров освещения на морфогенез были измерены высота растений и длина листьев по ярусам. Результаты показали, что под НЛ растения были самыми низкими и раскидистыми. При этом листья второго и третьего ярусов были самыми длинными и перекрывали нижние (рис. 4). Поскольку затенение приводит к ухудшению освещения нижних листьев, то становится понятным достоверное снижение ЧПФ под НЛ. Растения под СД-светильниками были выше и компактнее. В варианте СД БХТ растения имели форму, сходную с контрольной, но меньшие размеры. В варианте СД БХК листья разных ярусов были близки по размерам, что обеспечивало лучшее освещение. Очевидно, такая форма способствовала более высокому показателю ЧПФ.

Изменение показателей салата листового при выращивании под светильниками с разными спектрами излучения*

Вариант	Масса, г		Доля сухой массы, %	ЧПФ	Площадь листьев, $см^2$	Сырая масса листа, $г/см^2$	Высота, см	Максимальная длина листьев, см	Площадь, занимаемая растением, $см^2$
	сырая	сухая							
НЛ – контроль	241	16,1	6,68	2,51	3139	0,077	20,3	22,0	1518
СД БХК	223	15,7	7,04	3,53	2422	0,092	25,4	14,7	674
СД БХТ	203	13,3	6,54	2,95	2293	0,089	21,0	13,2	547
$НСР_{05}$	15,3	0,33	0,33	0,33	61,3	0,003	2,4	1,2	51

Примечание: НЛ – натриевая лампа высокого давления; СД БХК – СД-светильник с белым холодным и красным спектром; СД БХТ – СД-светильник с белым холодным и теплым спектром; ЧПФ – чистая продуктивность фотосинтеза.



а) *б)* *в)*

Рис. 4. Влияние спектров освещения на размеры листьев салата разных ярусов (1 – нижний, 5 – верхний): а – натриевая лампа НЛ; б – светодиодный светильник с белым холодным и красным спектром СД БХК; в – светодиодный светильник с белым холодным и теплым спектром СД БХТ

Большая масса растений под НЛ может быть обусловлена разными причинами. Одной из причин может быть то, что, несмотря на выравнивание интенсивности освещения, температура под НЛ была на 2,5–3 °С выше, чем под СД-светильниками. Больший нагрев связан с высокой теплоотдачей ламп. Известно, что в оптимальном промежутке повышение температуры линейно усиливает интенсивность фотосинтеза [15]. Кроме того, установлено, что при затенении растений может проявляться эффект «синдрома избегания тени» (shade-avoidance syndrome–SAS). SAS-эффект связан с усилением синтеза и транспорта ауксинов, что приводит к удлинению органов растений [9]. Поскольку в варианте с НЛ значительная часть нижних листьев была затенена, то SAS-эффект мог стимулировать увеличение размеров растений.

С учетом того что затенение снижает ЧПФ, нами была рассчитана площадь (в форме круга), которая необходима растениям для избегания конкуренции за освещение. Расчеты показали, что в варианте с НЛ необходима площадь 1518 см^2, а в вариантах СД БХК и СД БХТ была достаточна площадь меньше в 2,3 и 2,8 раза соответственно. Эти результаты показывают, что возможно выращивание растений в уплотненной схеме. При небольшом проигрыше в продуктивности под СД-светильниками (на 8–18 %) уплотненная посадка позволит значительно поднять урожайность салатных линий.

Заключение

Таким образом, полученные результаты показали, что в условиях полной светокультуры и глубоководной гидропоники оптимальной была интенсивность освещения 200 мкмоль/ м^2 · с. Продуктивность растений под натриевыми лампами и СД-светильниками с белым холодным и красным спектром была близка, но доля сухого вещества в растениях под СД-светильниками была выше. Применение СД-светильников позволяет формировать компактные растения и повысить урожайность за счет уплотненной схемы их размещения.

Список литературы / References

1. Amoozgar A., Mohammadi A., Sabzalian M.R. Impact of light-emitting diode irradiation on photosynthesis, phytochemical composition and mineral element content of lettuce cv. Grizzly. Photosynthetica. 2017. № 55 (1). P. 85–95.

2. Eichhorn Bilodeau E.S., Wu B.S., Rufyikiri A.S., MacPherson S., Lefsrud M. An update on plant photobiology and implications for cannabis production. Front. Plant Sci. 2019. Vol. 10. P. 296. DOI: 10.3389/fpls.2019.00296.

3. Kozai T. Resource use efficiency of closed plant production system with artificial light: concept, estimation and application to plant factory. Proc. Jpn. Acad. Ser. B. 2013. Vol. 89. P. 447–461.

4. Аверчева О.В., Беркович Ю.А., Ерохин А.Н., Жигалова Т.В., Погосян С.И., Смолянина С.О. Особенности роста и фотосинтеза растений китайской капусты при выращивании под светодиодными светильниками // Физиология растений. 2009. Т. 56. № 1. С. 17–26.

Avercheva O.V., Zhigalova T.V., Pogosyan S.I., Berkovich Yu.A., Erokhin A.N., Smolyanina S.O. Growth and photosynthesis of Chinese cabbage plants growth under Light-emitting diode-based light source // Fiziologiya rasteniy. 2009. Vol. 56. No. 1. P. 14–21 (in Russian).

5. Ракутько С.А., Ракутько Е.Н. Зависимость площади листьев салата (*Lactuca sativa* L.) от дозы потока оптического излучения и ее составляющих // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2018. № 50. С. 213–219.

Rakutko S.A., Rakutko E.N. Dependence of the area of lettuce leaves (*Lactuca sativa* L.) on the dose of the optical radiation flux and its components // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2018. No. 50. P. 213–219 (in Russian).

6. Park Y.G., Park J.E., Hwang S.J., Jeong B.R. Light Source and CO_2 Concentration Effect Growth and Anthocyanin Content of Lettuce under Controlled Environment. Hort. Environ. Biotechnol. 2012. Vol. 53. No. 6. P. 460–466.

7. Далькэ И.В., Буткин А.В., Табаленкова Г.Н., Малышев Р.В., Григорай Е.Е., Головко Т.К.

Эффективность использования световой энергии тепличной культурой листового салата // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2013. № 5. С. 60–68.

Dal'ke I.V., Butkin A.V., Tabalenkova G.N., Malyshev R.V., Grigoraj E.E., Golovko T.K. Efficiency of the use of light energy by the greenhouse culture of lettuce // Izvestiya Timiryazevskoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2013. No. 5. P. 60–68 (in Russian).

8. Ракутько С.А., Маркова А.Е., Мишанов А.П., Ракутько Е.Н. Применение красных и синих светодиодов в светокультуре салата // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 4–6. С. 1073–1076.

Rakutko S.A., Markova A.E., Mishanov A.P., Rakutko E.N. Application of red and blue LEDs in lettuce indoor plant cultivation // Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij. 2016. no. 4–6. P. 1073–1076 (in Russian).

9. Войцеховская О.В. Фитохромы и другие (фото)рецепторы информации у растений // Физиология растений. 2019. Т. 66. № 3. С. 163–177. DOI: 10.1134/S0015330319030151.

Voitsekhovskaja O.V. Phytochromes and other (photo) receptors of information of plants // Fiziologiya rasteniy. 2019. Vol. 66. No. 3. P. 351–364 (in Russian).

10. Brechner M., Both A.J. Cornell Controlled Environment Agriculture: Hydroponic Lettuce Handbook. Cornell: Cornell University, 2012. 48 p.

11. Третьяков Н.Н, Паничкин Л.А., Кондратьев М.Н. Практикум по физиологии растений. М.: КолосС, 2003. 288 с.

Tret'yakov N.N, Panichkin L.A., Kondrat'ev M.N. Practical training in Physiology. M.: KolosS, 2003. 288 p. (in Russian).

12. Самойлов В.Н., Плотникова Л.Я. Результаты изучения влияния различных источников освещения на параметры фотосинтетического процесса салата листового // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сборник II Всероссийской (национальной) научной конференции (г. Новосибирск, 25 декабря 2017 г.). Новосибирск. 2017. С. 108–111.

Samoilov V.N., Plotnikova L.Ya. Results of studying the influence of various light sources on the parameters of the photo-

synthetic process of lettuce // Rol' agrarnoj nauki v ustojchivom razvitii sel'skih territorij: sbornik II Vserossijskoj (nacional'noj) nauchnoj konferencii (g. Novosibirsk, 25 December 2017 g.). Novosibirsk, 2017. P. 108–111 (in Russian).

13. Solovchenko A.E., Merzlyak M.N. Screening of visible and UV radiation as a photoprotective mechanism in plants. Russian Journal of Plant Physiology. 2019. Vol. 55. No. 6. P. 719–737.

14. Плотникова Л.Я., Самойлов В.Н., Новикова Е.С., Бережкова Г.А. Влияние интенсивности освещения на продуктивность салата листового в условиях полной светокультуры // Состояние и перспективы развития садоводства в Сибири: материалы II Национальной научно-практической конференции, посвященной 85-летию плодового сада Омского ГАУ имени профессора А.Д. Кизюрина (г. Омск, 7–9 декабря 2016 г.). Омск, 2016. С. 88–91.

Plotnikova L.Ya., Samoilov V.N. The effect of light intensity on the productivity of lettuce in the conditions of full light culture // Sostoyanie i perspektivy razvitiya sadovodstva v Sibiri: materialy II Nacional'noj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvyashchennoj 85-letiyu plodovogo sada Omskogo GAU imeni professora A.D. Kizyurina (g. Omsk, 7–9 December 2016 g.). Omsk, 2016. P. 88–91 (in Russian).

15. Закурин А.О., Щенникова А.В., Камионская А.М. Светокультура растениеводства защищенного грунта: фотосинтез, фотоморфогенез и перспективы применения светодиодов // Физиология растений. 2020. Т. 67. № 3. С. 246–258. DOI: 10.31857/S0015330320030227.

Zakurin A.O., Shchennikova A.V., Kamionskaya A.V. Artificial-light culture in protected ground plant growing: Photosynthesis, photomorphogenesis, and prospects of LED application // Fiziologiya rasteniy. 2020. Vol. 67. No. 3. P. 246–258 (in Russian).

УДК 630*165:630*181.35:630*182

КОНКУРЕНЦИЯ МЕЖДУ ДЕРЕВЬЯМИ В 55-ЛЕТНИХ КУЛЬТУРАХ СОСНЫ

Рогозин М.В.

Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, e-mail: rog-mikhail@yandex.ru

Изучались 55-летние культуры сосны на 17 пробных площадях со сплошным картированием деревьев. Средние высота и диаметр 27.2 м и 20.6 см, полнота 0.96, густота 940–1620 шт./га. Вокруг деревьев построили полигоны питания для возраста 30–40 и 41–55 лет. Анализ 1623 полигонов в окружении 4–8 деревьев-соседей показал, что корреляция между площадью питания и диаметром ствола дерева равна $r = 0.252 \pm 0.023$ при силе влияния 6.4%. Это влияние того же порядка, что и ранее установленное в 184-летнем сосняке (7.7%). В густых местах лесных культур изучаемая корреляция понижалась до $r = 0.19 \pm 0.03$, а в редких местах возрастала до $r = 0.32 \pm 0.03$. Это указывает на то, что в микроценозе действие густоты в целом такое же, как и в древостоях: густота влияет на средние диаметры стволов на пробных площадях при $r = -0.87 \pm 0.06$. Далее изучали взаимодействие центрального дерева и соседей в 190 полигонах на двух пробных площадях с полнотой 1.0 тремя способами: 1) определяли давление суммы диаметров соседей на единицу площади питания центрального дерева; 2) определяли взаимодействие «по расстоянию» – суммировали диаметры соседей, делённых на расстояние до центрального дерева; 3) находили взаимодействие «по контакту» – суммировали диаметры соседей, умноженных на длину контактирующей стороны полигона. Первые два способа оценивали силу конкуренции, и она оказалась недостоверной при влиянии 0.9–2.2%, а третий оценивал партнёрские отношения, и они достоверны при $r = 0.348 \pm 0.064$ и силе влияния 12%. Поэтому следует преодолеть заблуждения и изменить «Правила ухода за лесами» (2017). Необходимо разработать другие модели ухода вместо логических построений на основе якобы сильной конкуренции между деревьями, которая не нашла здесь подтверждения.

Ключевые слова: древостой, густота, площадь питания, конкуренция, кооперация

COMPETITION BETWEEN TREES IN 55-YEAR-OLD PINE CROPS

Rogozin M.V.

Perm State National Research University, Perm, e-mail: rog-mikhail@yandex.ru

55-year-old pine crops were studied on 17 trial areas with continuous tree mapping. Average height and diameter 27.2 m and 20.6 cm, fullness 0.96, density 940-1620 pcs / ha. Around the trees, food polygons were built for the ages of 30-40 and 41-55 years. The analysis of 1623 polygons surrounded by 4-8 neighboring trees showed that the correlation between the feeding area and the diameter of the tree trunk is $r = 0.252 \pm 0.023$ with an influence strength of 6.4%. This effect is of the same order as previously established in the 184-year-old pine forest (7.7%). In dense areas of forest crops, the studied correlation decreased to $r = 0.19 \pm 0.03$, and in rare places it increased to $r = 0.32 \pm 0.03$. This indicates that in the microcenosis, the effect of density is generally the same as in stands: density affects the average trunk diameters in the sample areas at $r = -0.87 \pm 0.06$. Next, we studied the interaction of the central tree and neighbors in 190 polygons on two test areas with a completeness of 1.0 in three ways: 1) determined the pressure of the sum of the diameters of neighbors per unit area of supply the central tree; 2) determined the interaction «by distance» – summed the diameters of neighbors divided by the distance to the central tree; 3) found the interaction «by contact» – summed the diameters of neighbors multiplied by the length of the contacting side of the polygon.The first two methods evaluated the strength of competition, and it turned out to be unreliable at the influence of 0.9-2.2%, and the third evaluated partnerships, and they are reliable at $r = 0.348 \pm 0.064$ and the influence of 12%. Therefore, it is necessary to overcome misconceptions and change the Rules of Forest Care (2017). It is necessary to develop other models of care instead of logical constructions based on the supposedly strong competition between trees, which is not confirmed here.

Keywords: forest stand, density, feeding area, competition, cooperation

При изучении роста деревьев в конкурентной среде неизбежно возникает вопрос: как на отдельное дерево влияют его соседи? Казалось бы, всё здесь ясно и так – чем они ближе и крупнее, тем сильнее конкуренция, и тем меньше по размерам будет дерево в центре. Однако в целом ряде исследований [1; 2], в том числе в работах по конкуренции, где она изучалась многими способами, в частности в 20-летних молодняках [3] и в 184-летних насаждениях сосны [4], конкурентное давление соседей и площадь питания дерева влияли, как факторы, на размеры центрального дерева очень слабо, в пределах всего лишь 0.2–11% [4].

Площадь питания – это простой физический фактор. Но после смыкания крон в насаждении начинает действовать ещё и фактор фитоценотический – влияние деревьев-соседей. Они могут не только конкурировать, но и «помогать» друг другу. В целом присутствует и то, и другое, и правильнее назвать их отношения взаимодействием. Они могут «давить» друг на друга

(конкурировать), а могут и «дружить» друг с другом (партнёрствовать). Эти вопросы весьма актуальны в гипотезе «сильной Геи» и в эволюции биосферы на основе взаимопомощи организмов рассматриваются как основные [5].

Цель исследования: сравнить разные способы расчёта конкурентного давления и пространственных взаимодействий деревьев и выбрать лучшие из них.

Материалы и методы исследования

Для изучения пространственных взаимодействий деревьев желателен одновозрастный массив, и этому как нельзя лучше отвечают лесные культуры. Мы выбрали культуры сосны, созданные посадкой в 1967 г. на общей площади 3.3 га в кв. 43 Нижне-Курьинского участкового лесничества Пермского городского лесничества. В возрасте 55 лет они растут по 1Б классу бонитета и имеют высокую полноту. В них на относительно ровной территории заложили серию пробных площадей с нумерацией деревьев и определением их диаметра через окружность с точностью ± 0.1 см на подготовленных с подрумяниванием коры стволах на высоте 1.3 м. Деревья наносили на абрис с точностью ± 3–5 см и составляли карту их размещения в программе ArcMap-ArcView. Первоначально в 2019 г. выделили площадь 80×80 м, и её разделили на 9 пробных площадей. Но затем обнаружилось, что для выяснения ряда вопросов их нужно больше. Поэтому на следующий год нанесли на план ещё около 2 тыс. деревьев. В данной работе этот материал использован частично, и из 24 пробных площадей по всему участку выбрано 17 с высокой, средней и пониженной густотой. На них построили 1623 полигона питания вокруг живых деревьев (рис. 1).

Полигоны выстраивали также для отпавших деревьев, которые находили по старым пням, и выяснили, что они отпали примерно 15–25 лет назад [6], т.е. в возрасте 30-40 лет. Площадь питания и давление соседей рассчитывали, измеряя расположение деревьев на плане. Картирование в программе ArcMap-ArcView продолжалось более года. Данные анализировали на точечных диаграммах с оценкой достоверности корреляций и применяя показатели аппроксимации трендов связей между признаками [4; 7].

Результаты исследования и их обсуждение

Использованные для анализа данные 17 пробных площадей показаны ниже (табл. 1).

Таблица 1

Некоторые таксационные показатели культур сосны в возрасте 55 лет на площади 1.25 га на 17 пробных площадях (ПП) в порядке снижения их текущей густоты

№ п/п	Текущая густота, шт./га	Средние для древостоя		Полнота древостоя		Число полигонов питания, шт.	Корреляции «площадь питания×диаметр ствола», r
		диаметр, см	высота, м	$м^2$/га	относительная		
3	1620	19.0	26.0	44.0	0.97	112	0.21*
4	1530	18.4	25.7	45.7	1.01	109	0.13
2	1490	20.0	26.3	43.5	0.96	105	0.24*
19	1490	19.4	26.8	44.1	0.96	96	0.31*
17	1400	20.2	27.3	44.9	0.98	100	0.15
24	1390	20.5	27.5	46.1	1.00	129	0.12
20	1350	20.4	27.3	44.4	0.97	89	0.16
5	1320	18.8	25.8	42.3	0.94	94	0.16
1	1310	20.8	27.5	39.9	0.87	93	0.23*
6	1270	20.3	27.6	46.0	1.01	90	0.27*
18	1260	20.7	27.4	43.3	0.95	100	0.13
23	1250	21.6	27.5	46.0	1.00	98	0.25*
21	1240	21.5	27.5	45.0	0.98	93	0.40*
22	1230	20.6	27.4	41.1	0.89	95	0.44*
9	1110	21.6	27.9	40.8	0.89	79	0.28*
8	1030	23.1	28.1	46.5	1.02	73	0.46*
7	940	22.5	28	39.2	0.86	67	0.35*
Сумма						1623	
Среднее	1308	20.6	27.2	43.7	0.96		0.252*
Корреляция с текущей густотой		– 0,87*	– 0.79*	0.35	0.40		– 0.57*

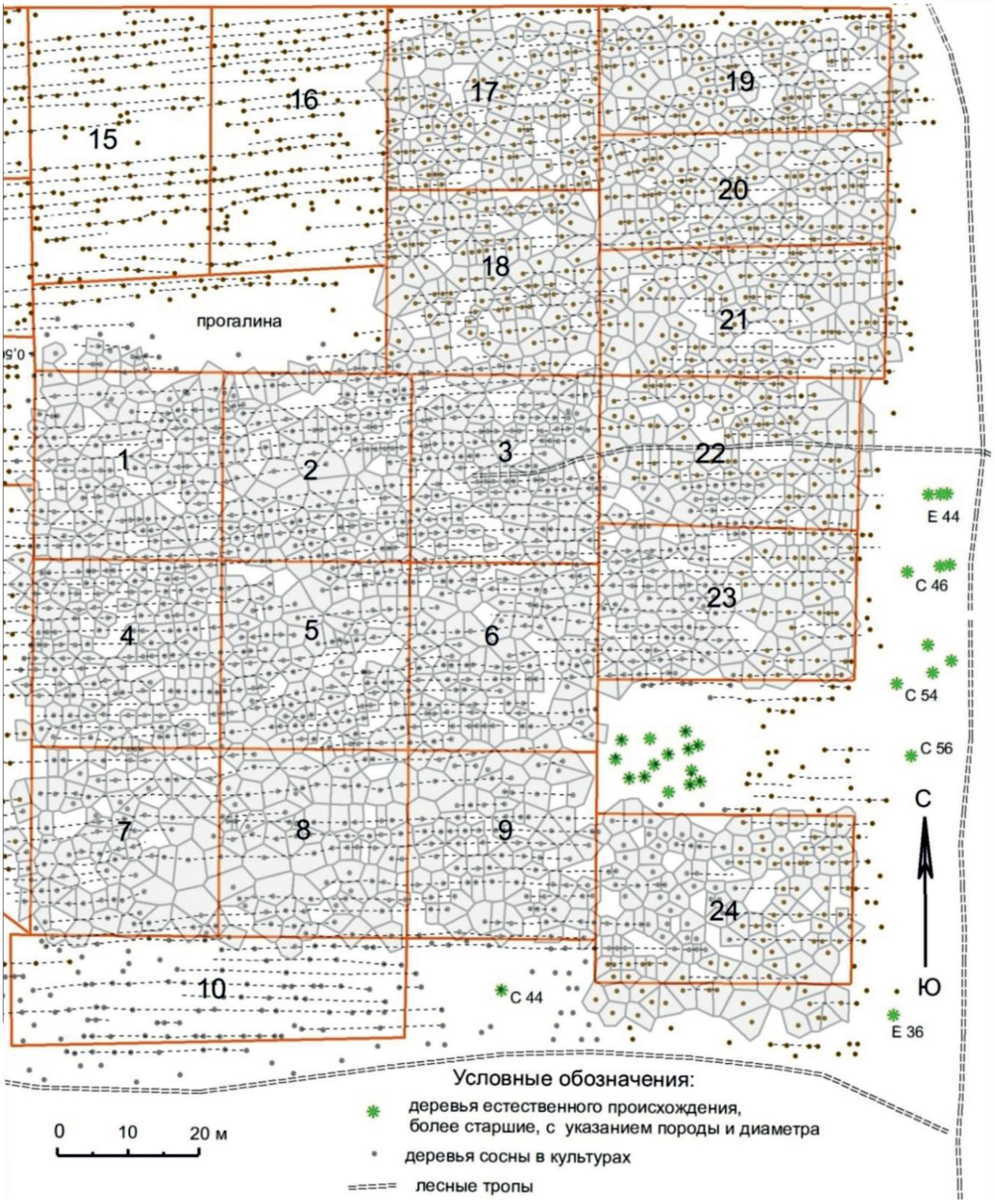


Рис. 1. Полигоны питания, доставшиеся деревьям в возрасте 30–40 лет на 17 пробных площадях в 55-летних культурах сосны. У отпавших деревьев полигоны питания показаны светлым тоном (фрагмент плана участка)

В целом средняя корреляция между площадью питания и диаметром ствола на 17 пробных площадях равна $r = 0.252 \pm 0.023$ и высоко достоверна при $t = 10.8 > t_{0.99} = 2.6$. Возведение её в квадрат и перевод в проценты даёт нам силу её влияния 6.4%. Это влияние того же порядка, что и в 184-летнем сосняке, где оно равнялось 7.7% [4]. Поэтому важен поиск любых факторов, его усиливающих. Рассмотрим влияние густоты.

На пробных площадях с малой густотой (<1308 шт./га) в большинстве случаев корреляция между площадью питания и диаметром ствола была достоверна и возрастала до значений 0.40–0.46, тогда как при густоте 1320 шт./га и выше она была достоверной только в трёх случаях из восьми.

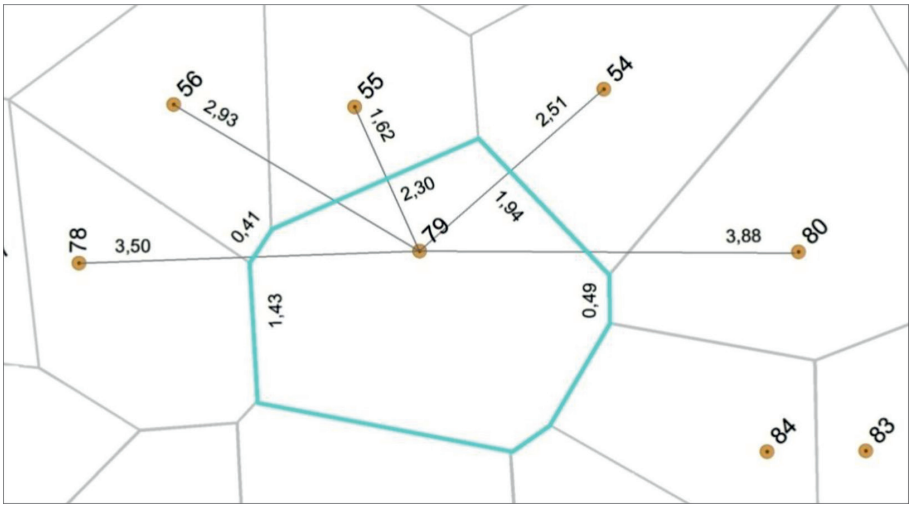


Рис. 2. Полигон питания дерева № 79 в окружении 8 соседей. Показаны расстояния до пяти соседей и «контакт» с каждым по стороне полигона питания

И если построить зависимость между густотами на 17 пробных площадях и корреляциями в последней графе табл. 1, то получим связь r = –0.57 ± 0.16. Для 9 «густых» пробных площадей эта корреляция в среднем равна r = 0.19, а для 8 пробных площадей в «редких» местах она возрастала в среднем до r = 0.32. При этом сила влияния фактора, рассчитанная через квадраты этих корреляций, возрастала от 3.7 до 11.4 %, т.е. увеличивалась в 3 раза.

И тут возникает парадоксальная ситуация – влияние площади питания увеличивается отнюдь не в густых местах, как это следовало бы из логики усиления там конкуренции за ресурсы и повышения роли площади питания, а наоборот, в редких местах культур. Здесь необходимо пояснить, что площадь питания в микроценозе – это обратная его густоте величина. И повышение влияния площади питания именно в редких по густоте местах чрезвычайно важно – оно показывает, что в микроценозе действие его густоты такое же, как и в целом по древостою, хотя и слабее. Так, при снижении общей густоты на 17 пробных площадях диаметры стволов в них возрастают (табл. 1), и корреляция между густотами и средними диаметрами высоко достоверна (r = –0.87 ± 0.06). Также высоко достоверно густота влияет на высоты (r = –0.79 ± 0.09). Поэтому можно полагать, что снижение густоты в сообществе деревьев полнее раскрывают их задатки, и они намного лучше используют увеличенную площадь питания.

Далее мы продолжили поиск иных факторов и задействовали диаметры стволов соседей. Этот более сложный пространственной анализ мы осуществили пока только на двух пробных площадях средней густоты и с высокой полнотой – на ПП 21 и 23.

Давление соседей в самом простом варианте можно рассчитать в виде суммы их диаметров, которую надо разделить на площадь питания центрального дерева. При этом будет получено некое «давление конкуренции» с единицей измерения см/м^2. В более сложных вариантах диаметр ствола дерева-соседа делят на расстояние до центрального дерева либо умножают на ширину «контакта» с ним по стороне полигона питания. Разумеется, такой «контакт» – условная величина, но более простого способа для измерения взаимодействия между деревьями пока нет. Похожие способы в числе 8 способов измерения конкуренции использовал В.А. Усольцев [3] в молодняках сосны, изучая 20 насаждений и выбирая в каждом по 10 модельных деревьев. Однако на таких малых выборках определить лучший способ В.А. Усольцеву не удалось; не удалось его выбрать и после обзора множества работ, где эти способы применялись [8].

Поэтому рассмотрим измерение взаимодействий и конкурентное «давление» соседей на примере центрального дерева № 79 (рис. 2).

Здесь дерево № 79 окружают 8 соседей. Покажем пять из них, указывая диаметр их ствола, расстояние до центрального дерева и ширину «контакта» с ним:

№ 78 – 13.8 см, расстояние 3.50 м, контакт 1.43 м;

№ 56 – 17.4 см, расстояние 2.93 м, контакт 0.41 м;

№ 55 – 17.6 см, расстояние 1.62 м, контакт 2.30 м;

№ 54 – 24.5 см, расстояние 2.51 м, контакт 1.94 м;

№ 80 – 18.8 см, расстояние 3.88 м, контакт 0.49 м.

Заметим, что такие измерения можно получить без пропусков деревьев-соседей только при наличии уже построенных полигонов, где виден и каждый сосед, и ширина его «контакта» с центральным деревом. Подобные данные мы рассчитали для 190 центральных деревьев и 1069 их соседей; показатели их взаимодействия с центральным деревом показаны ниже в таблице после данных по площадям питания (табл. 2).

Использование сложных показателей взаимодействия деревьев в микроценозе в их сравнении с простой площадью питания центрального дерева не дало существенной прибавки по корреляциям. Так, если усреднить корреляции для площади питания 1 и 2, то её значение будет равно $r = 0.345$, а для взаимодействия «по контакту» она равна $r = 0.348$.

Наиболее быстрый для расчётов способ № 4, который можно применить без выстраивания полигонов, оказался не достоверным при $r = -0.147 \pm 0.071$ и силе влияния 0.022 или 2.2 %. Также не достоверным было давление суммы диаметров соседей при делении этой суммы на площадь питания дерева в центре, при $r = 0.096 \pm 0.072$ и силе влияния 0.009 или 0.9 %. То есть фитоценотическое давление соседей на центральное дерево, рассчитанное двумя способами, почти на порядок оказалось ниже по своей силе (0.9–2.2 %), чем влияние площади питания, доставшейся дереву в возрасте 30-40 лет при силе влияния 0.103 или 10.3 %, а затем в возрасте 41–55 лет при силе влияния 0.135 или 13.5 %.

Наиболее интересно взаимодействие «контактное». По смыслу это получилась уже не конкуренция, а партнерское взаимодействие, так как при увеличении расстояния (ширины) контакта по стороне полигона и диаметров соседей возрастал и его результат – диаметр дерева в центре полигона увеличивался при $r = 0.348 \pm 0.064$. Иными словами, либо каким-то образом деревья «помогали» друг другу в росте, например срастанием корней [9], либо в насаждении есть места благоприятные (где деревья согласованно увеличивали размеры) и неблагоприятные (где деревья также согласованно уменьшали свои размеры).

Таблица 2

Влияние площади питания и взаимодействия соседей с центральным деревом в 55-летних культурах сосны при относительной полноте 1.0 в результате анализа размещения 190 центральных деревьев и их 1069 соседей на пробных площадях 21 и 23

Взаимодействие деревьев в микроценозе	Порядок расчётов показателя	Единицы измерения	Корреляция с диаметром центрального дерева	Показатель аппроксимации линейной связи (сила влияния)
1. Площадь питания 1 (до возраста 30–40 лет)	Определение площади после выстраивания полигона через центры расстояний между соседями (включая старые пни) и центральным деревом	$м^2$	0.322 ± 0.065*	0.103
2. Площадь питания 2 (в возрасте 41–55 лет)	Тот же порядок расчётов, но старые пни не учитывались	$м^2$	0.368 ± 0.063*	0.135
3 Давление диаметров стволов	Суммируем диаметры стволов всех соседей. Делим эту сумму на площадь питания центрального дерева	см / $м^2$	0.096 ± 0.072	0.009
4. Взаимодействие «по расстоянию»	Диаметр ствола соседа делим на расстояние до центрального дерева. Суммируем эти показатели	см / м	-0.147 ± 0.071	0.022
5. Взаимодействие «по контакту»	Диаметр ствола соседа умножаем на его контакт с центральным деревом по стороне полигона. Суммируем эти показатели от всех соседей	см × м	0.348 ± 0.064*	0.120

В связи с вышеизложенным следует освободиться от идеологемы о сильной конкуренции между деревьями, восходящей к идее «борьбы» видов за существование Ч. Дарвина [10], и взять на вооружение модели ухода с регуляцией густоты в более раннем возрасте. Для этого нужно отказаться от активных прореживаний в среднем возрасте и сместить их на возраст 10–25 лет, когда можно эффективно менять траекторию развития насаждений целевым регулированием их густоты [4].

Выводы

1. На 17 пробных площадях по 1623 деревьям корреляция между площадью питания и диаметром ствола равна $r = 0.252 \pm 0.023$ при силе влияния фактора площади питания 6.4%. Это влияние того же порядка, что и ранее установленное в 184-летнем сосняке (7.7%).

2. Текущая густота культур изменялась от 940 до 1620 шт./га, и на 9 «густых» пробных площадях на 928 полигонах питания корреляция «площадь питания × диаметр ствола» была равна $r = 0.19 \pm 0.03$, а в «редких» местах на 695 полигонах она возрастала до $r = 0.32 \pm 0.03$. При этом сила влияния площади питания увеличивалась от 3.7 до 11.4%, т.е. в 3 раза.

3. Влияние площади питания на диаметр ствола возрастает отнюдь не в густых местах, как это диктует парадигма конкуренции, а наоборот, в редких местах культур. Это указывает на то, что в микроценозе действие его густоты в целом такое же, как и по древостою, хотя и слабее. Так, при снижении густоты на 17 пробных площадях диаметры стволов в них возрастали при корреляции $r = -0.87 \pm 0.06$.

4. Взаимодействие деревьев изучали на двух пробных площадях с полнотой 1.0 на 190 полигонах тремя способами: 1) определяли давление суммы диаметров стволов соседей на единицу площади питания дерева в центре; 2) определяли взаимодействие «по расстоянию» в виде суммы диаметров соседей, делённых на расстояние до центрального дерева; 3) рассчитывали взаимодействие «по контакту», когда суммировали диаметры соседей, умноженных на длину соответствующей стороны полигона. Первые два оценивали конкурентное давление, и оно недостоверно при силе влияния 0.9–2.2%, а третий оценивал партнёрские отношения, и их влияние достоверно при $r = 0.348 \pm 0.064$ и силе влияния 12%.

5. Сравнение способов оценки конкуренции между деревьями показало, что лучшим является простое определение площади питания. Более сложные способы, с расчётом давления диаметров соседей, неожиданно снижали силу её влияния.

Список литературы / References

1. Колобов А.Н. Моделирование пространственно-временной динамики древесных сообществ: индивидуально-ориентированный подход // Лесоведение. 2014. № 5. С. 72–82.

Kolobov A.N. Modeling of the spatial-temporal dynamics of tree communities: an individually oriented approach // Lesovedeniye. 2014. No. 5. P. 72–82 (in Russian).

2. Суховольский В.Г., Захаров Ю.В., Ковалев А.В. Моделирование дефектов в горизонтальной структуре лесных насаждений // Хвойные бореальной зоны. 2016. Т. 34. № 3–4. С. 174–179.

Sukhovolsky V.G., Zakharov Yu.V., Kovalev A.V. Modeling of defects in the horizontal structure of forest plantations // Khvoynyye boreal'noy zony. 2016. Vol. 34. No. 3-4. P. 174–179 (in Russian).

3. Усольцев В.А. Продукционные показатели и конкурентные отношения деревьев. Исследование зависимостей. Екатеринбург: УГЛТУ, 2013. 556 с.

Usoltsev V.A. Production indicators and competitive relations of trees. Dependency research. Yekaterinburg: UGLTU, 2013. 556 p. (in Russian).

4. Рогозин М.В. Структура древостоев: конкуренция или партнерство? Пермь: ПГНИУ, 2019. 223 с.

Rogozin M.V. Structure of forest stands: competition or partnership? Perm: PGNIU, 2019. 223 p. (in Russian).

5. Лапенис А.Г. Принцип биогеохимической селекции организмов и направленная эволюция биосферы // Рассеянные элементы в бореальных лесах / Отв. ред. А.С. Исаев. М.: Наука, 2004. С. 290–306.

Lapenis A.G. The principle of biogeochemical selection of organisms and directed evolution of the biosphere // Rasseyannyye elementy v boreal'nykh lesakh / Otv. red. A.S. Isayev. M.: Nauka, 2004. P. 290–306 (in Russian).

6. Чирков Г.В. Закономерности формирования древесного отпада в хвойных древостоях Ленинградской области: автореф. дис… к.с.-х. наук. Санкт-Петербург, 2004. 24 с.

Chirkov G.V. Regularities of the formation of wood decay in coniferous stands of the Leningrad region: avtoref. dis… k.s.-kh. nauk. Sankt-Peterburg, 2004. 24 p. (in Russian).

7. Демаков Ю.П. Структура и закономерности развития лесов республики Марий Эл. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2018. 432 с.

Demakov Yu.P. Structure and patterns of forest development in the Republic of Mari El. Yoshkar-Ola: PGTU, 2018. 432 p. (in Russian).

8. Усольцев В.А., Часовских В.П., Акчурина Г.А., Осмирко А.А., Кох Е.В. Фитомасса деревьев в конкурентных условиях: исследование системных связей средствами информационных технологий. Екатеринбург: УГЛТУ, 2018. 526 с.

Usoltsev V.A., Chasovskikh V.P., Akchurina G.A., Osmirko A.A., Koch E.V. Phytomass of trees in competitive conditions: research of system connections by means of information technologies. Yekaterinburg: UGLTU, 2018. 526 p. (in Russian).

9. Колтунова А.И. О формировании горизонтальной структуры и срастании корневых систем в древостоях сосны // Эко-потенциал. 2013. № 3–4. С. 136–142.

Koltunova A.I. On the formation of a horizontal structure and the fusion of root systems in pine stands // Eko-potentsial. 2013. No. 3–4. P. 136–142 (in Russian).

10. Костерин О.Э. Дарвинизм как частный случай «бритвы Оккама» // Вестник ВОГиС. 2007. Т. 11. № 2. С. 416–431.

Kosterin O.E. Darwinism as a special case of «Occam's razor» // Vestnik VOGiS. 2007. Vol. 11. No. 2. P. 416–431 (in Russian).

УДК 630*181.28

К ВОПРОСУ МОРОЗОУСТОЙЧИВОСТИ И ЗИМОСТОЙКОСТИ ВИДОВ РОДА *GLEDITSIA* L. В УСЛОВИЯХ РЕГИОНА СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЫ

Семенютина А.В., Мельник К.А.

ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук», Волгоград, e-mail: semenyutinaa@vfanc.ru, melnik-k@vfanc.ru

Проблема устойчивости древесных растений *Gleditsia* в условиях каштановых почв сухостепной зоны имеет теоретическое и практическое значение. Виды рода *Gleditsia* рекомендуются в сухостепных условиях для защитного лесоразведения и озеленения населенных пунктов. Они используются как главная порода в полезащитных лесных полосах, придорожных посадках, приовражных лесных насаждениях. При озеленении населенных пунктов ее высаживают в городских парках. Основным исходным материалом при размножении *Gleditsia* являются семена. Цель исследований – оценка морозоустойчивости и зимостойкости различных видов рода *Gleditsia* в условиях Волгоградской области методом промораживания в лабораторных (климатическая камера КХТ-0,22) и полевых условиях. Объектами исследования являлись виды *Gleditsia: G. texana*, *G. caspica*, *G. triacanthos*, *G. triacanthos*, F. *inermis* произрастающие в дендрологических коллекциях ФНЦ агроэкологии РАН кадастр 34:34:000000:122; 34:34:060061:10. Возраст растений 10 лет. Коллекционные фонды расположены на светло-каштановых почвах с небольшим содержанием гумуса, пригодных для произрастания лесной растительности, в типичных для региона условиях. Выявлено, что изменение морозоустойчивости и зимостойкости различных видов рода *Gleditsia* в условиях региона сухостепной зоны происходит в зависимости от напряженности факторов внешней среды. Сравнительная характеристика экологической пластичности по отношению к низким отрицательным температурам показала, что самые низкие показатели морозоустойчивости и зимостойкости имеет *Gleditsia caspica*. Данная особенность, несомненно, связана с географическим происхождением этого вида. Ареал естественного распространения *Gleditsia caspica* находится в Ленкоранской низменности с субтропическим океаническим климатом. Предложен метод диагностики морозоустойчивости видов рода *Gleditsia.* Для озеленительных посадок представляют интерес как наиболее зимостойкие и засухоустойчивые виды *G. texana*, *G. triacanthos*, с природным ареалом из Северной Америки.

Ключевые слова: *Gleditsia texana*, *Gleditsia caspica*, *Gleditsia triacanthos*, *Gleditsia triacanthos*, F. inermis зимостойкость, морозоустойчивость, климатическая камера КХТ-0,22

ON THE QUESTION OF FROST RESISTANCE AND WINTER HARDINESS OF SPECIES OF THE GENUS *GLEDITSIA* L. IN THE CONDITIONS OF THE DRY-STEPPE ZONE REGION

Semenyutina A.V., Melnik K.A.

Federal Scientific Center of Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences, Volgograd, e-mail: semenyutinaa@vfanc.ru, melnik-k@vfanc.ru

The problem of stability of Gleditsia woody plants in the conditions of chestnut soils of the dry-steppe zone has theoretical and practical significance. Species of the genus *Gleditsia* are recommended in dry-steppe conditions for protective afforestation and landscaping of settlements. They are used as the main breed in protective forest strips, roadside plantings, and forest stands. When landscaping settlements, it is planted in urban parks. The main source material for the propagation of Gleditsia is seeds. The purpose of the research is to assess the frost resistance and winter hardiness of various species of the genus Gleditsia in the conditions of the Volgograd region by the method of freezing in the laboratory (climate chamber KKT-0.22) and field conditions. The objects of the study were *Gleditsia* species: G. *texana*, *G. caspica*, *G. triacanthos*, *G. triacanthos*, f. inermis growing in the dendrological collections of the Federal Research Center for Agroecology of the Russian Academy of Sciences cadastre 34:34:000000:122; 34:34:060061:10. The age of the plants is 10 years. The collection funds are located on light chestnut soils with a low humus content suitable for the growth of forest vegetation, in typical conditions for the region. It is revealed that the change in frost resistance and winter hardiness of various species of the genus *Gleditsia* in the conditions of the dry-steppe zone region occurs depending on the intensity of environmental factors. Comparative characteristics of ecological plasticity in relation to low negative temperatures showed that *Gleditsia caspica* has the lowest indicators of frost resistance and winter hardiness. This feature is undoubtedly related to the geographical origin of this species. The natural distribution area of *Gleditsia caspica* is located in the Lenkoran lowland with a subtropical oceanic climate. A method for diagnosing the frost resistance of species of the genus *Gleditsia* is proposed. For landscaping, the most winter – hardy and drought-resistant species – *G. texana*, *G. triacanthos*, with a natural range from North America-are of interest.

Keywords: *Gleditsia texana*, *Gleditsia caspica*, *Gleditsia triacanthos*, *Gleditsia triacanthos*, F. inermis, winter hardiness, frost resistance, climate chamber KXT-0,22

К роду растений *Gleditsia* относят около 12 видов, в культуре еще известны некоторые формы и гибриды. Распространен в Северной и Южной Америке и Восточной Азии. Известен в таких странах, как Япония, Китай, Корея и Монголия [1, 2].

Род *Gleditsia* попал в Европу в конце XVII в. Впервые культивировал его Комтон вблизи Лондона. В начале XVIII в. этот род получил широкое распространение в парках, а позднее – в защитных насаждениях всей Европы. В настоящее время виды *Gleditsia* хорошо распространены в Австралии, Венгрии, Болгарии, Румынии, Чехословакии и других странах Европы. В России *Gleditsia* культивируется с 1756 г., впервые в оранжерее сада Демидова под Москвой [3, 4].

Агроэкологические мероприятия в Волгоградской области ведутся в исключительно жестких климатических условиях. На рост и развитие древесных растений сильный отпечаток накладывают периодически повторяющиеся морозные зимы (-37 °С), засухи, которые порождают повреждения древесных пород и замедляют их рост и эффективность. Поиск новых высокоустойчивых к комплексу неблагоприятных природных факторов региона видов древесных растений является приоритетным направлением исследований в этом регионе.

Согласно предварительному литературному анализу и проведенным исследованиям представители рода *Gleditsia* благоприятно произрастают в условиях сухостепного региона, растения не требовательны к почвам и обладают высокими показателями засухоустойчивости [5–7].

В дендрологических коллекциях представлены три вида данного рода. Их комплексная оценка, изучение биоэкологических особенностей в условиях интродукции, роста и развития позволит выявить потенциал использования каждого вида в защитном лесоразведении и озеленении на территории Волгоградской области [8, 9].

Цель исследований – оценка морозоустойчивости и зимостойкости различных видов рода *Gleditsia* в условиях Волгоградской области методом промораживания в лабораторных (климатическая камера КХТ-0,22) и полевых условиях**.**

В задачи исследований входило:

– изучить состояние вопроса морозоустойчивости различных видов при экстремально низких температурах;

– изучить климатические условия холодного и теплого периодов в пределах ареалов искусственного и естественного распространения;

– дать оценку зимостойкости и морозоустойчивости видов рода *Gleditsia* в условиях каштановых почв.

Материалы и методы исследования

Объектами исследования являлись *Gleditsia: G. texana*, *G. caspica*, *G. triacanthos*, *G. triacanthos*, F. Inermis, произрастающие в дендрологических коллекциях ФНЦ агроэкологии РАН кадастр 34:34:000000:122; 34:34:060061:10. Цель исследований – биоэкологическое обоснование применения различных видов рода *Gleditsia* в сухостепных условиях Волгоградской области на основе изучения их развития и устойчивости.

Климатические условия холодного и теплого периодов в пределах ареалов искусственного и естественного распространения проводились с использованием интернет-сервисов [10].

Для определения морозоустойчивости побеги размещались в климатической камере КХТ-0,22 (рис. 1), которая прошла первичную аттестацию в соответствии с ГОСТ-Р-8.568-97,1; ГОСТ-Р-53616-2009; ГОСТ-Р. 53618-200. Камера позволяет проводить испытания по российским ГОСТам и международным стандартам. Система управления камеры функционирует на базе русскоязычного программируемого логического контроллера с цветной тактильной панелью оператора. Марка контроллера TEMI (Южная Корея).

Рис. 1. Климатическая камера КХТ-0,22

Климатическая камера специализирована для выполнения проверок влияния температур по установленным программам с функцией передачи на тестируемое оборудование, с дальнейшими замерами характеристик в ходе тестирований.

Эксперимент имел два варианта: с температурой -37 °С и -41 °С. После промораживания нанесли на них одну-две капли красителя метиленовый синий (рис. 2). Диагностика живых и мертвых тканей проводилась методом окрашивания. Раствор метиленового голубого (100 мг/л) в 2,5 %-ном KH_2PO_4 через несколько минут окрашивает мертвые и нежизнеспособные клетки в синий цвет.

Рис. 2. Проведение опыта с красителем метиленовый синий

Оценку зимостойкости различных видов рода *Gleditsia* в течение ряда лет (2010–2020 гг.) проводили в полевых условиях (табл. 1).

Индекс обмерзания определялся по формуле

$$Y = 100*\lambda*d\Delta / h*d,$$

где dΔ – диаметр у основания обмерзшей части ветки, м;
λ – длина обмерзшей части ветки, м; h – высота растения, м;
d – диаметр ствола (ниже первой ветки), м [12].

Степень достоверности полученных результатов подтверждена многолетними экспериментальными исследованиями с применением современного оборудования и обработки метеорологических, лабораторных и натурных наблюдений. Объем: исследовано 40 деревьев, выполнено 400 замеров. Результаты исследований имеют статистически достоверную оценку на 95 % уровне значимости.

Результаты исследования и их обсуждение

Областью природного распространения *Gleditsia triacanthos* является центральная часть Северной Америки от западного Нью-Йорка и Пенсильвании до южной Миннесоты (43 ° с. ш.) и восточного Канзаса и на юг до северо-восточного Техаса и северной Джорджии. Часто встречается в лесных посадках.

G. texana произрастает в лесах, речных поймах, болотах и озерах. Отдельные деревья замечены в нижней части реки Бразос, вблизи населенных пунктов Бразория и Техас. Ареал произрастания *Gleditsia* в Северной Америке характеризуется умеренно субтропическим климатом, охватывающим южную часть континента от различных озер на востоке до реки Колумбия на Западе. Техас включает две климатические зоны.

Таблица 1

Шкала зимостойкости (Методические указания… 2010) [11]

Балл	Диагностика зимостойкости по состоянию растений	Индекс обмерзания по наблюдениям в полевых условиях	Индекс обмерзания по наблюдениям в лабораторных условиях (КХТ-0,22 при -37 и -41 °С)
I	Не повреждаются в зимних условиях	1,0	1,0
II	Повреждаются на 50 % длины однолетние побеги	0,8	0,8
III	Повреждаются на 100 % длины однолетние побеги	0,6	0,6
IV	Обмерзают побеги (2–3-летние) и скелетные ветви	0,4	0,4
V	Погибает выше уровня снежного покрова надземная часть растений	0,2	0,2
VI	Вымерзают полностью (надземная и подземная части)	0	0

Так, на юге доминирует жаркий субтропический климат, а на севере и в центральной части – континентальный климат с теплым летом и холодной зимой. Средняя температура в центральной и северной частях в середине зимы колеблется от 0 °C до 18 °C, в июле повышается до 32 °C. Норма осадков за год в штате неоднозначна, наблюдается тенденция снижения количества осадков в восточном направлении.

Природным ареалом *G. caspica* считается южная часть Ленкорани. Растет группами, единичными экземплярами в низинной и предгорной частях. Ареал естественного произрастания имеет влажный субтропический климат. Он характеризуется умеренно теплой зимой, сухим и жарким летом и дождливой осенью. Среднее количество осадков достигает 1600 мм, в основном осенью. Минимальную температуру можно заметить в начале года, а самый теплый период начинается в середине лета. Средняя летняя температура составляет около 18 °C (табл. 2).

Волгоградская область относится к сухостепной зоне, климат континентальный. Характерными особенностями климата являются: активный ветровой режим в течение всего года, частый суховей, малое количество осадков, выпадающих чаще в виде ливней, сопровождающихся шквальным ветром и бурями.

Среднегодовая численность осадков составляет около 400 мм. Осадки распределяются за год неравномерно, что характерно для всего юго-востока Европейской части РФ. Большая часть осадков приходится на весенне-осенний период. Осадки летом выпадают в основном в форме недолгих дождей и не успевают пропитать землю (рис. 3).

Таблица 2

Климатические показатели в экспериментальных посадках и в естественных ареалах рода *Gleditsia*

Показатели	Экспериментальные посадки	Естественный ареал	
	Волгоград	Ленкорань	Техас
Начало зимнего периода, дата	2 декада ноября	1 декада декабря	3 декада ноября
Конец зимнего периода, дата	1 декада апреля	2 декада марта	3 декада марта
Минимальная температура воздуха, °C	-35	- 2	-5
Начало весеннего периода, дата	3 декада марта	1 декада марта	2 декада марта
Начало летнего периода, дата	1 декада мая	2 декада апреля	3 декада апреля
Первые сезонные заморозки	1 декада ноября	3 декада ноября	2 декада ноября
Последние весенние заморозки	3 декада апреля	3 декада февраля	3 декада марта
Максимальная температура воздуха, °C	Около 42	Около 32	Около 32

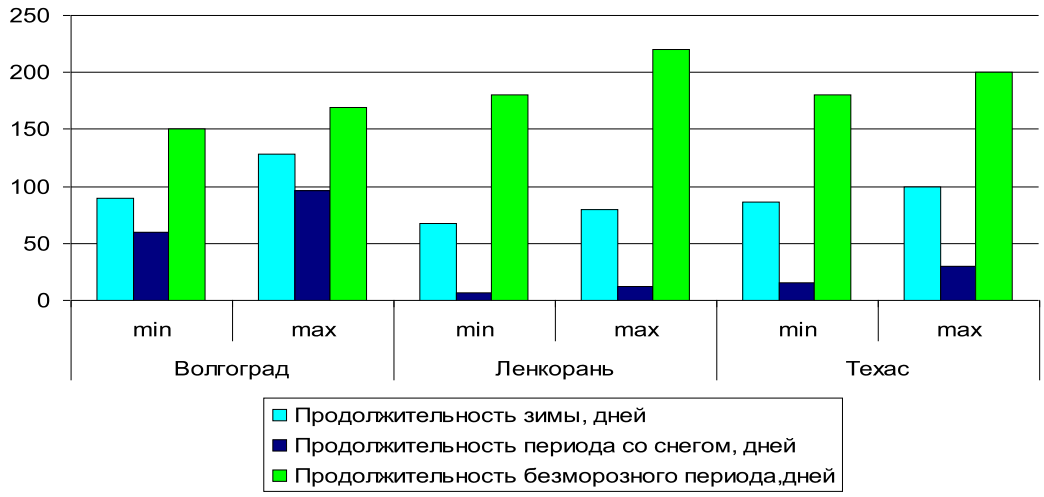


Рис. 3. Фиксация продолжительности холодных и теплых периодов в сравнении с естественными ареалами рода Gleditsia

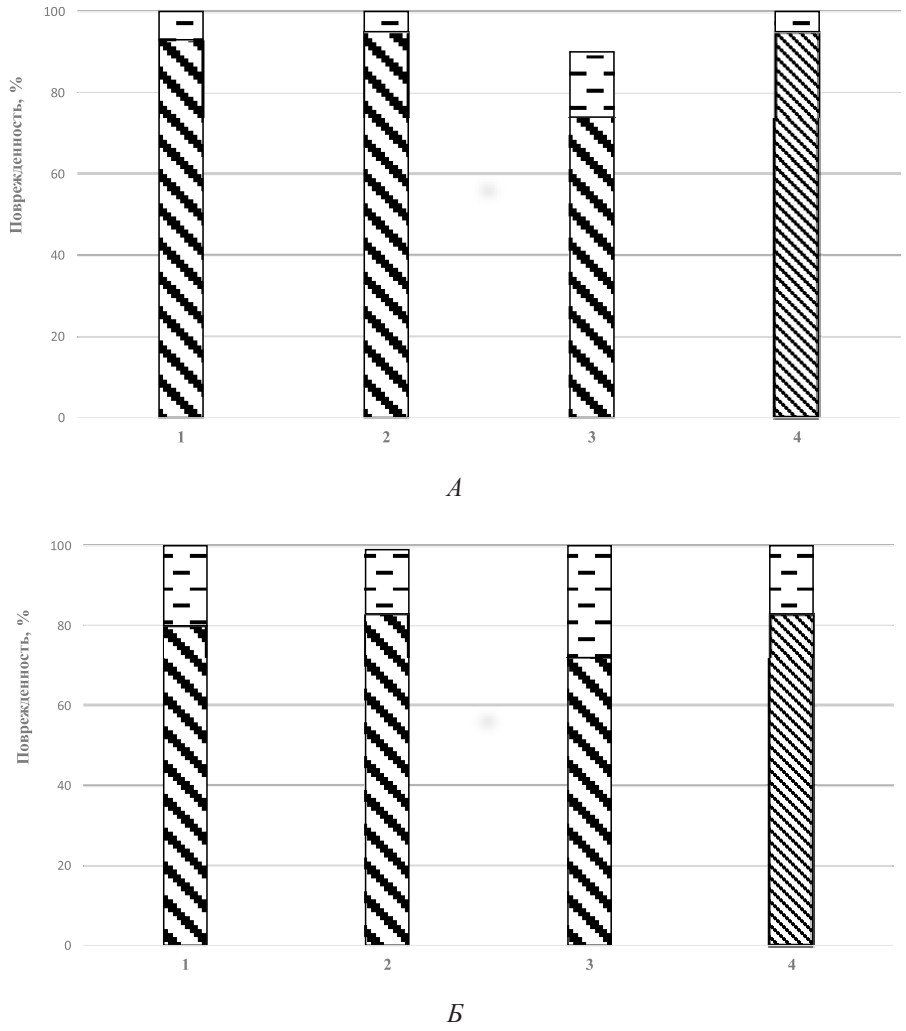


Рис. 4. Морозоустойчивость побегов различных видов рода Gleditsia к низким температурам (промораживание в климатической камере КХТВ-0,22, А – температура – 37 °С, Б – температура 41 °С) 1 – G. texana, 2 – G. triacanthos, 3 – G. caspica, 4 – G. triacanthos, F. inermis

Таблица 3

Сравнительная оценка морозоустойчивости методом промораживания (-41 °С)

Группы	Виды	Индекс обмерзания	Критерий достоверности Стьюдента между группами	Степень морозоустойчивости
1	G. triacanthos	0,89 ± 0,04	t 1-2 = 2,3	Средняя
	G. triacanthos, F. inermis	0,89 ± 0,03		
	G. texana	0,94 ± 0,04		
	Среднее	0,91 ± 0,04		
2	G. caspica	0,71 ± 0,03		Низкая
	Среднее	0,71 ± 0,03		

Морозоустойчивость *Gleditsia* определялась по степени повреждений однолетних побегов. В первом варианте (-37 °С) все виды были незначительно повреждены. Во втором варианте (-41 °С) стойким оказался *G. triacanthos*, у *G. caspica* обнаружено повреждение, что объясняется южным ареалом происхождения (рис. 4).

Выявлено, что в экспериментальных посадках г. Волгограда лучше перезимовывают виды, ареал естественного распространения которых Северная Америка. *Gleditsia*

caspica в сильные морозы подмерзает, так как ее побеги не успевают подготовиться к холодному времени года (табл. 3).

Заключение

Устойчивость к комплексу неблагоприятных условий зимнего периода установлена в полевых условиях и согласуется с результатами методом промораживания в лабораторных условиях (КХТ-0,22).

Изменение морозоустойчивости различных видов рода *Gleditsia* происходит в зависимости от силы воздействия факторов внешней среды. Сравнительная характеристика экологической пластичности по отношению к низким отрицательным температурам показала, что самые низкие показатели зимостойкости имеет *Gleditsia caspica*. Данная особенность несомненно связана с географическим происхождением этого вида. Ареал естественного распространения *Gleditsia caspica* находится в Ленкоранской низменности с субтропическим океаническим климатом. В результате оценки морозоустойчивости и зимостойкости выявлено, что для озеленительных посадок в условиях региона сухостепной зоны перспективны *G. texana*, *G. triacanthos*. Их бесколючковые формы растений пригодны для уличных, ажурных групповых посадок и аллейных парковых насаждений. Колючие формы найдут применение при создании живых зеленых изгородей и стен.

Список литературы / References

1. Семенютина А.В., Климов А.Д. Анализ биоресурсов генофонда *Robinia*, *Gleditsia* для лесомелиоративных комплексов на основе изучения адаптации к стресс-факторам // Наука. Мысль. 2018. Т. 8. № 2. С. 33–45.

Semenyutina A.V., Klimov A.D. Analysis of bioresources of the Robinia, Gleditsia gene pool for forest reclamation complexes based on the study of adaptation to stress factors // Nauka. Mysl'. 2018. Vol. 8. No. 2. P. 33–45 (in Russian).

2. Семенютина А.В., Лазарев С.Е., Мельник К.А. Оценка репродуктивной способности представителей родовых комплексов и особенности их селекционного семеноведения в сухостепных условиях // World Ecology Journal. 2019. Т. 9. № 1. С. 1–23. DOI: 10.25726/NM.2019.66.65.001.

Semenyutina A.V., Lazarev S.E., Melnik K.A. Evaluation of reproductive ability of representatives of generic complexes and features of their breeding seed science in dry-steppe conditions // World Ecology Journal. 2019. Vol. 9. No. 1. P. 1–23. DOI: 10.25726/NM. 2019.66.65.001 (in Russian).

3. Калашникова Л.М., Бозиева А.М. Адаптация древесных интродуцентов к условиям городской среды // Молодежь в науке: Новые аргументы: международный молодежный сборник научных статей. Отв. ред. А.В. Горбенко. Липецк, 2018. С. 92–95.

Kalashnikova L.M., Bosieva A.M. Adaptation of tree introducents to the conditions of the urban environment // Molodezh' v nauke: Novyye argumenty: mezhdunarodnyy molodezhnyy sbornik nauchnykh statey. Otv. red. A.V. Gorbenko. Lipetsk, 2018. P. 92–95 (in Russian).

4. Корниенко В.О., Калаев В.Н. Эколого-морфологические и биомеханические особенности *Gleditsia triacanthos* L. в условиях антропогенного загрязнения города Донецка // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2018. № 2. С. 143–151.

Kornienko V.O., Kalaev V.N. Ecological-morphological and biomechanical features of *Gleditsia triacanthos* L. in conditions of anthropogenic pollution of the city of Donetsk // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Khimiya. Biologiya. Farmatsiya. 2018. No. 2. P. 143–151 (in Russian).

5. Mazía N., Chaneton E.J., Ghersa C.M. Disturbance types, herbaceous composition, and rainfall season determine exotic tree invasion in novel grassland. Biological Invasions. 2019. Vol. 21 (4). P. 1351–1363. DOI: 10.1007/s10530-018-1906-x.

6. Fernandez R.D., Ceballos S.J., Malizia A., Aragón R. Gleditsia triacanthos (Fabaceae) in Argentina: A review of its invasion Australian Journal of Botany. 2017. Vol. 65 (3). P. 203–213 DOI: 10.1071/BT16147.

7. Sosa B., Caballero N., Carvajales A., Mello A.L., Achkar M. Control of *Gleditsia triacanthos* in the national park Esteros of Farrapos and Uruguay river islands. Control de *Gleditsia triacanthos* en el parque nacional Esteros de Farrapos e islas del río Uruguay. Ecologia Austral. 2015. Vol. 25 (3). P. 250–254. DOI: 10.25260/EA.15.25.3.0.183.

8. Puglielli G., Laanisto L., Poorter H., Niinemets Ü. Global patterns of tree species biomass distribution with different shade and drought tolerance: evidence for multiple strategies. New Phytologist. 2021. Vol. 229 (1). P. 308–322. DOI: 10.1111/nph.16879.

9. Mazía N., Chaneton E.J., Ghersa C.M. Disturbance types, herbaceous composition, and rainfall season determine exotic tree invasion in novel grassland Biological Invasions. 2019. Vol. 21 (4). P. 1351–1363. DOI: 10.1007/s10530-018-1906-x.

10. Погодные сервисы [Электронный ресурс]. URL: http://pogoda-service.ru/ (дата обращения: 28.02.2021).

Weather services [Electronic resource]. URL: http://pogoda-service.ru/ (date of access: 28.02.2021) (in Russian).

11. Семенютина А.В., Долгих А.А., Хужахметова А.Ш., Зеленяк А.К., Данилина Д.В., Костюков С.М., Богданов А.В., Соломенцева А.С. Методические указания по семеноведению древесных интродуцентов в условиях засушливой зоны: монография. М.: Российская акад. сельхоз. наук: ГНУ ВНИАЛМИ Россельхозакадемии, 2010. 56 с.

Semenyutina A.V., Dolgikh A.A., Khuzhakhmetova A.Sh., Zelenyak A.K., Danilina D.V., Kostyukov S.M., Bogdanov A.V., Solomentseva A.S. Methodological guidelines for the seed science of tree introduced species in the arid zone: monografiya. M.: Rossiyskaya akad. s.-kh. nauk: GNU VNIALMI Rossel'khozakademii, 2010. 56 p. (in Russian).

12. Андронова М.М. Зимостойкость и морозоустойчивость древесных видов в антропогенной среде европейского севера России // Успехи современного естествознания. 2018. № 5. С. 26–32. DOI: 10.17513/use.36750.

Andronova M.M. Winter hardiness and frost resistance of wood species in the anthropogenic environment of the European North of Russia // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. 2018. No. 5. P. 26–32 (in Russian).

СТАТЬИ

УДК 504.53:631.48:911.372.9

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВ ПОСТСЕЛИТЕБНЫХ ГЕОСИСТЕМ

Агафонов В.А.

ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», Белгород, e-mail: 947824@bsu.edu.ru

В статье представлены предварительные данные, полученные в результате проведенного геохимического анализа верхнего (гумусного) горизонта почв постселитебных геосистем. Пробы отобраны на территории заброшенных населённых пунктов Центрально-Черноземного района. На основе исследования групп химических элементов можно выделить группу индикаторов почвенных процессов, которые отражают различную степень антропогенной нагрузки на разных этапах развития населенных пунктов Центрально-Черноземного района. Предметом исследования выступают новообразованные почвы постселитебных геосистем Центрально-Черноземного района. Исследования выполнены в рамках РФФИ, проект 18-05-00093 «Эколого-экистическое состояние, экологическая реабилитация и стратегии сбалансированного природопользования на постселитебных территориях Центрально-Чернозёмного региона». Анализы выполнены в лаборатории экоаналитики кафедры природопользования и земельного кадастра НИУ «БелГУ» с использованием рентгенофлуоресцентного спектрометра «СПЕКТРОСКАН-МаксGV». В целом для почв заброшенных населенных пунктов характерно увеличение концентрации следующих элементов: Ca, Sr, P, Na, Zn, Mg, Ni, Mn, Cu, Pb, Ba. В пределах одной постселитебной геосистемы концентрация химических элементов может значительно варьировать. Установлено, что посредством геохимического анализа образцов почв постселитебных геосистем ЦЧР можно определить группы элементов-индикаторов, характеризующих изменения почвенных процессов во времени, а также установить уровень интенсивность антропогенной нагрузки. По результатам исследования выявлено, что в формировании геохимической ситуации в постселитебных геосистемах играют важную роль не только антропогенные, но и природные процессы. Кроме этого, выявлено, что синхронное увеличение концентраций большого числа элементов указывает на поступление в почву как органических, так и неорганических материалов.

Ключевые слова: постселитебные геосистемы, ренатурация, геохимия почв, геохимический анализ, новообразованные почвы, микроэлементы

PRELIMINARY GEOCHEMICAL ASSESSMENT OF SOILS OF POST-SETTLEMENT GEOSYSTEMS

Agafonov V.A.

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Belgorod National Research University», Belgorod, e-mail: 947824@bsu.edu.ru

The article presents preliminary data obtained as a result of the geochemical analysis of the upper (humus) soil horizon of post- settlement geosystems. The samples were taken on the territory of abandoned settlements of the Central Chernozem region. Based on the study of groups of chemical elements, it is possible to distinguish a group of indicators of soil processes that reflect the different degree of anthropogenic load at different stages of the development of settlements in the Central Chernozem region. The subject of the study is the newly formed soils of post- settlement geosystems of the Central Chernozem region. The research was carried out within the framework of the RFBR, project 18-05-00093 «Ecological and ecological state, ecological rehabilitation and strategies for balanced nature management in the post- settlement territories of the Central Chernozem region». The analyses were performed in the Laboratory of Ecoanalytics of the Department of Nature Management and Land Cadastre of the National Research University BelSU using the X-ray fluorescence spectrometer «SPECTROSCAN-MAXGV». In general, the soils of abandoned settlements are characterized by an increase in the concentration of the following elements: Ca, Sr, P, Na, Zn, Mg, Ni, Mn, Cu, Pb, and Ba. Within a single post-settlement geosystem, the concentration of chemical elements can vary significantly. It is established that by means of geochemical analysis of soil samples of post- settlement geosystems of the CRS, it is possible to determine groups of indicator elements that characterize changes in soil processes over time, as well as to determine the level and intensity of anthropogenic load. According to the results of the study, it is revealed that not only anthropogenic, but also natural processes play an important role in the formation of the geochemical situation in post- settlement geosystems. In addition, it was found that a synchronous increase in the concentrations of a large number of elements indicates the entry of both organic and inorganic materials into the soil.

Keywords: post-residential geosystems, renaturation, soil geochemistry, geochemical analysis, newly formed soils, microelements

В Центрально-Чернозёмном регионе России с середины XX в. происходит деградация сельских поселений. Причины этого процесса подробно изучены учёными-демографами, кроме этого, на основе их исследований выявлены пространственные закономерности данного процесса. В меньшей степени изучены физико-географические вопросы, которые связаны с формированием и развитием во времени постселитебных

геосистем, а также экологическая ренатурация их антропогенно нарушенных компонентов, в частности почв.

Определение содержания микро- и макроэлементов – один из наиболее перспективных методов изучения геосистем, которые представлены постселитебными территориями.

В естественно-антропогенных поверхностно преобразованных почвах постселитебных геосистем наблюдается значительное накопление элементов различной природы – биогенной или техногенной, в первую очередь данный процесс связан с антропогенной деятельностью населенных пунктов [1]. Например, накопление P_2O_5, который поступает в почву вместе с остатками пищи, мусором и золой, будет свидетельствовать о характере хозяйственного использования территории в прошлом. Следует отметить, что увеличение содержания целого ряда тяжелых металлов и редкоземельных элементов также характерно для мест компактного проживания людей.

Целью исследования является выявление группы элементов-индикаторов, которые характеризуют изменение почвенных процессов во времени.

При этом по составу микро- и макроэлементов можно определить характер поступивших веществ, существование различных функциональных зон в пределах населенного пункта, например производственных, селитебных и т.п. [2].

В настоящее время следует говорить о том, что геохимический анализ почв постселитебных геосистем выступает надежным способом оценки экологической ренатурации.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования выступают почвы верхнего горизонта (А) постселитебных геосистем Центрально-Черноземного района.

Объекты исследования представляют собой деградирующие (1–50 человек) и вымершие сельские населенные пункты. В ходе проведения полевых исследований было обследовано 54 исчезнувших сельских населённых пункта, которые расположены на территории 17 административных районов Центрально-Черноземного района (4 района – Белгородской области; 4 – Курской области; 3 – Липецкой области; 4 – Тамбовской области; 2 – Воронежской области).

Исследования картографического материала показали, что в пространственном отношении постселитебные геосистемы приурочены к верхним звеньям гидрографической сети ЦЧР: верховьям малых рек и ручьёв или сухим долинам с близким залеганием грунтовых вод. По результатам полевых исследований можно сделать вывод о том, что постселитебные геосистемы расположены в четырёх основных типах местности: пойменном (11%), надпойменно-террасовом (24%), приречном (57%) и плакорном (8%).

В пределах исследуемых заброшенных сельских населенных пунктов выделяют 2 типа сукцессии растительности: постагрогенные, образовавшиеся на залежах заброшенных огородов и в деградирующих фруктовых садах, и постселитебные, которые развиваются в пределах дворовых площадок и на развалинах строений.

В пределах исследуемых геосистем проявляется закономерность в направлении развития сукцессии – формирование древесных сообществ, в том числе и в степных ландшафтных условиях. Данная закономерность проявляется в большинстве исследуемых объектов, исключением являются 7 объектов, на территории которых имеются перспективы развития степной сукцессии. Описанная закономерность обусловлена рядом причин, таких как:

– превалирующее расположение экосистем на участках с достаточным влагообеспечением, а также вблизи естественных лесных участков (преимущественно байрачных дубрав или пойменной древесно-кустарниковой растительности);

– деградация плодовых и декоративных насаждений, что приводит к вселению фоновых видов древесной растительности по облегченной модели.

Полевые исследования проводились по заранее заданным трансектам. Пробы почв отбирались на заброшенных дворовых территориях, а также на территории бывших огородов и деградирующих фруктовых садов. Также в ходе экспедиционных исследований отбирались фоновые пробы почв. Фоновые пробы отбирались на достаточном удалении от населенных пунктов, а также территорий, подверженных антропогенным воздействиям (дороги, с/х поля).

Образцы почв представляют собой объединенные пробы, которые отбирались методом конверта. Всего отобрано 149 проб. По определению химических свойств (содержание гумуса, содержание CO_2 карбо-

натов, pH) проанализировано 135 проб. По определению содержания макро- и микроэлементов проанализировано 53 пробы.

Предметом исследования являются геохимические свойства новообразованных почв постселитебных геосистем.

В ходе проведения исследований были использованы методы:

1) экспедиционные (полевые);

2) лабораторно-аналитические:

– рентгенофлуоресцентный метод определения элементного состава проб;

– определение органического вещества по методу И.В. Тюрина;

– потенциометрический метод определения водородного показателя (pH) водной суспензии;

– ацидиметрический метод определения углекислоты карбонатов;

3) методы статистического анализа и математического моделирования с использованием программы MS Excel.

Результаты исследования и их обсуждение

Почвы в постселитебных ландшафтах выступают депонирующей средой, которая надолго сохраняет результаты прошедшего техногенеза.

Описывая исследованные почвы, можно сделать вывод о том, что они имеют признаки развития процесса экологической ренатурации, в том числе восстановления морфологического строения. В почвах отчётливо определяются регенерированные гумусовые горизонты, кроме этого, происходит процесс восстановления структуры, в котором основную роль выполняют дождевые черви. Средняя мощность изучаемых горизонтов составляет 108 ± 10 мм. Структура почв преимущественно комковатая.

Ниже описаны и представлены фотографии примеров профилей новообразованных почв различных вариантов воспроизводства:

1. Квазипервичное почвообразование. Почвообразование на развалинах саманного дома.

2. Рецентное почвообразование. Участок с двумя близкорасположенными домами и хозпостройками, внутренний двор с погребом. Почвообразование на грунтовом перекрытии погреба.

3. Вторичное аппликативное почвообразование. Почвообразование на площадке перед разрушенным домом, с культурным слоем. Площадка использовалась, вероятно, для отстоя техники, т.к. почва сильно уплотнённая.

Антропогенные факторы в селитебных ландшафтах с точки зрения геохимии играют основную роль в процессе миграции (вынос и поступление) и концентрации веществ, однако наряду с антропогенными продолжают оказывать влияние и природные факторы. Данный факт подтверждается исследованием Алексеенко А.В., Алексеенко В.А., приведенным в монографии «Химические элементы в геохимических системах. Кларки почв селитебных ландшафтов» [3]. После вымирания населенного пункта на лидирующие позиции выходят природные факторы, т.е. начинается процесс природной ренатурации.

Ранее проведенные исследования по определению свойств новообразованных почв постселитебных геосистем указывают на высокую ренутационную способность почв изученных геосистем, это подтверждается тем, что превалирующая часть исследованных проб относится к почвам с высоким содержанием гумуса, оптимальным режимом поступления влаги и слабощелочному типу [4].

Профили новообразованных почв различных вариантов воспроизводства

Уровень содержания карбонатов в подповерхностных и материнских генетических горизонтах почв постселитебных геосистем объясняется совокупностью внешних и внутренних причин, а в свою очередь в поверхностных генетических горизонтах объясняется исключительно антропогенным (внешним) влиянием.

Согласно проведенным исследованиям, из микроэлементов в наибольшей степени превышен фоновый уровень: содержание Sr 226,79 ± 58,81 ppm, Zn 97,62 ± 13,91 ppm, Ni 31,49 ± 2,38 ppm, Cu 25,87 ± 2,63 ppm. По кратности превышения фонового содержания (пахотные горизонты почв фоновых агроландшафтов) элементы образуют ряд: Ca > Sr > P > Na > Zn > Mg > Ni > Mn > > Cu > Pb > Ba. Отмечено, что коэффициент радиальной дифференциации по техногенным элементам в гумусовых горизонтах меньше 1, что свидетельствует о самоочищении новообразованных почв постселитебных геосистем от поллютантов.

Высокому содержанию микроэлементов в почвах постселитебных геосистем способствует локальный характер поступления элементов в почвенный покров, а также быстрое формирование экосистем.

В ходе проведения исследований по определению содержания микроэлементов в новообразованных почвах заброшенных поселений ЦЧР был произведен статистический анализ полученных результатов (таблица).

Анализируя данные, приведенные в таблице, можно говорить о том, что некоторые точки характеризуются повышенной концентрацией калия (в исследуемых пробах от 0,73 до 2,44 ppm) и фосфора (в исследуемых пробах от 0,1 до 3,31 ppm). Данное явление характерно для мест, в которых происходило накопление значительных объемов сгоревших материалов и золы (зольных ям). Кроме этого, приведенные данные, а именно коэффициент вариации, свидетельствуют о том, что в пределах одной исследуемой геосистемы концентрация некоторых химических элементов может значительно изменяться.

В пределах дворовых территорий наблюдается процесс поступления в почву как неорганических материалов (жилая застройка), так и органических (хозяйственные постройки). На данных территориях наблюдается ситуация с одновременным увеличением концентрации большого ряда элементов [5].

В пределах садово-огородных территорий заброшенных населенных пунктов наблюдается процесс, указывающий на значительное поступление в почву растительных остатков, что подтверждается увеличением концентрации калия (от 2,44 до 0,73 ppm), бария (от 163,31 до 504,24 ppm) и марганца (от 210,55 до 1111,17 ppm).

Увеличение концентрации в почвах цинка (от 31,66 до 289,11 ppm) и меди (от 7,45 до 48,86 ppm), повышенные средние концентрации данных элементов в почвах постселитебных геосистем связаны с применением населением специальных ядохимикатов и удобрений при выращивании овощей на огородах.

Анализируя увеличение концентрации в почвах постселитебных геосистем Pb, можно сделать вывод, что загрязнения локализованы вдоль проезжих частей (линейное загрязнение), а также в районе золовых отвалов (очаговые загрязнения).

Статистический анализ содержания микроэлементов
в новообразованных почвах заброшенных поселений ЦЧР

Микроэлемент	Количество проб	Среднее	Мода	Медиана	Асимметрия	Эксцесс	Коэффициент вариации
MnO	53	588,28	-	603,74	0,18	0,57	4,19
Ba	53	384,23	-	391,86	-0,67	0,46	2,75
Sr	53	226,78	-	149,91	2,82	9,75	13,36
Cr	53	77,71	82,69	79,59	-0,18	0,37	2,39
Zn	53	97,62	71,89	75,59	2,02	4,27	7,27
V	53	56,85	24,19	56,00	-0,20	-0,49	4,14
Cu	53	25,88	-	24,95	0,41	-0,23	5,24
Ni	53	31,49	-	31,65	-0,23	0,23	3,86
Pb	53	15,83	-	15,81	0,18	0,17	5,74
Co	53	13,04	-	13,55	-0,28	-0,03	5,19
As	53	7,42	5,96	7,19	5,08	32,70	6,16

Однако в формировании геохимической картины постселитебных геосистем важное место занимают не только антропогенные, но и природные процессы.

Содержание в почвах постселитебных геосистем таких элементов, как Al, Fe и Ti, не связано непосредственно с антропогенной деятельностью; их увеличение свидетельствует о превалировании естественных почвенных процессов.

Заключение

В результате проведенного геохимического анализа почв постселитебных геосистем можно оценить стадии экологической ренатурации. Кроме этого, геохимические исследования проб почв заброшенных населенных пунктов позволили определить перечень химических элементов (индикаторов), которые характеризуют временные изменения в развитии почв и уровне антропогенной нагрузки [6].

В процессе развития экологической ренатурации происходит процесс адсорбции микро- и макроэлементов гумусом, а также коллоидными частицами. Также стоит отметить, что микро- и макроэлементы могут осаждаться на поверхности минералов. В зависимости от внешних условий (pH и режим поступления влаги) элементы могут изменить свою миграционную способность. Описанные выше процессы указывают на то, что геохимический анализ почв может иметь ряд ограничений.

Можно говорить о том, что в будущем изученные почвы станут фактором, который стабилизирует сукцессии растительности. Следует отметить, что в среднем восстановление почв происходит за значительный промежуток времени, однако уже к тридцати-сорокалетнему возрасту постселитебных геосистем можно говорить, что данные почвы обеспечивают устойчивое существование фитоценозов.

Список литературы / References

1. Лисецкий Ф.Н., Гаджиев Р.Ш. Оценка геохимической трансформации почв во времени // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. № 3 (3). С. 31–35.

Lisetsky F.N., Gadzhiev R.Sh. Assessment of geochemical transformation of soils in time // Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal. 2017. No 3 (3). P. 31–35 (in Russian).

2. Алексеенко В.А. К вопросу техногенной металлизации почв // Биогеохимия техногенеза и современные проблемы геохимической экологии (в двух томах): труды IX Международной биогеохимической школы (г. Барнаул, 24–28 августа 2015 г.). Барнаул, 2015. С. 26–30.

Alekseenko V.A. On the issue of technogenic metallization of soils // Biogeokhimiya tekhnogeneza i sovremennyye problemy geokhimicheskoy ekologii (v dvukh tomakh): trudy IX Mezhdunarodnoy biogeokhimicheskoy shkoly (g. Barnaul, 24–28 avgusta 2015 g.). Barnaul 2015. P. 26–30 (in Russian).

3. Алексеенко В.А., Алексеенко А.В. Химические элементы в геохимических системах. Кларки почв селитебных ландшафтов. Ростов-н/Д.: Изд-во Южного федерального университета, 2013. 381 с.

Alekseenko V.A., Alekseenko A.V. Chemical elements in geochemical systems. Clarks of soils of residential landscapes. Rostov-n/D.: Izd-vo Yuzhnogo federal'nogo universiteta, 2013. 381 p. (in Russian).

4. Агафонов В.А., Голеусов П.В. Свойства новообразованных почв постселитебных геосистем Центрально-Черноземного района // Успехи современного естествознания. 2020. № 5. С. 23–28.

Agafonov V.A., Goleusov P.V. Properties of newly formed soils of post-settlement geosystems of the Central Chernozem region // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. 2020. No. 5. P. 23–28 (in Russian).

5. Артищев В.Е., Голеусов П.В. Постселитебные геосистемы Белгородской области: физико-географическая характеристика и перспективы экологической реабилитации // Успехи современного естествознания. 2016. № 11 (2). С. 334–338.

Artishchev V.E., Goleusov P.V. Postselitebnye geosystems of the Belgorod region: physico-geographical characteristics and prospects of ecological rehabilitation // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. 2016. No. 11 (2). P. 334–338 (in Russian).

6. Герасимова М.И., Строганова М.Н., Можарова Н.В., Прокофьева Т.В. Антропогенные почвы. Генезис, география, рекультивация. М.: Ойкумена, 2013. 270 с.

Gerasimova M.I., Stroganova M.N., Mozharova N.V., Prokofieva T.V. Anthropogenic soils. Genesis, geography, recultivation. M.: Oikumena, 2013. 270 p. (in Russian).

УДК 553.07

АНАЛИЗ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ЗАЛЕГАНИЯ МЕДНОКОЛЧЕДАННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

[1]Аллабердин А.Б., [1]Валеев А.С., [2]Зубков Ар.А.

[1]Сибайский институт (филиал) ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет», Сибай, e-mail: Allaberdinazamat@mail.ru;

[2]ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», Магнитогорск, e-mail: zubkov1989@ya.ru

В работе выполнен анализ горно-геологических условий залегания медноколчеданных месторождений Южного Урала: Озерного (ПАО «Учалинский ГОК), Юбилейного (ООО «Башкирская медь») и Гайского (ПАО «Гайский ГОК»). Инженерно-геологические условия анализируемых месторождений сложные и относятся к категории III-В. Основные запасы месторождения Озерное сосредоточены в первом рудном теле. Содержание полезного компонента с глубиной распространения рудного тела увеличивается, достигая на нижних горизонтах значения более 5%. Запасы месторождения также имеют тенденцию к увеличению с глубиной. Рудное тело характеризуется крутым углом падения. Юбилейное месторождение представлено линзообразными рудными телами. Основные запасы месторождения сосредоточены в шестой рудной залежи. Наибольшие рудные запасы месторождения сосредоточены на горизонте 1090 м – более 17 млн т. Содержание меди на месторождении неоднородно и не прослеживается тенденции увеличения и снижения с изменением глубины. Среднее содержание меди в руде в целом по месторождению составляет 1,42%. В целом массив месторождений характеризуется крайне неравномерным чередованием пород и руд различной устойчивости. Гайское месторождение состоит из серии жилообразных рудных залежей. На месторождении преобладают рудные тела средней мощности (50–60 м), за исключением отдельных мощных рудных тел, достигающих 150 м. Рудные тела месторождения являются крутопадающими с углом падения 60–75° на восток. С увеличением глубины месторождения возрастает наличие серноколчеданных руд, при этом содержание медных руд снижается. По этажам количество запасов возрастает с глубиной, достигая максимальных значений в этаже 1150–1230 м. Анализ горно-геологических условий залегания медноколчеданных месторождений Южного Урала позволил выявить подобные и схожие закономерности данных месторождений. Так, наблюдается увеличение запасов руды с увеличением глубины распространения месторождений, с незначительным снижением на самом нижнем горизонте. Рудные тела месторождений в большинстве случаев являются крутопадающими. Выполненный анализ оправдывает и подтверждает правильность выбора ярусной технологии отработки названных месторождений.

Ключевые слова: медноколчеданное месторождение, рудное тело, горно-геологические условия, мощность рудной залежи, балансовые запасы, содержание полезного компонента

ANALYSIS OF MINING AND GEOLOGICAL CONDITIONS OF OCCURRENCE OF COPPER-CHIPPED DEPOSITS

[1]Allaberdin A.B., [1]Valeev A.S., [2]Zubkov A.A.

[1]Sibayskiy Institute (branch) of the Bashkir State University, Sibay, e-mail: Allaberdinazamat@mail.ru;

[2]Magnitogorsk State Technical University G.I. Nosov, Magnitogorsk, e-mail: zubkov1989@ya.ru

The paper analyzes the mining and geological conditions of the occurrence of copper-pyrite deposits in the Southern Urals: Ozerny (PJSC «Uchalinsky GOK»), Yubileyny (LLC «Bashkir Copper») and Gaisky (PJSC «Gaisky GOK»). The engineering and geological conditions of the analyzed deposits are complex and belong to category III-B. The main reserves of the Ozernoye deposit are concentrated in the first ore body. The content of the useful component increases with the depth of distribution of the ore body, reaching a value of more than 5% at the lower horizons. The reserves of the field also tend to increase with depth. The ore body is characterized by a steep angle of incidence. The Yubileynoye deposit is represented by lenticular ore bodies. The main reserves of the deposit are concentrated in the sixth ore deposit. The largest ore reserves of the deposit are concentrated on the horizon – 1090 m – more than 17 million tons. The copper content in the deposit is heterogeneous and there are no trends of increasing and decreasing with changing depth. The average copper content in the ore as a whole for the deposit is 1.42%. In general, the array of deposits is characterized by an extremely uneven alternation of rocks and ores of different stability. The Gaiskoye deposit consists of a series of vein-like ore deposits. The deposit is dominated by ore bodies of medium thickness (50-60 m), with the exception of some powerful ore bodies reaching 150 m. The ore bodies of the deposit are steeply falling with an angle of incidence of 60-750 to the east. As the depth of the deposit increases, the presence of sulfuric ores increases, while the distribution of copper ores over the depth is inversely proportional. On the floors, the amount of reserves increases with depth, reaching maximum values in the floor of 1150-1230 m. The analysis of the mining and geological conditions of the occurrence of copper-pyrite deposits in the Southern Urals allowed us to identify similar and similar patterns of these deposits. Thus, there is an increase in ore reserves with an increase in the depth of distribution of deposits, with a slight decrease in the lowest horizon. Ore bodies of deposits in most cases are steeply falling. The analysis performed justifies and confirms the correctness of the choice of the long-line technology for mining these deposits.

Keywords: copper-chipped deposit, ore body, mining and geological conditions, ore deposit capacity, balance reserves, content of the useful component

При отработке месторождений полезных ископаемых восполнение выбывающих мощностей осуществляется за счет ярусной отработки запасов. Данный способ ведения горных работ принят на ряде медноколчеданных месторождений: Озерное, Юбилей-

ное и Гайское. Анализ условий залегания данных месторождений позволит выявить схожие горно-геологические параметры и усовершенствовать технологию извлечения запасов руд.

Цель исследования – сравнительный анализ горно-геологических условий залегания медноколчеданных месторождений отрабатываемых в ярусном порядке для выявления основных факторов, влияющих на выбор.

Результаты исследования и их обсуждение

Рудные запасы Озерного месторождения (рис. 1) [1, 2] представлены рудными телами, залегающими под углом 80–85° на участке размером 400×360 м и на глубине от 132 до 510 м.

Основные запасы месторождения сосредоточены в рудном теле 1, включающем 99,3% балансовых и 93,0% забалансовых руд. По форме рудное тело «неправильное» – с пологой неровной кровлей и крутыми западными и восточными контактами, падающими навстречу друг другу под углами 65–80°. Размер его верхней части в плане 300×200 м, длина по падению 300 м.

Содержание полезного компонента с глубиной распространения рудного тела увеличивается. Динамика изменения содержания меди в руде с изменением глубины месторождения представлена на диаграмме (рис. 2, а).

Согласно данным геологической разведки, содержание меди в руде на гор. 310 м составляет более 1% и достигает более 5% на гор.130 м.

Для стабилизации качества добываемой руды и увеличения эффективности последующих переделов проектом предусмотрена ярусная отработка запасов месторождения. Ярусный порядок отработки месторождений характеризуется значительными экономическими затратами в начальный период освоения месторождения, однако позволяет первоначально извлечь более богатые участки рудного тела, что, в свою очередь, обеспечивает финансовый поток.

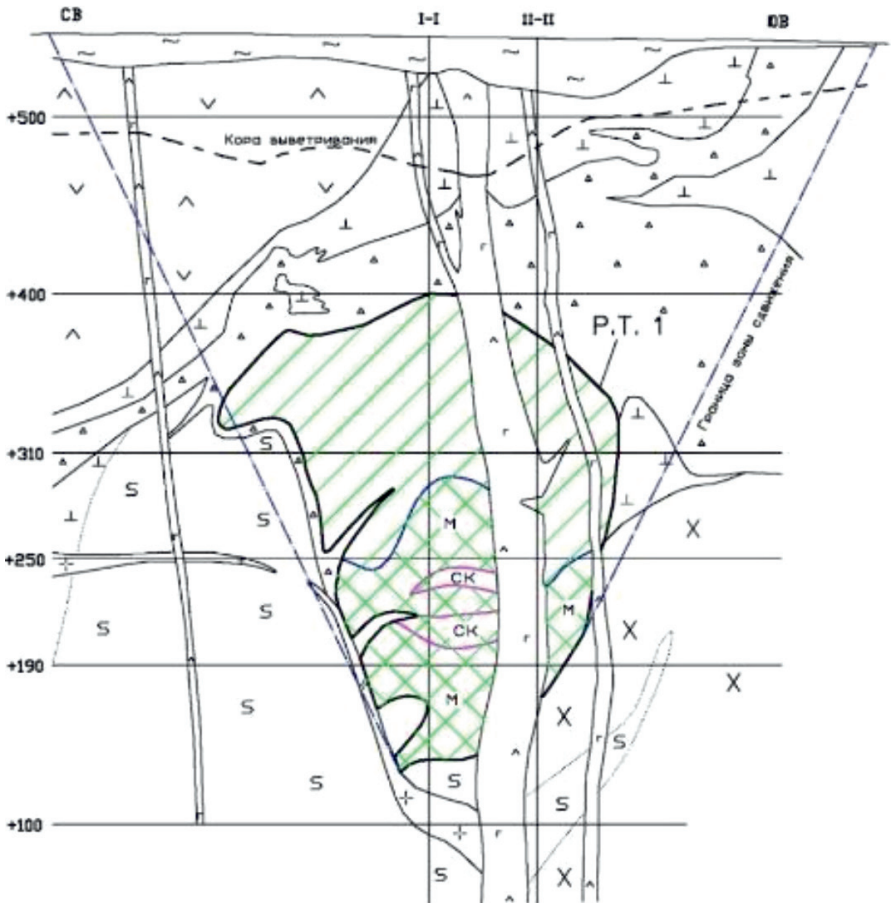
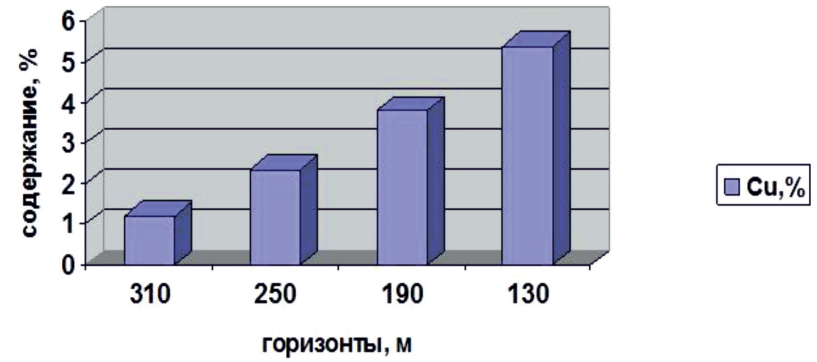
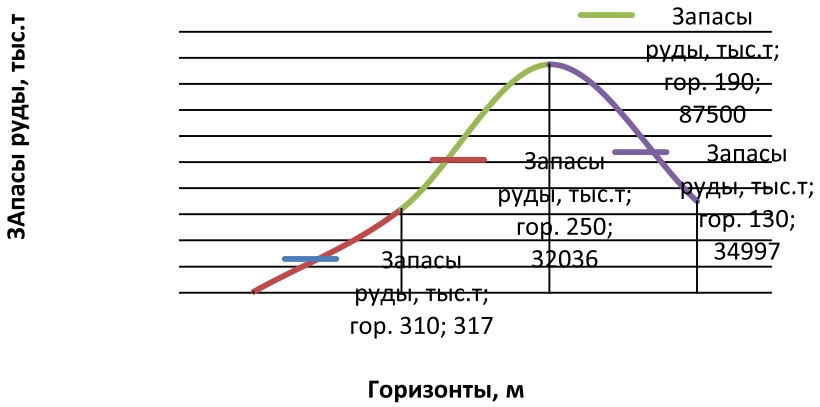


Рис. 1. Разрез медноколчеданного месторождения Озерное



а)



б)

Рис. 2. Погоризонтное распределение: а) запасов месторождения Озерное; б) содержания полезного компонента в руде

Запасы месторождения, как и содержание полезного компонента на месторождении Озерное, увеличиваются с глубиной (рис. 2, б).

Другим ярким примером применения ярусной технологии служит месторождение Юбилейное (Республика Башкортостан). Юбилейное месторождение представлено шестью залежами, образованными линзообразными рудными телами.

Основные запасы месторождения сосредоточены в шестой рудной залежи (84% балансовых запасов) (таблица) [3].

Шестая залежь включает в себя массивное рудное тело № 6 и сближенные с ним небольшие рудные тела № 7, 8, 9, 12. Первое сложено медными, медно-цинковыми и серноколчеданными рудами. Для рудного тела свойственна нарушенность первичного физико-механического состояния массива – интенсивная трещиноватость и мелкая раздробленность руд [3].

Рудные залежи расположены в виде цепочки северо-западного простирания на протяжении 2,8 км. Глубина залегания руд от поверхности увеличивается с юга на север от 50 до 1270 м. В связи с большой глубиной залегания и значительной протяженностью оруденения в пределах Юбилейного месторождения с достаточной полнотой проявлены все основные особенности геологического разреза как самого месторождения, так и рудного поля в целом.

Запасы месторождения условно разделены на ярусы (рис. 3):

– верхний ярус 610–770 м (около 6% запасов залежи);

– средний ярус 770–1010 м (34% запасов залежи);

– нижний ярус 1010–1250 м (60% запасов залежи).

Ярусная отработка позволит обеспечить заданную производственную мощность и сократить срок строительства рудника.

Параметры и элементы залегания рудных тел и залежей для подземной разработки Юбилейного месторождения

№ руд. зал.	№ р. т.	Элементы залегания				Размеры			
		Глубина залегания, м	Азимут простирания, рад.	Угол падения, град.	Склонение, град.	Длина, м		Мощность, м	
						По прост.	По падению	Макс.	Ср.
1	2	305–380	270	–	–	118	40	20,0	7,0
	3	190–240	320	СВ 45	–	40	60	8,0	3,5
	4	310–360	320	СВ 0–25	–	90	55–60	8,5	7,0
2		250–370	315–340	СВ 0–55	СВ 5–10	220	30–80	11,0	6,0
4		305–584	320	СВ 10–70	СЗ 20–30	425	150–390	101,4	27,0
5		360–497	280	СВ 50–62	СЗ 5–15	261	100–160	26,1	19,5
6	6	550–1265	320	СВ 30–55	–	1108	до1020	202,0	54,1
	7	544–749	300	СВ 30–55	–	520	до 270	10,0	5,3
	8	685–1036	300	СВ 20–70	–	1010	до 540	34,0	8,5
	9	721–1110	330	СВ 35–60	–	760	270	24,0	7,8
	12	1061–1161	340	СВ 40–50	СЗ 15	320	100	8,0	5,2

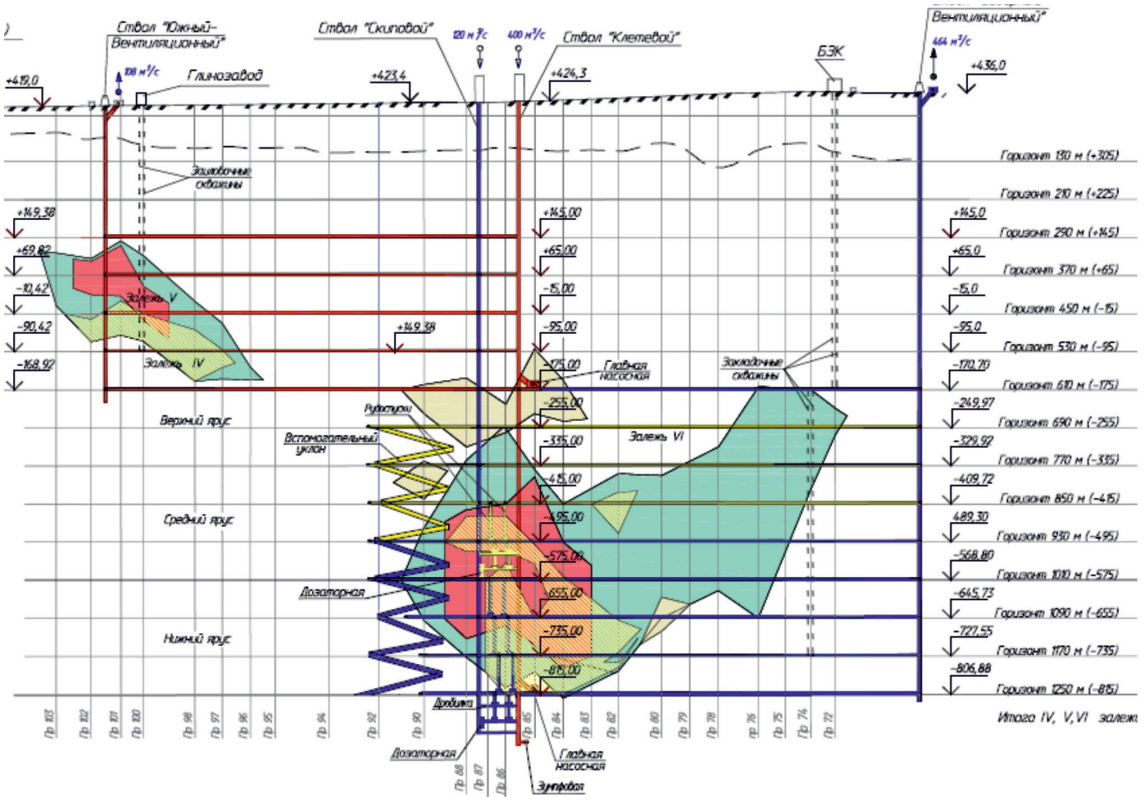


Рис. 3. Схема вскрытия месторождения Юбилейное

На первом этапе планируется развитие работ в нижнем ярусе месторождения. Выход на проектную мощность рудника в 2,5 млн т/год по горнотехническим возможностям при этом осуществляется на 6-й год от начала ведения очистных работ.

– затем (в 12-й год от начала отработки) производится подключение среднего яруса для планомерного поддержания проектной мощности рудника.

– на заключительном этапе для восполнения выбывающих мощностей в среднем и нижнем ярусах в отработку вводятся запасы верхнего яруса и рудных тел № 4 и 5.

Порядок отработки запасов в ярусах – нисходящий. Выемка запасов в этажах про-

изводится подэтажами высотой 40 м также в нисходящем порядке. На отдельных участках месторождения отработка запасов в этажах производится с подэтажа высотой 20 м и даже 10 м.

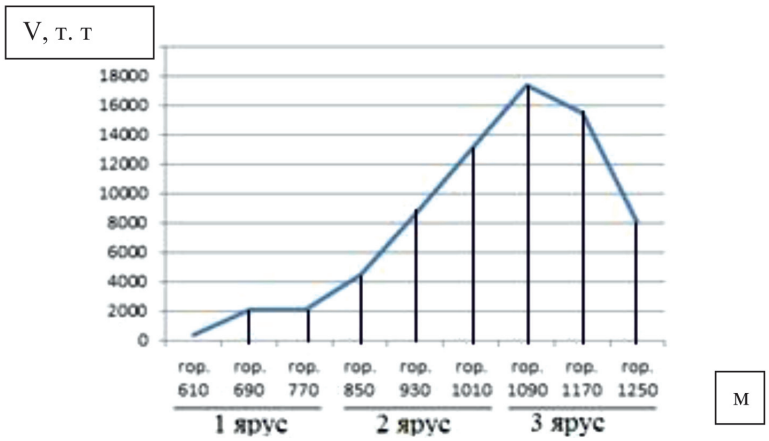
При этом распределение запасов руды месторождения по глубине (рис. 4, а) увеличивается, а запасы в последнем нижнем ярусе снижаются [4, 5].

Опираясь на результаты геологических исследований, проведенных геологами в 1960-х гг., можно утверждать, что содержание полезного компонента (меди) в руде неравномерно распределено по залежам, при этом не наблюдается закономерностей увеличения ее с изменением глубины (рис 4, б). Содержание меди в руде в целом по месторождению составляет 1,42 %.

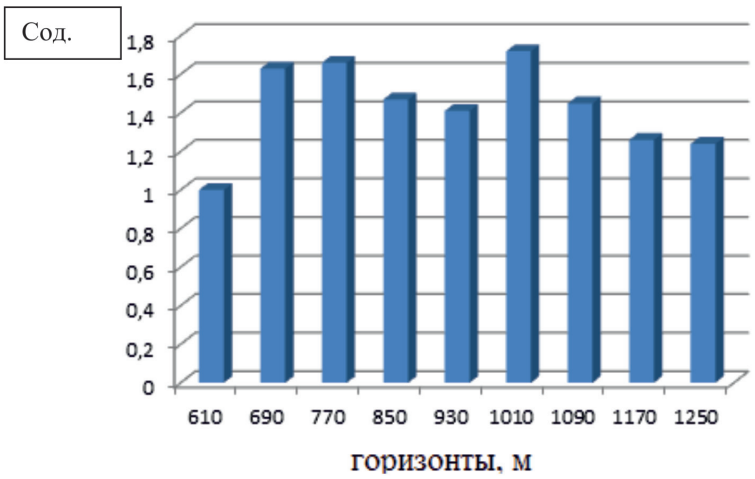
Гайское месторождение состоит из серии жилообразных рудных залежей. На месторождении преобладают рудные тела средней мощности (50–60 м), за исключением отдельных мощных рудных тел достигающих 150 м (рис. 5) [6].

Рудные тела месторождения являются крутопадающими с углом падения 60–75 ° на восток. С увеличением глубины месторождения возрастает наличие серноколчеданных руд, при этом содержание медных руд снижается (рис. 5).

Значительные запасы месторождения сосредоточены в рудных телах под номером № 14/5, 35, 31/36. Объем балансовых запасов увеличивается с глубиной распространения месторождения, достигая максимальных значений в этаже 1150–1230 м (рис. 6).



а)



б)

Рис. 4. Погоризонтное распределение: а) запасов месторождения Юбилейное; б) содержания полезного компонента в руде

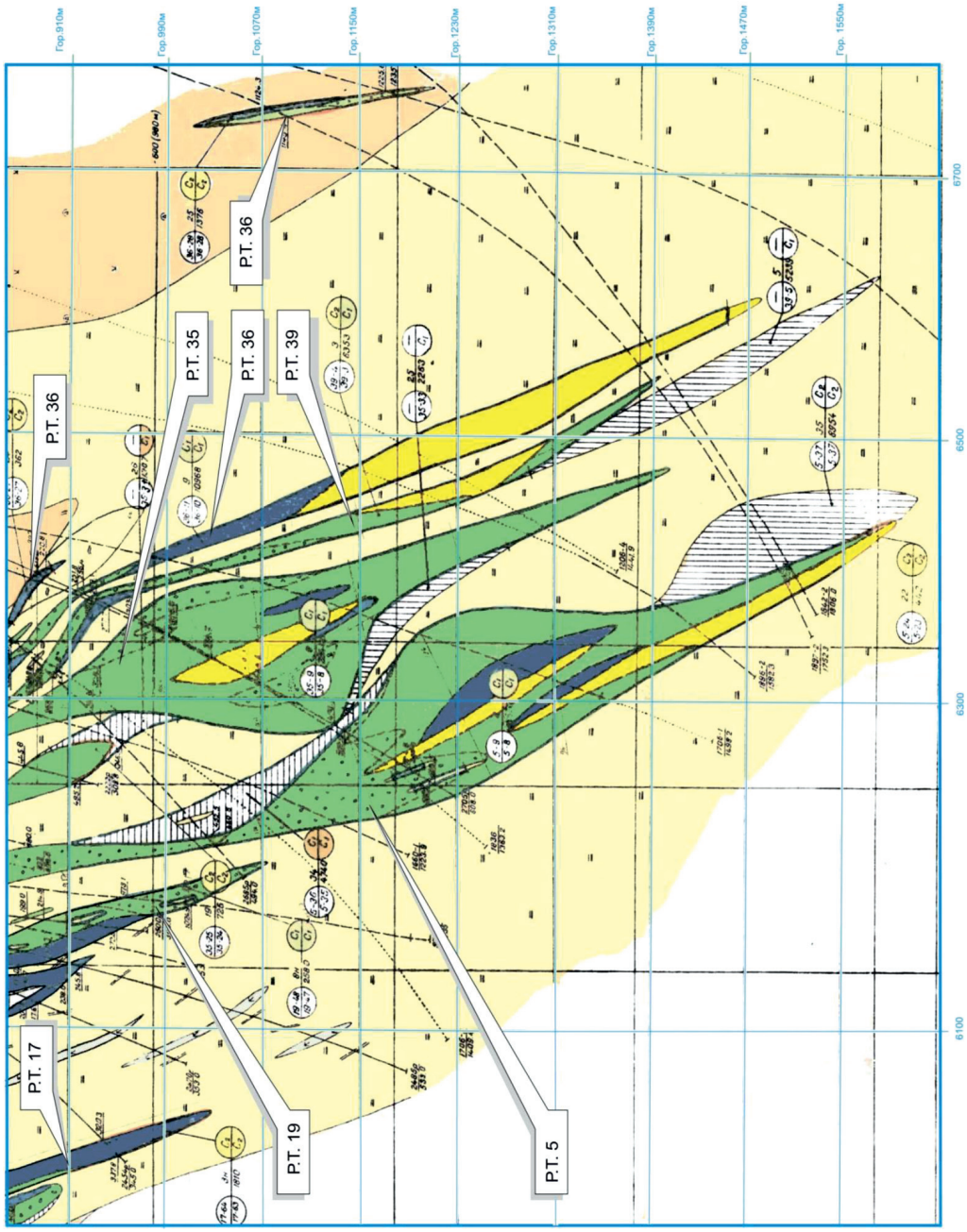
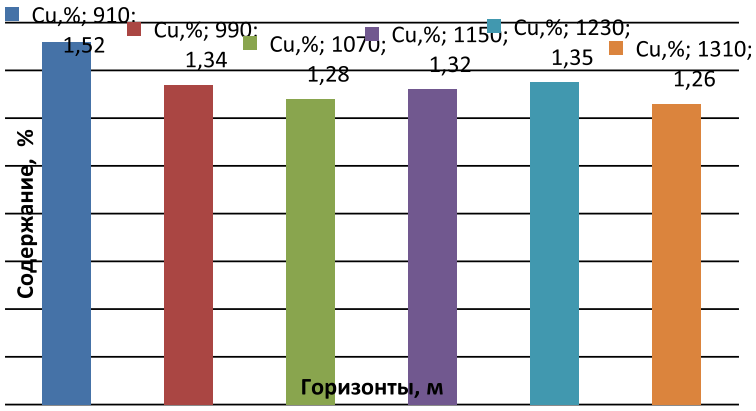
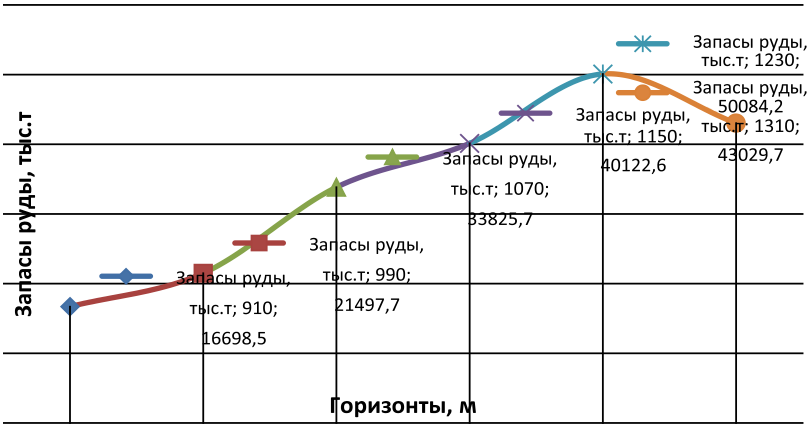


Рис. 5. Геологический разрез Гайского месторождения



а)



б)

Рис. 6. Погоризонтное распределение: а) запасов месторождения Гайское; б) содержания полезного компонента в руде

Заключение

Анализ горно-геологических условий залегания медноколчеданных месторождений Южного Урала [7] позволил выявить схожие закономерности данных месторождений. Согласно построенным графикам наблюдается увеличение запасов руды с увеличением глубины распространения месторождений, с незначительным снижением на нижнем горизонте (графики на рис. 2, 4, 6). Рудные тела месторождений в большинстве случаев являются крутопадающими. Содержание меди на месторождениях неоднородно (графики на рис. 2, 6), и не прослеживается закономерностей увеличения и снижения с изменением глубины.

Одним из эффективных способов освоения представленных типов месторождений (залегание основных запасов на большой глубине) является ярусная отработка. Ярусный порядок отработки месторождений позволяет первоначально извлечь более богатые участки рудного тела, позволяя компенсировать значительные капитальные затраты, связанные со строительством подземного рудника.

Список литературы

1. Петрова О.В., Байназарова Г.Р., Янтурина Ю.Д. Обоснование проектных решений по разработке месторождений Озерное и Западно-Озерное с учетом предотвращенного экологического ущерба // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2012. № 70. С. 51–54.

Petrova O.V., Baynazarova G.R., Yanturina Yu.D. Justification of design solutions for the development of the Ozernoye and Zapadno-Ozernoye deposits taking into account the prevented environmental damage // Aktual'nyye problemy sovremennoy nauki, tekhniki i obrazovaniya. 2012. No. 70. P. 51–54 (in Russian).

2. Косарев А.М., Серавкин И.Б., Минибаева К.Р. Новые данные по стратиграфии, петрографии и геохимии рудовмещающих пород рудных полей Озерного и Западно-Озерного колчеданных месторождений // Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий: материалы IX Межрегиональной научно-практической конференции. Уфа: Изд-во: Дизайн-Пресс, 2012. С. 152–156.

Kosarev A.M., Seravkin I.B., Minibaeva K.R. New data on stratigraphy, petrography and geochemistry of ore-hosting rocks of ore fields of Ozernoye and Zapadno-Ozernoye pyrite deposits // Geologiya, poleznyye iskopayemyye i problemy geoekologii Bashkortostana, Urala i sopredel'nykh territoriy: materialy IX Mezhregional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Ufa: Izd-vo: DizaynPress, 2012. P. 152–156 (in Russian).

3. Технологический регламент по отработке Юбилейного месторождения подземным способом. Пояснительная записка. Шифр 015-162-ПЗ ЗАО «Горный проектно-строительный центр» Екатеринбург: Книга 1. 2007. 172 с.

Technological regulations for the underground mining of the Yubileynoye deposit. «Explanatory note. Code 015-162-P3 CJSC Mining Design and Construction Center Yekaterinburg: Book 1. 2007. 172 p. (in Russian).

4. Аллабердин А.Б., Валеев А.С. Геомеханическое обоснование восходящего порядка отработки запасов залежи № 6 медноколчеданного месторождения «Юбилейное» // Опыт реализации Федерального государственного образовательного стандарта в образовательных учреждениях: материалы III Всероссийской научно-практической конференции. Сибай: Изд-во ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный университет», Сибайский институт (филиал), 2015. С. 177–179.

Allaberdin A.B., Valeev A.S. Geomechanical substantiation of the ascending order of development of the reserves of the deposit No. 6 of the copper pyrite deposit «Yubileinoe» // Opyt realizatsii Federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo standarta v obrazovatel'nykh uchrezhdeniyakh: materialy III Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Sibay: Izd-vo FGBOU VPO «Bashkirskiy gosudarstvennyy universitet» Sibayskiy institut (filial), 2015. P. 177–179 (in Russian).

5. Аллабердин А.Б., Валеев А.С. Схемы развития фронта горных работ при камерной системе разработки с комбинированной закладкой и расположением камер по простиранию рудного тела // Опыт реализации Федерального государственного образовательного стандарта в образовательных учреждениях: материалы IV Всероссийской научно-практической конференции. Сибай: Изд-во ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный университет», Сибайский институт (филиал), 2015. С. 28–33.

Allaberdin A.B., Valeev A.S. Schemes for the development of the mining front with a chamber mining system with a combined filling and arrangement of chambers along the strike of the ore body // Opyt realizatsii Federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo standarta v obrazovatel'nykh uchrezhdeniyakh: materialy IV Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Sibay: Izd-vo FGBOU VPO «Bashkirskiy gosudarstvennyy universitet» Sibayskiy institut (filial), 2015. P. 28–33 (in Russian).

6. Волков Ю.В., Соколов И.В., Антипин Ю.Г. Обоснование технологии отработки междуярусного целика при освоении Гайского медноколчеданного месторождения // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2010. № 3. С. 4–10.

Volkov Yu.V., Sokolov I.V., Antipin Yu.G. Justification of the technology of working out the inter-level pillar during the development of the Gaysky copper-pyrite deposit Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Gornyy zhurnal. 2010. No. 3. P. 4–10 (in Russian).

7. Каплунов Д.Р. Создание ресурсосберегающей геотехнологии и комплекса оборудования для высокопроизводительной закладки выработанного пространства при подземной отработке месторождений твердых полезных ископаемых. М.: ИПКОН РАН, 2011. 380 с.

Kaplunov D.R. Creation of resource-saving geotechnology and a complex of equipment for high-performance backfilling of worked-out space during underground mining of solid mineral deposits. M.: IPKON RAN, 2011. 380 p. (in Russian).

УДК 502:504.54:911.2:911.52:519.876

КОЭФФИЦИЕНТ ДИНАМИЧНОСТИ ЗА 50 ЛЕТ ПЛОЩАДИ ПО КАТЕГОРИЯМ ЗЕМЕЛЬНОГО КАДАСТРА ВОЛЖСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

[1]Мазуркин П.М., [2]Ефимова Е.А.

[1]Поволжский государственный технологический университет, Йошкар-Ола, e-mail: kaf_po@mail.ru;
[2]Управление Росреестра по Республике Марий Эл, Волжск, e-mail: efimovakalinina@mail.ru

В территориальном планировании и прогнозировании в условиях России необходимо учитывать коэффициенты динамичности площади всех земель и по категориям кадастра. На примере Волжского района Республики Марий Эл видно, что земли сельхозназначения имеют противоречивые три колебания, которые снижаются по амплитуде до 2070 г. Наибольшее количество колебаний за 50 лет произошли для двух категорий земель: 3 – земли промышленности (9 вейвлетов), 7 – земли запаса (8 колебаний). Максимумы по модулю у коэффициента динамичности такие: 1 категория – 0.0799 в 1992; 2 – 0.0177 в 1976; 3 – 0.2384 в 1998; 4 – 0.0018 в 2000; 5 – 0.2714 в 1992; 6 – 0.0160 в 1999; 7 – 6.4204 в 2020; все земли Волжского района РМЭ – 0.0135 в 1977 г. Наиболее динамичными являются земли запаса. Для земель сельхозназначения с 1970 г. наблюдается постоянный полупериод в 5.09737 года. В России сохранилась советская система землепользования в сельском хозяйстве, и она была направлена на рост динамичности. При этом первое и третье колебания направлены против (отрицательный знак) роста коэффициента динамичности. Недостаточно внимания динамике земель сельскохозяйственного назначения. По третьей волне произойдет торможение: 1970 г. с периодом 4.7 года, в 2020 – 4.3 года, а по прогнозу к 2070 – 3.9 года. Такое учащение уже опасно. Особо опасными становятся вейвлеты № 1 и № 4 динамичности земель запаса, так как сильно влияют на будущее. Вейвлеты № 3, № 5-7 запаса остались в прошлом. А остальные вейвлеты продолжатся после 2020 г. Поэтому земли запаса требуют особого внимания.

Ключевые слова: муниципалитет, земли, категории, площадь, коэффициент динамичности, закономерности

DYNAMIC COEFFICIENT FOR 50 YEARS OF AREA BY CATEGORIES OF THE LAND CADASTER OF THE VOLGA MUNICIPALITY OF THE REPUBLIC OF MARIY EL

[1]Mazurkin P.M., [2]Efimova E.A.

[1]Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola, e-mail: kaf_po@mail.ru;
[2]Rosreestr Administration for the Republic of Mari El, Volzhsk, e-mail: efimovakalinina@mail.ru

In territorial planning and forecasting in the conditions of Russia, it is necessary to take into account the coefficients of dynamism of the area of all lands and by categories of the cadastre. On the example of the Volzhsky district of the Republic of Mari El, it can be seen that agricultural lands have contradictory three fluctuations, which decrease in amplitude until 2070. The largest number of fluctuations over 50 years occurred for two categories of lands: 3 – industrial lands (9 wavelets), 7 – stock (8 fluctuations). The maxima in modulus of the dynamism coefficient are as follows: Category 1 – 0.0799 in 1992; 2 – 0.0177 in 1976; 3 – 0.2384 in 1998; 4 – 0.0018 in 2000; 5 – 0.2714 in 1992; 6 – 0.0160 in 1999; 7 – 6.4204 in 2020; all lands of the Volzhsky region of the RME – 0.0135 in 1977. The most dynamic are stock lands. For agricultural land since 1970, there has been a constant half-life of 5.09737 years. In Russia, the Soviet system of land use in agriculture was preserved, and it was aimed at increasing dynamism. In this case, the first and third fluctuations are directed against (negative sign) the growth of the dynamism coefficient. Not enough attention is paid to the dynamics of agricultural land. The third wave will slow down: 1970 with a period of 4.7 years, in 2020 – 4.3 years, and according to the forecast by 2070 – 3.9 years. Such an increase in vibration frequency is already dangerous. Wavelets № 1 and № 4 of stock lands dynamism become especially dangerous, as they strongly influence the future. Stock wavelets № 3, № 5-7 are a thing of the past. And the rest of the wavelets will continue after 2020. Therefore, stock lands require special attention.

Keywords: municipality, land, categories, area, dynamic factor, patterns

«Земля – важнейшая часть окружающей природной среды, характеризующаяся пространством, рельефом, климатом, почвенным покровом, растительностью, недрами, водами…» [1]. Такое определение окружающей человека природной среды вводит в науку о землепользовании достижения из многих смежных наук: геоморфологии, климата, почвы и растительности, речных систем и карьеров открытой добычи полезных ископаемых.

Но пока в России преобладает антропоцентризм, когда вся поверхность суши объявляется безусловным достоянием человека: «Земельные ресурсы на территории России по их пригодности для различных видов землепользования классифицируются следующим образом: по категориям земель; по видам угодий; по качественному и экологическому состоянию; по административно-территориальной принадлежности; по формам собственности» [2]. Здесь нет видов землепользования, необходимых для сохранения потомкам природной среды.

Из [3] видно, что Росстат вообще не публикует сводные данные по всем муници-

палитетам страны, хотя принято считать их за элементарные единицы административно-территориальной принадлежности. В таблицах есть федеральные округа [4] и субъекты Федерации.

С изменением климата острее встают задачи охраны окружающей природной среды.

На окружающую среду уже влияют значительные изменения климатических режимов во всем мире, что приводит к использованию более сложных и, следовательно, более дорогих цепочек поставок биомассы и биоэнергии. Представленные подходы следует учитывать в предстоящих исследованиях и практике для обеспечения устойчивого лесопользования [5].

Цель исследования – выявление закономерностей за 1970–2020 гг. коэффициента динамичности распределений земель по категориям кадастра Волжского района Республики Марий Эл (РМЭ).

Материалы и методы исследования

Данные были выписаны из ежегодных отчетов о структуре земель по площади территории района по семи категориям кадастра (табл. 1).

Колебательная адаптация в природе требует данные длиной ряда не менее 50 лет, чтобы выявить поведение лиц, принимающих решения. Характер процесса поведения определяется коэффициентом динамичности K_D по формуле

$$K_D = (S_F - S_T) / S_T, \qquad (1)$$

где S_F – фактическое значение общей площади и земель по категориям (табл. 1), га; S_T – расчетное по тренду значение площади, га. Чем больше S_T, тем динамичнее распределение.

Динамика за 50 лет характеризуется двухчленной формулой тренда

$$y = a\exp(-bx^c) + dx^e \exp(-fx^g), \qquad (2)$$

где y – зависимый от переменной показатель, x – переменная, влияющая на показатель, a – g – параметры тренда (2), которые идентифицируются в программной среде CurveExpert-1.40.

Динамика земель по тренду. Результаты после идентификации (2) двухчленного тренда для описания динамики площади (табл. 1) земель даны в табл. 2 и на рис. 1.

Все земли, по табл. 2, изменяются по закону Вейбулла до достижения минимального значения площади в 91346 га. За 50 лет снижение произошло по закону Лапласа (в математике), Мандельброта (в физике), Ципфа-Перла (в биологии) и Парето (в эконометрике). Динамичность доказывается тем, что дополнительно к тренду получены еще шесть колебаний, а для земель сельхозназначения таких вейвлет-сигналов оказалось 16. Коэффициент динамичности позволяет отказаться от выявления вейвлетов и по тренду вычислять его по формуле (1).

Земли у населенных пунктов по первому члену тренда снижаются по модифицированному нами закону Мандельброта, но этому по второму члену противостоит биотехническое стремление людей увеличивать площадь своего обитания. Площадь данной категории земель, по графику на рис. 1, с годами уменьшится.

Коэффициент динамичности за 50 лет. Результаты расчетов по (1) даны в табл. 3.

Таблица 1

Динамика земель Волжского района РМЭ, га

Год	Время, τ лет	Площадь земель по категориям							Всего
		1	2	3	4	5	6	7	
1970	0	48597	2930	1121	-	38929	-	2694	94271
1971	1	50014	2930	1234	-	38893	-	2694	94271
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
1992	22	44569	-	1200	17469	19563	2498	18	91895
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
2018	48	41539	3404	1108	17502	24903	2578	352	91386
2019	49	41537	3404	1110	17502	24903	2578	352	91386
2020	50	41537	3404	1110	17502	24903	2578	352	91386

1 – сельхозназначения; 2 – населенных пунктов; 3 – промышленности…; 4 – особо охран. территорий…; 5 – лесного фонда; 6 – водного фонда; 7 – запаса. С 1992 г. выделены категории 4 и 5.

Таблица 2

Параметры (2) динамики площади по категориям земель Волжского района

Код категории	Тренд $y = a\exp(-bx^c) + dx^e\exp(-fx^g)$							Коэф. корр. r
	Экспоненциальный закон			Биотехнический закон [3]				
	a	b	c	d	e	f	g	
Все	3611.2284	0.10999	1	91345.928	0	0	0	0.9177
1	48588.7025	-0.031182	0.43270	-180.04340	1.15341	0	0	0.9203
2	2915.4126	0.0016487	1.73803	11.29123	1.50401	6.30277e-5	2.23242	0.9918
3	1331.1763	0.0041297	1	0.00067889	6.04352	0.0011693	2.78852	0.9354
4	17431.393	-7.54436e-5	1	4.53873e-46	41.55598	0.95853	1.04313	0.8956
5	40349.602	0.0071075	1	-2.20553e-10	13.17073	0.43332	1	0.9635
6	2582.2862	0	0	-227.2107	0	0.00034368	2.51678	0.8770
7	2676.7168	2.26292e-5	3.09067	-8.98135e-44	48.15864	1.95127	0.99707	0.9793

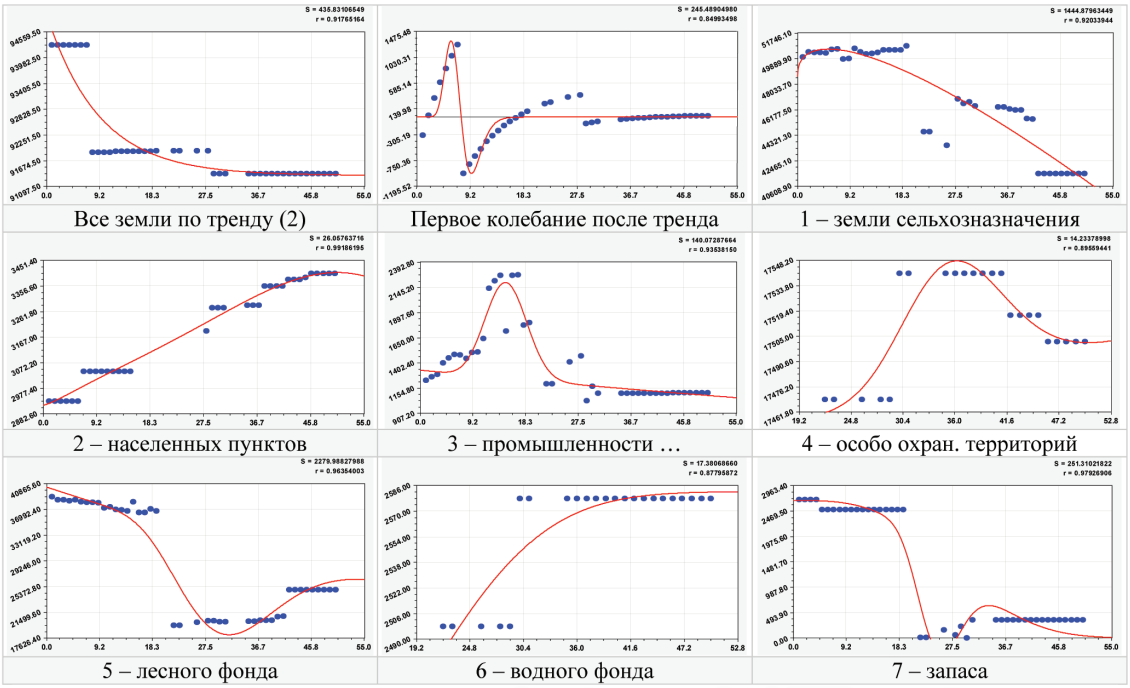


Рис. 1. Графики динамики земельного фонда Волжского района РМЭ с 1970 по 2020 г. (в правом верхнем углу: S – стандартное отклонение; r – коэффициент корреляции)

Таблица 3

Коэффициент динамичности распределения земель Волжского района РМЭ

Год	Время, τ лет	Коэффициент динамичности площади по категориям							Всего
		1	2	3	4	5	6	7	
1970	0	0.0002	0.0050	-0.1579	-	-0.0352	-	0.0065	-0.0072
1971	1	0.0013	0.0028	-0.0692	-	-0.0292	-	0.0065	-0.0033
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
1992	22	-0.0779	-	-0.1119	0.0004	-0.2714	0.0063	-0.9945	0.0025
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
2018	48	-0.0035	0.0001	0.0148	0.0000	-0.0364	-0.0014	3.6004	0.0002
2019	49	0.0035	-0.0005	0.0209	0.0000	-0.0446	-0.0015	4.8130	0.0003
2020	50	0.0107	-0.0008	0.0251	0.0000	-0.0508	-0.0015	6.4204	0.0003

Таблица 4

Параметры (4) динамики коэффициента динамичности (1) площади Волжского района

Код категории	Номер i	Вейвлет $y_i = a_{1i}x^{a_{2i}}\exp(-a_{3i}x^{a_{4i}})\cos(\pi x/(a_{5i}+a_{6i}x^{a_{7i}})-a_{8i})$								Коэф. корр. r
		Амплитуда (половина) колебания				Полупериод колебания			Сдвиг	
		a_{1i}	a_{2i}	a_{3i}	a_{4i}	a_{5i}	a_{6i}	a_{7i}	a_{8i}	
1	1	-4.44792e-10	8.39551	0.30343	1.01850	5.74377	0.075444	0.99345	3.84830	0.8809
	2	2.21350e-6	3.45101	0.077315	1.03386	5.09737	0	0	-1.11047	0.6787
	3	-3.15947e-7	4.66245	0.13862	1.05898	2.34334	0.0033574	1.09519	-1.57130	0.4826
2	1	0.0047864	0.73883	0.074069	1.00547	5.06078	0.0077458	0.93143	-0.67991	0.7449
3	1	-0.077831	1.35333	0.32117	1	9.64892	-0.55580	0.93081	-0.22971	0.4387
	2	1.11955e-16	13.23651	0.055541	1.54867	6.26564	0.0028069	1.80573	-2.59274	0.5364
	3	-2.73867e-7	7.48942	0.73882	0.84240	2.40005	-0.012834	1.18355	3.52907	0.7707
	4	-0.15765	0	0.95559	1	2.73256	0	0	0	0.6067
	5	4.46313e-13	10.62192	0.29327	1.06420	1.90841	-0.0041105	1.12346	-0.00267	0.4535
	6	-0.0050175	1.73751	0.67086	0.53369	1.56008	0.011292	1.38125	-1.41253	0.6604
	7	7.38770e-11	13.63608	1.09142	1.00978	1.19578	-0.00015858	1.95519	-0.17763	0.7068
	8	-1.21636e-10	7.67374	0.061574	1.39302	22.03094	0.0017644	1.22767	4.08453	0.5962
	9	1.87305e-8	6.27891	0.13903	1.18899	4.12497	0.0038884	1.86632	1.46845	0.5904
4	1	0.00018657	2.01828	0.20066	0.98864	5.27218	0.0011785	1.11309	-0.13546	0.4992
5	1	9.82985e-12	10.54189	0.23936	1.16226	4.42575	0.010090	1.44952	4.20309	0.8851
6	1	-0.00090592	2.30471	0.17738	1.01263	6.66338	0.00021626	2.08641	5.86615	0.6684
7	1	-2.52567e-8	2.97311	0	0	1.19473	0.70353	0.90971	-3.55120	0.9984
	2	5.18042e-5	3.47174	0.24644	0.63749	4.36298	0.022918	1.37327	2.58463	
	3	1.37030e-10	10.45961	0.82865	0.84579	0.94766	0.046449	1.01542	-2.07511	0.7482
	4	1.07840e-9	1.90544	-0.23937	1	4.27723	0	0	0	0.7065
	5	-0.00050453	6.06047	1.01210	0.98865	8.62759	-0.32370	1.00157	-3.27053	0.3758
	6	2.08113e-12	11.80506	0.54771	1.00515	2.27040	-0.012772	0.80501	-3.01453	0.5489
	7	1.74345e-24	22.58916	0.72998	1.03644	1.26530	0.00073494	0.50329	-3.93304	0.6864
	8	0.00044464	1.69814	0.015866	1.33491	13.69788	-0.15737	1.01679	-0.016866	0.7233
Все	1	9.60716e-6	7.71389	1.01586	1.02418	4.53345	0.044079	1.36913	2.99546	0.8401

Максимумы по модулю у коэффициента динамичности наблюдаются: 1 категория – 0.0799 в 1992; 2 – 0.0177 в 1976; 3 – 0.2384 в 1998; 4 – 0.0018 в 2000; 5 – 0.2714 в 1992; 6 – 0.0160 в 1999; 7 – 6.4204 в 2020; все земли Волжского района РМЭ – 0.0135 в 1977 г. Наиболее динамичными являются земли запаса (категория 7).

Коэффициент динамичности имеет волновую природу, и поэтому его модель в виде суммы асимметричных колебаний (вейвлет-сигналов) получает волновую формулу [4] вида

$$y_i = A_i\cos(\pi x/p_i - a_{8i}),$$

$$A_i = a_{1i}x^{a_{2i}}\exp(-a_{3i}x^{a_{4i}}),$$

$$p_i = a_{5i} + a_{6i}x^{a_{7i}}, \qquad (3)$$

где y – показатель, i – номер члена модели (3), m – количество членов в уравнении (3), x – объясняющая поведение переменная, $a_1 ... a_8$ – параметры (3), которые получают числовые значения в процессе структурно и параметрической идентификации в среде CurveExpert-1.40, A_i – половина амплитуды вейвлета (по оси y), p_i – полупериод колебания (по оси x).

Изменение во времени коэффициента динамичности. После структурной и параметрической идентификации (3) появились колебания, у которых параметры даны в табл. 4.

Наибольшие количества составляющих получились у земель промышленности (девять) и земель запаса (восемь). Кратко рассмотрим полупериоды колебаний a_{5i} в 1970 г.

Для земель сельхозназначения с 1970 г. наблюдается постоянный полупериод в 5.09737 года, то есть период колебания равен двум советским пятилеткам. Получается, что в России полностью сохранилась советская система землепользования в сельском хозяйстве, и она направлена на рост динамичности (положительный знак). При этом первое и третье колебания направлены против (отрицательный знак) роста коэффициента динамичности, но они успокаи-

ваются с увеличением периода колебания от 2×5.74377 ≈ 11.5 лет. В 1970 г. первый цикл динамичности был равен среднему циклу солнечной активности, в 2020 г. он составил 19 лет, а к 2070 г., по формуле из табл. 4 (если земельная политика не изменится), уже чуть больше 26 лет. Такова расслабленность в динамике земель сельскохозяйственного назначения. По третьей волне произойдет торможение роста динамичности: 1970 г. с периодом 2×2.34334 ≈ 4.7 года, в 2020 – 4.3 года, а по прогнозу к 2070 – 3.9 года. Такое учащение (рис. 2) уже опасно.

Однако по амплитуде все три колебания уменьшаются. Это, по-видимому, позволяет и дальше не обращать специалистам внимания на экологическое распределение земель.

Динамичность земель промышленности. Наибольшее количество вейвлетов получила категория земель промышленности, транспорта… (рис. 3). По максимуму коэффициента корреляции 0.2384 в 1998 г. третья категория по динамичности занимает третье место после земель запаса и лесного фонда.

Из 9 вейвлетов четвертый получил постоянный период 2×2.73256 ≈ 5.5 лет, что ближе к половине среднего цикла солнечной активности в 11.3 года. Остальные периоды на 1970 г. по рейтингу снижения опасности: № 7 – 2.4 года с уменьшением; № 5 – цикл 3.8 года со снижением; № 3 – 4.8 года со снижением периода; № 1 – 19.3 года со снижением; № 3 – 4.8 года с повышением периода; № 9 – 8.2 года с повышением; № 8 – 44.1 года с увеличением.

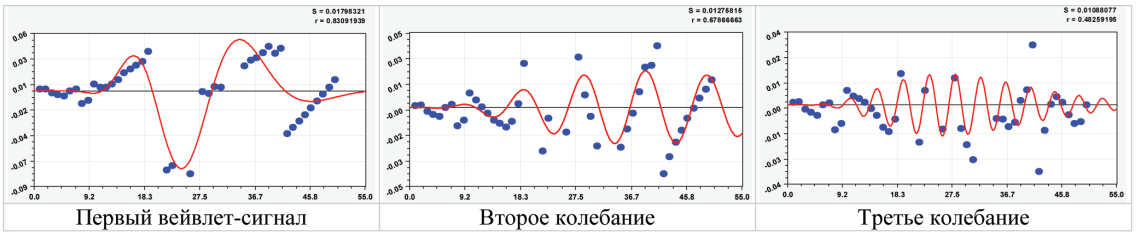


Рис. 2. Динамика распределения коэффициента динамичности земель сельскохозяйственного назначения

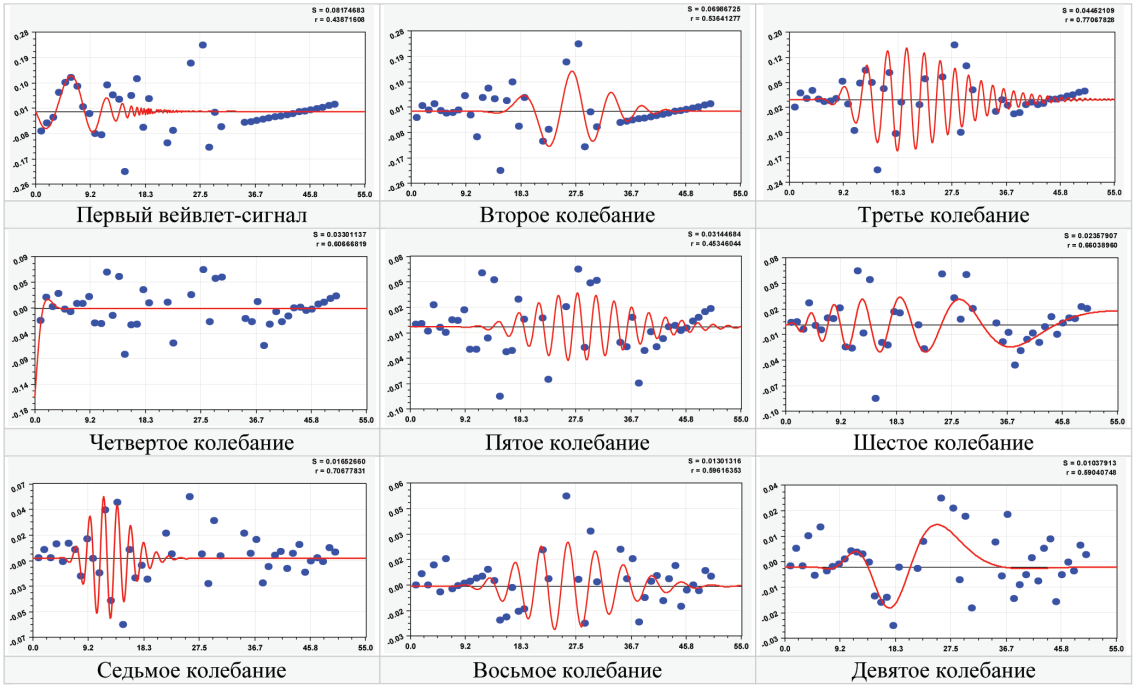


Рис. 3. Динамичность земель промышленности и транспорта Волжского района РМЭ с 1970 по 2020 г.

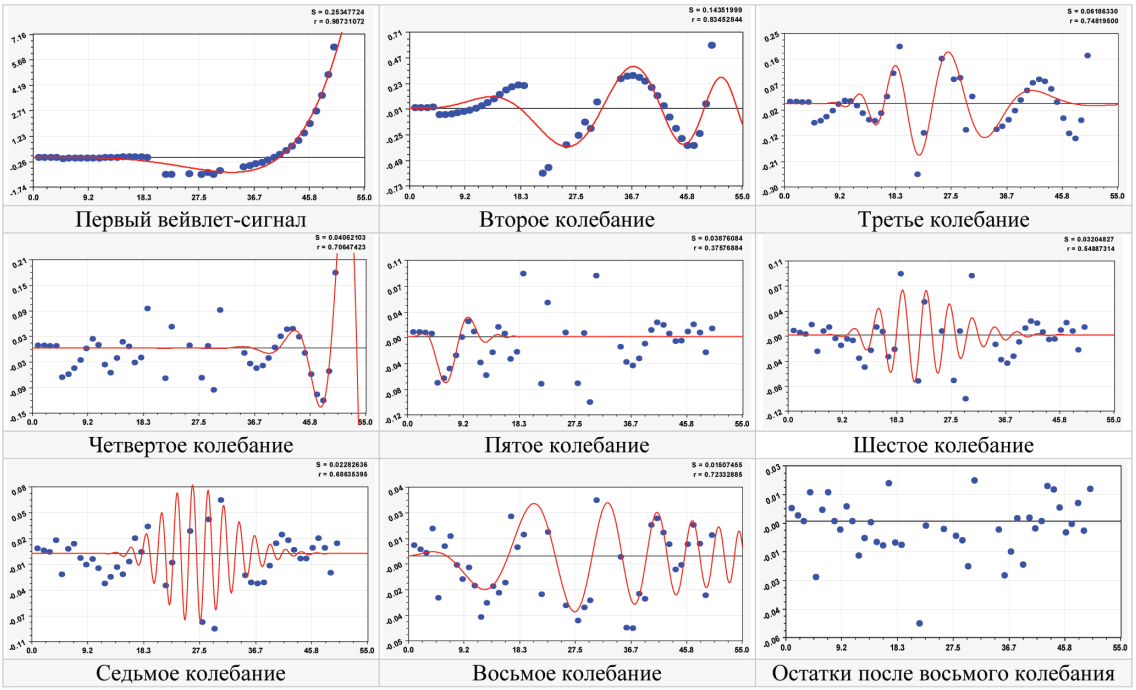


Рис. 4. Динамичность земель запаса Волжского района РМЭ с 1970 по 2020 г.

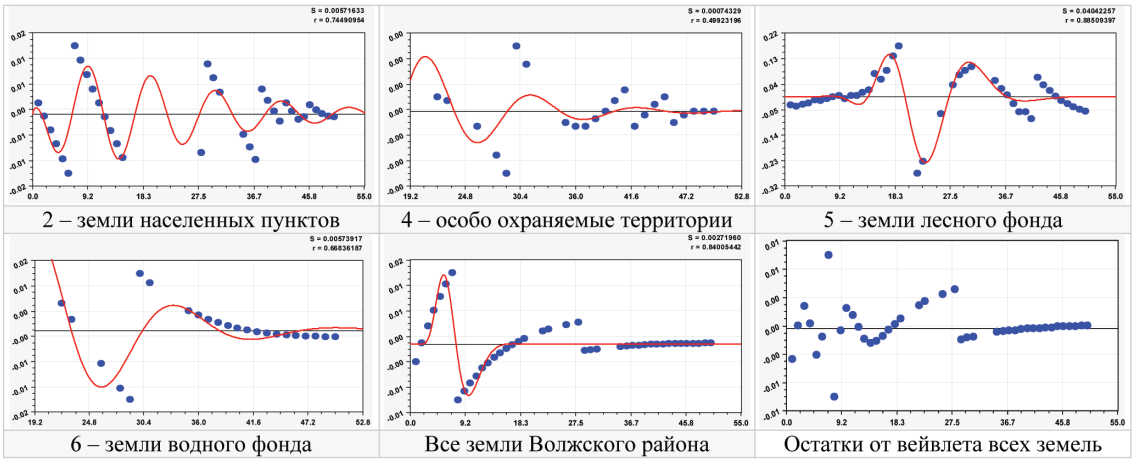


Рис. 5. Динамичность остальных категорий земель Волжского района РМЭ с 1970 по 2020 г.

Четвертое колебание является переходным от ретроспективы до 1970 г. При этом у всех колебаний в будущем снижается амплитуда, и земли промышленности мало изменятся. Все вейвлеты являются конечномерными, причем они проявляются только до 2020 г.

Динамичность земель запаса. Категория (рис. 4) является отходами землеустройства.

Особо опасными становятся вейвлеты № 1 и № 4, так как сильно влияют на будущее.

Амплитуда вейвлета № 1 изменяется по степенной функции, а у № 4 – по закону двойного роста (аномальному биотехническому закону). Вейвлеты № 3, № 5–7 являются конечномерными, так как их влияние осталось в прошлом. А остальные вейвлеты, хотя и являются конечномерными, но они продолжатся и после 2020 г. Поэтому земли запаса требуют особого внимания. Известно, что в лучших хозяйствах муниципалитетов земли запаса равны нулю.

Динамичность остальных категорий. Графики приведены на рис. 5.

Коэффициент динамичности этих категорий земель получил по одному вейвлету.

Все они за 50 лет получили колебания, которые чаще всего появляются из-за неосознанного поведения людей в землепользовании и землеустройстве. Нужно перенять опыт Финляндии.

Периоды колебаний со временем нарастают, и в 1970 г. они были равными: 2 категория 10.1 года, то есть населенные пункты в советское время имели 10-летний цикл развития; особо охраняемые территории – 10.6 года; земли лесного фонда – 8.8 года; земли водного фонда – 13.4 года; все земли Волжского района – 9.1 года. В основном в нашей стране явно преобладали циклы пятилеток в землеустройстве и в динамичности категорий земельного фонда.

Заключение

В условиях Российской Федерации в территориальном планировании и прогнозировании необходимо учитывать коэффициенты динамичности у всех земель и по категориям по площади для всех муниципалитетов, при этом не менее чем за 50 лет, с 1970 г.

Из примера Волжского района Республики Марий Эл видно, что земли сельхозназначения имеют противоречивые три колебания, которые снижаются по амплитуде до 2070 г. Наибольшее количество колебаний за 50 лет произошли для двух категорий земель: 3 категория (земли промышленности) – девять вейвлетов, 7 категория (земли запаса) – восемь колебаний.

Максимумы по модулю у коэффициента динамичности наблюдаются: 1 категория – 0.0799 в 1992; 2 – 0.0177 в 1976; 3 – 0.2384 в 1998; 4 – 0.0018 в 2000; 5 – 0.2714 в 1992; 6 – 0.0160 в 1999; 7 – 6.4204 в 2020; все земли Волжского района РМЭ – 0.0135 в 1977 г. Наиболее динамичными являются земли запаса (категория 7).

Для земель сельхозназначения с 1970 г. наблюдается постоянный полупериод в 5.09737 года. Получается, что в России сохранилась советская система учета землепользования в сельском хозяйстве, и она направлена на рост динамичности (положительный знак). При этом первое и третье колебания направлены против (отрицательный знак) роста коэффициента динамичности. Наблюдается ритмичность в динамике земель сельскохозяйственного назначения. Однако по третьей волне произойдет торможение динамичности: 1970 г. с периодом $2 \times 2.34334 \approx 4.7$ года, в 2020 – 4.3 года, а по прогнозу к 2070 – 3.9 года. Такое учащение уже опасно.

Особо опасными становятся вейвлеты № 1 и № 4 динамичности земель запаса, так как сильно влияют на будущее распределение земель Волжского района РМЭ по отдельным категориям земельного кадастра. Вейвлеты № 3, № 5–7 остались в прошлом. А остальные вейвлеты продолжатся и после 2020 г. Поэтому земли запаса требуют особого внимания. Известно, что в лучших хозяйствах муниципалитетов земли запаса равны нулю.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, правительства Красноярского края, Красноярского краевого фонда науки в рамках научного проекта «19-45-240004р_а Прогноз эколого-экономического потенциала возможных «климатических» миграций в Ангаро-Енисейском макрорегионе в меняющемся климате XXI века».

Список литературы / References

1. ГОСТ 26640-85 (СТ СЭВ 4472-84) Земли. Термины и определения. [Электронный ресурс]. URL: https://internet-law.ru/stroyka/text/28900/ (дата обращения: 20.02.2021).

2. Земельные ресурсы России. [Электронный ресурс]. URL: lecture2_LandResourcesRussia1.pdf (дата обращения: 20.02.2021).

Land resources of Russia. [Electronic resource]. URL: lecture2_LandResourcesRussia1.pdf (date of access: 20.02.2021) (in Russian).

3. Распределение земель Российской Федерации по категориям в разрезе субъектов Российской Федерации (на 1 января 2019 года, тыс. га). Приложение 1 // Ф. 22 за 2019 год (по субъектам РФ). М.: Минсельхоз РФ, 2019. 17 с.

Distribution of land of the Russian Federation into categories by regions of the Russian Federation (as of January 1, 2019, thousand hectares). Appendix 1 // F. 22 for 2019 (for the constituent entities of the Russian Federation). M.: Minsel'khoz RF, 2019. 17 p. (in Russian).

4. Мазуркин П.М. Земельные угодья федеральных округов Российской Федерации // Успехи современного естествознания. 2020. № 4. С. 106–113. DOI: 10.17513/use.37370.

Mazurkin P.M. Land of the Federal Districts of the Russian Federation // Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya. 2020. No. 4. P. 106–113. DOI: 10.17513 / use.37370 (in Russian).

5. Janine Schweier. Introduction for IJFE special article collection «The Role of Forest Operations in Climate Change Affected Forests». International Journal of Forest Engineering. 2019. Vol. 30 (3). P. 218. DOI: 10.1080/14942119.2019.1686251.

УДК 911.3:338.48

ПРИОРИТЕТНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ РАЗВИТИЯ КОНЦЕПЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ТУРИЗМА

[1]Максименко А.Г., [2]Камбарова Е.А.

[1]ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», Краснодар, e-mail: maximenkoanna@rambler.ru;

[2]АНО ВО «Новороссийский институт (филиал) Московского гуманитарно-экономического университета», Новороссийск, e-mail: kambarka@mail.ru

Благодаря сформировавшейся стратегической цели по созданию комфортной и безопасной среды для жизни человека, а также руководствуясь интересами туристской отрасли по развитию внутреннего туризма, сейчас ведутся комплексные рекреационные исследования по изучению возможностей для формирования концепции и каркаса экологического туризма в границах традиционных природных ландшафтов. В связи с приоритетной значимостью государственной политики в области развития туризма, существенное внимание привлечено к реализации национального проекта «Экология». При этом условием экотуристских маршрутов остается вовлечение особо охраняемых природных территорий в структуру маршрутов в качестве объектов туристского интереса и одновременно цели совершения путешествий. В прикладных аспектах данного исследования приводится сопоставление признаков массового туризма по традиционным туристским направлениям с экологическим туризмом в качестве неординарного по цели, мотиву и прочим характеристикам совершаемого маршрута. Приведено сопоставление, касающееся стимулирования туристского интереса в экотуристских целях. Дается обзор интенсивности и динамики туристских потоков, подчеркивается, что существенной остаётся угроза превышения предельно допустимых нагрузок на рекреационные территории, используемые в экотуристских целях и это способно деструктивно воздействовать на устойчивые экосистемы, имеющие статус охраняемых территорий. В материалах данной публикации рассмотрены мероприятия, способные стимулировать и активизировать интерес к объектам экологического туризма и таким образом увеличить посещаемость особо охраняемых природных территорий. Дается структурный анализ ожидаемого эффекта, также характеризуются некоторые возможности для установления баланса в распределении рекреационных нагрузок и дифференциации туристских посещений по сезонам года.

Ключевые слова: экологический туризм, устойчивое развитие, сезонность, стратегия управления, туристские ресурсы, рекреационная нагрузка

PRIORITY TOOLS FOR DEVELOPMENT OF ECOLOGICAL TOURISM CONCEPTS

[1]Maksimenko A.G., [2]Kambarova E.A.

[1]Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, e-mail: maximenkoanna@rambler.ru;

[2]Novorossiysk Institute (branch) of the Moscow Humanitarian-Economic University, Novorossiysk, e-mail: kambarka@mail.ru

Due to the formed strategic goal of creating a comfortable and safe environment for human life, as well as guided by the interests of the tourism industry for the development of domestic tourism, comprehensive recreational research is currently being conducted to explore the possibilities for forming the concept and framework of ecotourism within the boundaries of traditional natural landscapes. Due to the priority importance of the state policy in the field of tourism development, significant attention is drawn to the implementation of the national project «Ecology». At the same time, the condition of ecotourist routes remains the involvement of specially protected natural areas in the structure of routes as objects of tourist interest and, at the same time, the purpose of travel. In the applied aspects of this study, the author compares the characteristics of mass tourism in traditional tourist destinations with eco-tourism, which is unusual in its purpose, motive, and other characteristics of the route being taken. A comparison is made concerning the promotion of tourist interest for ecotourist purposes. The analysis of the intensity and dynamics of tourist flows is given, it is emphasized that the threat of exceeding the maximum permissible loads on recreational areas used for ecotourism purposes remains significant, and this can have a destructive impact on sustainable ecosystems that have the status of protected areas. The materials of this publication consider the activities that can stimulate and intensify interest in the objects of ecological tourism, and thus increase the attendance of specially protected natural areas. A structural analysis of the expected effect is given, and some possibilities for establishing a balance in the distribution of recreational loads and differentiation of tourist visits by season are also characterized.

Keywords: ecotourism, sustainable development, seasonality, management strategy, tourism resources, recreational load

Существующая концепция стимулирования экологического туризма, основанная на использовании территорий с уникальными природными комплексами, имеет значительный потенциал благодаря использованию приемов тщательного планирования экологических маршрутов, комплексному подходу к их разработке и проведению. Следует отметить, что изначально появление в качестве отдельного вида и дальнейшее развитие экологического туризма обусловлено некоторым образом стремлением

человечества сократить темпы изменений в окружающей среде. Экологический туризм интегрируется в планы и стратегии регионального развития территорий, которые успешно реализуются в условиях культурных ландшафтов, и их появление способствует, в свою очередь, стабилизации интенсивности использования природных ресурсов, экологическому просвещению туристов и их участию в культурных и природопользовательских действиях. При этом традиционные аттракции и комфортное пребывание становятся второстепенными, благодаря ограничению в инфраструктурном обеспечении экотуристских дестинаций.

Основными задачами применяемых механизмов, стимулирующих развитие экологического туризма, остаются соблюдение строгих экологических норм и ограничений в рекреационном природопользовании. Для их выполнения предпринимается попытка внедрения регламентирующих норм в проектировании объектов инфраструктуры на территории культурных и природных комплексов, потенциально предназначенных для экотуристских целей. Стало очевидным, что массовый туризм не выдерживает испытания временем и опытные рекреанты стремятся к получению неординарных впечатлений в программе туров, а то, что становится широкодоступным, перестают считать экзотикой. И сейчас понятие «экстраординарного» и «необычного» в основном ассоциируется с неисследованными уголками мира, куда прежде добирались лишь немногие и где сохранились естественное состояние ландшафтной среды и разновидности человеческой культуры в чистом виде [1, с. 38].

Материалы и методы исследования

Развитие экологического туризма предопределяют природно-рекреационный и историко-культурный факторы. Обязательным условием для получения преимуществ в развитии экологического туризма является проведение активной государственной политики в области развития туризма. В рамках национального проекта «Экология» сформулированы ряд задач, к числу которых относятся сохранение биологического разнообразия, создание новых особо охраняемых природных территорий (ООПТ) и развитие экологического туризма. Среди национальных целей развития РФ, на достижение которых влияет национальный проект «Экология» (2018–2024 гг.), названа цель создания комфортной и безопасной среды для жизни. Показателями, демонстрирующими выполняемую работу по созданию условий устойчивого развития ООПТ и экологического туризма, являются:

– достижение численного роста количества ООПТ, имеющих федеральный статус (от 218 в 2018 г. до 235 к окончанию периода, в 2024 г.);

– увеличение площади федеральных ООПТ (практически в 4 раза, от имеющихся в 2018 г. 1,3 млн га до 5,0 млн га к 2024 г.);

– увеличение количества посетителей ООПТ (от 6 млн чел. в 2018 г. до ожидаемых 10 млн чел. в 2024 г.) [2, с. 9].

Не следует оставлять без внимания тот факт, что среди наиболее уязвимых механизмов, способных как стимулировать, так и тормозить темпы развития экологического туризма, находятся следующие:

– ограничение транспортной доступности природных территорий в подавляющем большинстве случаев;

– низкая вовлеченность местного населения в заботу об ООПТ и их развитие в качестве трудовых ресурсов, поддерживающих инфраструктурное обеспечение территорий, зачастую и низкая осведомленность о статусе и ограничениях на ООПТ;

– повышенная стоимость экотуристского продукта на рынке за счет немассового состава слагаемых компонентов;

– недостаточная проработанность стандартов экотуристского обслуживания и неполное соблюдение существующих регламентов.

Согласно рекомендациям, представленным в методическом руководстве по развитию экологического туризма [3, с. 27], основные усилия должны быть направлены на повышение эффективности текущей деятельности и на совершенствование процесса принятия решений, согласно общей стратегии развития. Основной способ повышения эффективности экологического туризма – увеличение экономических выгод от посетителей ООПТ при сохранении устойчивой модели развития. Для достижения этого предполагается определить перечень мероприятий, которые создадут стимулы для большей потребительской активности туристов, при этом обеспечив баланс экономических и экологических интересов. Рекомендации Программы ООН по окружающей среде в отношении экологического туризма предполагают следующие мероприятия, которые можно в свою очередь рассматривать в качестве ключевых инструментов развития экологического туризма в пределах ООПТ:

– общее увеличение числа посетителей, которое способно повысить как экономическую выгоду, так и экологическую нагрузку, поэтому требуется определенный устойчивый баланс и соблюдение контролируемого туристского потока в границах ООПТ, что достигается лишь установлением управленческих регламентов;

– увеличение продолжительности пребывания туристов, что способно создать условия для роста продаж (а также расширение ассортимента) местных товаров и услуг, и за счет мультипликативного эффекта продемонстрировать выгоду от развития экологического туризма;

– создание продуктов для премиальных рыночных ниш с целью привлечения посетителей с более высокими потребительскими возможностями, что достигается путем организации глэмпингов на территориях, примыкающих к ООПТ, готовых принимать экотуристов, при этом практически выравнивается уровень предоставляемых условий комфортности в их размещении;

– новые средства размещения служат источником прибыли, а длительное пребывание в дестинации дает возможность говорить о потенциальном увеличении спроса на местные товары и услуги;

– работа с поставщиками местной продукции (продуктов питания, потребительских товаров) для посетителей и сотрудников охраняемой территории, что обеспечивает стабильную прибыль для местных сельскохозяйственных производителей;

– предоставление услуг гидов, проводников и сопровождающих туристских групп позволяет создавать новые рабочие места;

– проведение событийных мероприятий, таких как фестивали местной культуры, ремесленные мастер-классы и художественные выставки, которые способны стимулировать рост потока посетителей, при этом в оборот включаются все названные инфраструктурные компоненты;

– безусловно, event-стимулирование должно осуществляться равномерно по сезонам года, с учетом особенностей климата и функционирования экосистем ООПТ, для соблюдения равновесия в данном аспекте также требуются управленческие регламенты.

Итоговый эффект от рационального внедрения указанных механизмов развития экологического туризма на территории ООПТ можно будет отследить в динамике показателей оценки состояния природной среды, таких как биологическое разнообразие, состояние сохраняемых редких видов на ООПТ, а также в социально-экономической характеристике прилегающих территорий, в оценке экологических угроз и перспектив.

Результаты исследования и их обсуждение

При решении проблем, связанных с возрастанием спроса на туристский продукт, следует соблюдать принцип системности и учитывать три ключевых фактора, предопределяющих развитие экологического туризма на территории: значительное изменение естественных природных экосистем, социально-экономические последствия для местного населения и повышенную нагрузку на инфраструктурный комплекс.

Увеличение туристского потока при совершении обычных видов туризма приводит к значительному изменению природной среды. В результате чего закономерно и достаточно быстро происходит уменьшение природной привлекательности туристских аттракций и объектов туристского интереса в местах пребывания туристов, и затем следует закономерное снижение туристской активности. Физические воздействия на природные комплексы могут быть весьма сложными и взаимообусловленными, а потому способны приводить к необратимым процессам в тех экосистемах, которые были связаны с воздействием туризма.

Также следует отметить, что для большинства туристских дестинаций обычные виды туризма влекут серьезные социально-экономические последствия. В мире развивается научное направление по изучению последствий сверхтуризма (овертуризма) в наиболее популярных туристских дестинациях, чье воздействие на традиционный жизненный уклад местного населения деструктивно. Как отмечается в публикациях, туристы способны влиять на местную правовую среду, размывать культурные традиции, вторгаться в языковую среду, изменять соотношение политических сил, угрожая утратой местной самобытности. При этом дестинация теряет свою туристскую ценность [4, с. 6].

Увеличение числа прибытий при обычных видах туризма создает повышенную нагрузку на транспортную систему территории. При этом возрастает не только увеличение прямых туристских потоков, учитываемых в статистических данных по туризму, но и перемещений внутри дестинации, населенного пункта или регио-

на страны. Что опять же ведет к усилению антропогенного изменения окружающей среды, увеличению выбросов, ухудшению состояния здоровья местного населения. Следует отметить, что в туризме ярко выражена сезонность спроса на отдельные туристские продукты. Также концентрацию туристского потребления практически невозможно рассеять по другим временным интервалам, перераспределив туристский поток, поскольку он собирается благодаря определенным мотивирующим и стимулирующим факторам (цель, мотив, время года, событие, модные тенденции, политические регламенты и пр.). В данном контексте следует упомянуть о рекреационной устойчивости территории, которая демонстрирует способность выносить рекреационную нагрузку и сохранять при этом потенциал для самовосстановления ресурсных составляющих экосистемы. Для дестинаций, подверженных традиционно многочисленным туристским потокам в обычных видах туризма, рекреационная устойчивость весьма уязвима. В современных антропогенно измененных ландшафтах самовосстановление экосистем практически невозможно, что подчеркивает важность использования природоохранных мер, связанных с нормированием и ограничением рекреационных нагрузок на территориях, включенных в туристские маршруты.

Как отмечают в публикациях, касающихся анализа туристского природопользования, рекреационная нагрузка является показателем силы воздействия туристской деятельности на природные ландшафты, экосистемы. Рекреационная нагрузка может быть учтена в показателях числа туристов, одновременно присутствующих на данной территории с туристскими целями; в числе туристов, прибывающих в дестинацию в течение суток; в коэффициенте заполнения территории, выраженном в числе туристов, приходящихся на единицу площади территории [5, с. 10]. Нормирование численных показателей туристских потоков является основой плановой рекреационной нагрузки на территорию, пригодную для совершения экологического туризма. В опыте нормирования рекреационных нагрузок совершенно неоднозначно представлены предельно допустимые показатели. Природопользование в рекреационных целях может лимитироваться из расчета на одного отдыхающего, допуская показатели 5–10 м^2 на территории пляжей, например. И это совершенно не гарантирует устойчивости пляжных экосистем в отношении прессинга со стороны отдыхающих, единовременно присутствующих на данном участке в высокий сезон купально-пляжного отдыха [6, с. 326].

Представляется очевидным, что, испытывая воздействие от рекреационного природопользования, ООПТ в большей мере способны реагировать на превышение нормы рекреационных нагрузок, тем самым ее определение должно соответствовать менее четверти от предельных показателей. Возможно, туристская деятельность человека не вносит существенных видимых изменений в природный ландшафт, однако периодическое посещение приведет к возникновению сети троп, снижению скорости восстановления травяного покрова в посещаемых участках, животный мир ограничивает свое свободное перемещение по территории ООПТ, а затем и сокращаются ареалы его пребывания на территории ландшафтов. Этот период и указывается в публикациях в качестве предельно допустимого при определении норм рекреационной нагрузки.

Заключение

Следует рассмотреть ряд мероприятий, которые способны создать стимулы для умеренной потребительской активности туристов. Если говорить о традиционных предпочтениях туристов, то преимущественное их число стремится покинуть на время туристской поездки свою страну [7, с. 18]. Это связывается и с ростом платежеспособности потребителей, и с недостаточной привлекательностью российских туристских дестинаций. В экологическом туризме тенденции несколько отличаются.

Наиболее существенным фактором, выступающим на стороне развития экологического туризма, является фактор времени, который обусловлен сокращением общей продолжительности пребывания в туристской поездке, ускорением всех потребительских процессов и снижением интереса к соблюдению множества дополнительных или предшествующих процедур в организованном туризме. Все более существенную роль приобретают самодеятельные туры, и здесь незаменима роль принимающих сторон, способных предоставить экотуристское обслуживание гостям, непосредственно прибывающим в дестинацию, минуя манипуляции туроператоров. В грамотном распределении туристского спроса могут сыграть значительную роль туристско-информационные центры, одновременно способствующие желанию туристов к получе-

нию интенсивного и качественного отдыха в условиях ограниченного времени.

Еще одним фактором, выступающим в пользу развития экологического туризма, является местоположение экотуристской дестинации, благодаря чему поддерживается выбор территории, расположенной в непосредственном приближении к месту постоянного проживания туристов. Избегая рисков, связанных с нарушением суточного ритма (при пересечении нескольких часовых поясов), потери времени на акклиматизацию, туристы могут выбирать ближайшие доступные территории ООПТ. К тому же здесь могут сочетаться сразу несколько целей туристской поездки, включающие познавательные, оздоровительные, а также прямую смену видов активности туриста. Экотуристские ресурсы обладают существенным диапазоном свойств, сочетающих привлекательность ландшафтов и их пейзажные особенности (что важно в фототуризме), уникальность климатических условий, приближенность к живой природе, изученность и доступность (что существенно в активных видах туризма), близость к месту проживания, социокультурная самобытность территории, экскурсионная значимость (важная для познавательного туризма), неизмеримый потенциальный запас и устойчивое природопользование.

При надлежащем планировании и управлении экологический туризм может быть важным источником экономических выгод для частных предприятий и местных сообществ, дополнив традиционный ассортимент туристского предложения региона, одновременно он может служить эффективным инструментом охраны природных и культурных ценностей.

Список литературы / References

1. Косолапов А.Б. Теория и практика экологического туризма. М.: КНОРУС, 2017. 240 с.

Kosolapov A.B. Theory and practice of ecological tourism. M.: KNORUS, 2017. 240 p. (in Russian).

2. Паспорт национального проекта «Экология». Министерство природных ресурсов и экологии РФ. [Электронный ресурс]. URL: https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye_doklady/ (дата обращения: 22.03.2021).

Passport of the national project «Ecology». Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation. [Electronic resource]. URL: https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye_doklady/ (date of the application: 22.03.2021). (in Russian).

3. Руководство по проектированию объектов инфраструктуры на ООПТ. Агентство стратегических инициатив. [Электронный ресурс]. URL: https://old.asi.ru/library/ecotourism/120678/ (дата обращения: 22.03.2021).

Guidelines for the design of infrastructure facilities in protected areas. Agency for Strategic Initiatives. [Electronic resource]. URL: https://old.asi.ru/library/ ecotourism/120678/ date of the application: 22.03.2021) (in Russian).

4. Аигина Е.В. Сверхтуризм: понятие, проблемы, примеры // Туристско-рекреационный комплекс в системе регионального развития: матер. VI Междунар. науч.-практ. конфер. Краснодар, 2018. С. 4–8.

Aigina E.V. Overtourism: concept, problems, examples // Turistsko-rekreatsionny kompleks v sisteme regionnogo razvitiya: mater. VI Int. scientific-practical confer. Krasnodar, 2018. P. 4–8 (in Russian).

5. Чудновский А.Д., Жукова М.А. Управление потребительскими предпочтениями в сфере отечественного туризма и гостеприимства и основные направления реализации туристского продукта. М.: Федеральное агентство по туризму, 2014. 304 с.

Chudnovskiy A.D., Zhukova M.A. Management of consumer preferences in the field of domestic tourism and hospitality and the main directions of the implementation of the tourist product. M.: Federal'noye agentstvo po turizmu, 2014. 304 p. (in Russian).

6. Максименко А.Г. Возможности развития туризма посредством инструментов территориального маркетинга // Туристско-рекреационный комплекс в системе регионального развития: матер. VI Междунар. науч.-практ. конфер. Краснодар, 2018. С. 325–328.

Maksimenko A.G. Opportunities for the development of tourism through the tools of territorial marketing // Turistsko-rekreatsionny kompleks v sisteme regionnogo razvitiya: mater. VI Int. scientific-practical confer. Krasnodar, 2018. P. 325–328 (in Russian).

7. Исаченко Т.Е., Исаченко Г.А., Озерова С.Д. Оценка рекреационной нарушенности и регулирование нагрузок на особо охраняемых природных территориях Санкт-Петербурга // Вестник СПбГУ. Науки о Земле. 2020. Т. 65. Вып. 1. С. 16–29.

Isachenko T.E., Isachenko G.A., Ozerova S.D. Assessment of recreational disturbance and regulation of loads in specially protected natural areas of St. Petersburg // Vestnik SPbGU. Nauki o Zemle. 2020. Vol. 65. Iss. 1. P. 16–29 (in Russian).

УДК 552.181:551.763(571.64)

ОБЛОМОЧНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ПЕСЧАНЫХ ПОРОД МЕЛА ЗАПАДНО-САХАЛИНСКОГО ТЕРРЕЙНА: СОСТАВ И ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ ПРИРОДА

Малиновский А.И.

Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, Владивосток, e-mail: malinovsky@fegi.ru

В статье рассмотрены оригинальные данные, полученные в результате детального изучения обломочной составляющей песчаников мела Западно-Сахалинского террейна, включающей в себя породообразующие компоненты и минералы тяжелой фракции. Целью проведенных исследований было выяснение состава, содержание и особенности распределения тяжелых минералов и породообразующих компонентов в песчаниках террейна и, на основании генетической интерпретации полученных результатов, восстановление геодинамических обстановок накопления отложений, а также определение тектонической принадлежности и состава пород областей питания. Было определено, что по составу песчаники соответствуют грауваккам, а все тяжелые минералы разделяются на две ассоциации: сиалическую, источником которой являются кислые магматические и метаморфические породы, и фемическую, связанную с основными и ультраосновными породами. Детальное рассмотрение результатов исследования показало, что в меловое время область питания для осадочных образований Западно-Сахалинского террейна была гетерогенной. Доминирующим источником вещества, поставлявшим в седиментационный бассейн сиалическую кластику, были блоки континентальной коры (кратоны и краевые части рифтов), сложенные гранитно-метаморфическими и древними осадочными породами. Вторым по значению источником материала была расчлененная раннемеловая энсиалическая Монероно-Самаргинская вулканическая дуга, поставлявшая в бассейн как продукты разрушения ее гранитно-метаморфического фундамента, так и основных и средних вулканических пород самой дуги. Еще одним источником обломочного вещества были фрагменты юрско-раннемеловых аккреционных призм Сихотэ-Алиня, в строении которых участвовали офиолиты, содержащие основные и ультраосновные магматические породы. Генетическая интерпретация всей совокупности полученных данных позволяет говорить о накоплении отложений в бассейне, связанном с режимом трансформного перемещения океанической плиты Изанаги вдоль Евроазиатского континента.

Ключевые слова: Западно-Сахалинский террейн, мел, породообразующие компоненты, тяжелые минералы, обстановки осадконакопления

DETRITAL COMPONENT OF THE CRETACEOUS SANDY ROCKS OF THE WEST SAKHALIN TERRANE: COMPOSITION AND GEODYNAMIC NATURE

Malinovsky A.I.

Far Eastern Geological Institute, FEBRAS, Vladivostok, e-mail: malinovsky@fegi.ru

The article discusses the original data obtained as a result of a detailed study of the clastic component of the Cretaceous sandstones of the West Sakhalin terrane, which includes rock-forming components and minerals of the heavy fraction. The purpose of the research was to find out the composition, content and features of the distribution of rock-forming components and heavy minerals in sandstones and, based on the genetic interpretation of the results obtained, to reconstruct the geodynamic settings of sediment accumulation, as well as to determine the tectonic affiliation and composition of the rocks of the feeding provinces. It was determined that the composition of the sandstones corresponds to graywackes, and all heavy minerals are divided into two associations: sialic, originating from acidic igneous and metamorphic rocks, and femic, associated with basic and ultrabasic rocks. A detailed examination of the results of the study showed that in the Cretaceous showed that in the Cretaceous the power sources for the deposits of the West Sakhalin terrane was heterogeneous. The dominant source of material that supplied sialic clastics to the sedimentation basin was blocks of continental crust (cratons and marginal parts of riffs), composed of granite-metamorphic and ancient sedimentary rocks. The second most important source of the material was the dissected Early Cretaceous ensialic Moneron-Samarga volcanic arc, which supplied the basin with both products of destruction of its granite-metamorphic basement, as well as the basic and intermediate volcanic rocks of the arc itself. Another source of detrital material was fragments of the Jurassic-Early Cretaceous accretion prisms of the Sikhote-Alin, in the structure of which the basic and ultrabasic igneous rocks of ophiolites participated. The genetic interpretation of the entire set of data obtained suggests the accumulation of sediments in the basin associated with the regime of transform movement of the Izanagi oceanic plate along the Eurasian continent.

Keywords: West Sakhalin terrane, Cretaceous, rock-forming components, heavy minerals, sedimentary environment

Обломочная составляющая песчаных пород, включающая породообразующие компоненты и минералы тяжелой фракции, несет богатую информацию об источниках питания, поставляющих материал в седиментационные бассейны, и о геодинамических условиях, в которых эти бассейны формировались [1–3]. Для широко распространенных вдоль восточного края Евроазиатского континента меловых террейнов, сложенных мощными толщами терригенных отложений, метод генетических реконструкций по вещественному составу обломочной части песчаных по-

род, наряду с геохимическими исследованиями, является основным. В предыдущей нашей публикации подробно рассмотрен геохимический состав и установлена геодинамическая природа меловых осадочных пород Западно-Сахалинского террейна [4]. Цель предложенной публикации – показать особенности состава, содержания и характера распределения породообразующих компонентов и минералов тяжелой фракции песчаников террейна и, на основании их палеогеодинамической интерпретации, подтвердить и уточнить полученные прежде результаты.

Материалы и методы исследования

Объектами исследования были породообразующие компоненты и минералы тяжелой фракции из песчаников мела Западно-Сахалинского террейна. Образцы пород были отобраны в ходе полевых исследований 32 разрезов всех свит террейна. Разрезы изучались в карьерах и выемках дорог, вдоль берегов ручьев и рек, а также побережья Японского моря. Состав и содержание основных породообразующих компонентов и тяжелых обломочных минералов в песчаниках изучались на поляризационных микроскопах МИН-8 и Axioplan 2 imaging. Для изучения тяжелых минералов пробы дробились до 0,25 мм, отмучивались в воде и разделялись с помощью бромоформа. Химический состав минералов исследовался на рентгеноспектральном микроанализаторе JXA-8100. Все исследования проводились на оборудовании Центра коллективного пользования ДВГИ ДВО РАН (г. Владивосток), аналитики П.Д. Гасанова и Н.И. Екимова.

Результаты исследования и их обсуждение

Западно-Сахалинский террейн – одна из значительнейших составных частей мезозойско-кайнозойского Сахалинско-Камчатского орогенного пояса [5]. Он рассматривается как важнейший связующий элемент, позволяющий правильно понимать процесс геодинамического взаимодействия в меловое время Евроазиатского континента и океанической плиты Изанаги [4; 5]. Террейн является крупной (650 км протяженностью) тектонической структурой, располагающейся в западной части острова на побережье Татарского пролива (рис. 1). Он сложен мощными толщами альб-датских осадочных пород: песчаников, алевролитов, аргиллитов, конгломератов, гравелитов, пачек турбидитов, пластов и линз туфов и углей. Севернее и южнее г. Углегорска отложения имеют разную мощность, при этом они накапливались в различных палеообстановках [6]. Осадки южной части имеют мощность до 5500 м, а их осадконакопление происходило в обстановках глубоководного континентального склона. Севернее они формировались как в глубоководных, так и в прибрежно-морских условиях [6]. Мощность отложений здесь достигает 9000 м.

Песчаники террейна по размерности от мелко- до крупнозернистых, средне- и хорошо сортированные. Степень окатанности зерен средняя, реже плохая и хорошая. Обломочная часть песчаников состоит из кварца, полевых шпатов, обломков пород и тяжелых минералов, что позволяет рассматривать их как полимиктовые. По петрографическому составу песчаники являются грауваккаами: кварцево-полевошпатовыми и, частично, полевошпатово-кварцевыми (рис. 2 а) [7]. Кварца в породах от 16 до 38 %. Зерна его, как правило, монокристаллические, изометричные либо слабо удлиненные. Полевых шпатов 27-51 %, при этом преобладают (до 90 %) кислые плагиоклазы. Остальных плагиоклазов мало. Обломки пород, среди которых наиболее обычны обломочные, магматические и кремнистые породы, составляют 26–50 %.

Петрографический состав песчаников интерпретировался с помощью диаграмм (рис. 2 б, в) [2; 8], основанных на сравнении результатов изучения современных осадков морей и океанов, формировавшихся в известных тектонических обстановках, и древних осадочных пород. На диаграмме, использующейся при реконструкции тектонических типов областей питания, песчаники террейна ложатся в поля эродированных переходных и расчлененных (энсиалических) окраинно-континентальных вулканических дуг, в которых процессами эрозии были обнажены кислые батолиты фундамента дуги (рис. 2 б) [2]. Очевидно, отложения накапливались за счет размыва как вулканитов самой дуги, так и гранитоидов ее фундамента. Помимо этого, источником сиалической кластики, очевидно, была и континентальная суша, сложенная гранитно-метаморфическими породами. Существование определенных типов областей питания подразумевает наличие связанных с ними геодинамических обстановок формирования отложений. Положение фигуративных точек на диаграмме (рис. 2 в) позволяет говорить об осадкона-

коплении в бассейне, сопряженном с активной континентальной окраиной, которая была осложнена крупными сдвиговыми дислокациями по трансформным разломам (типа Калифорнийского залива [8]), а также, частично, в бассейне, примыкающем к окраинно-континентальной магматической дуге.

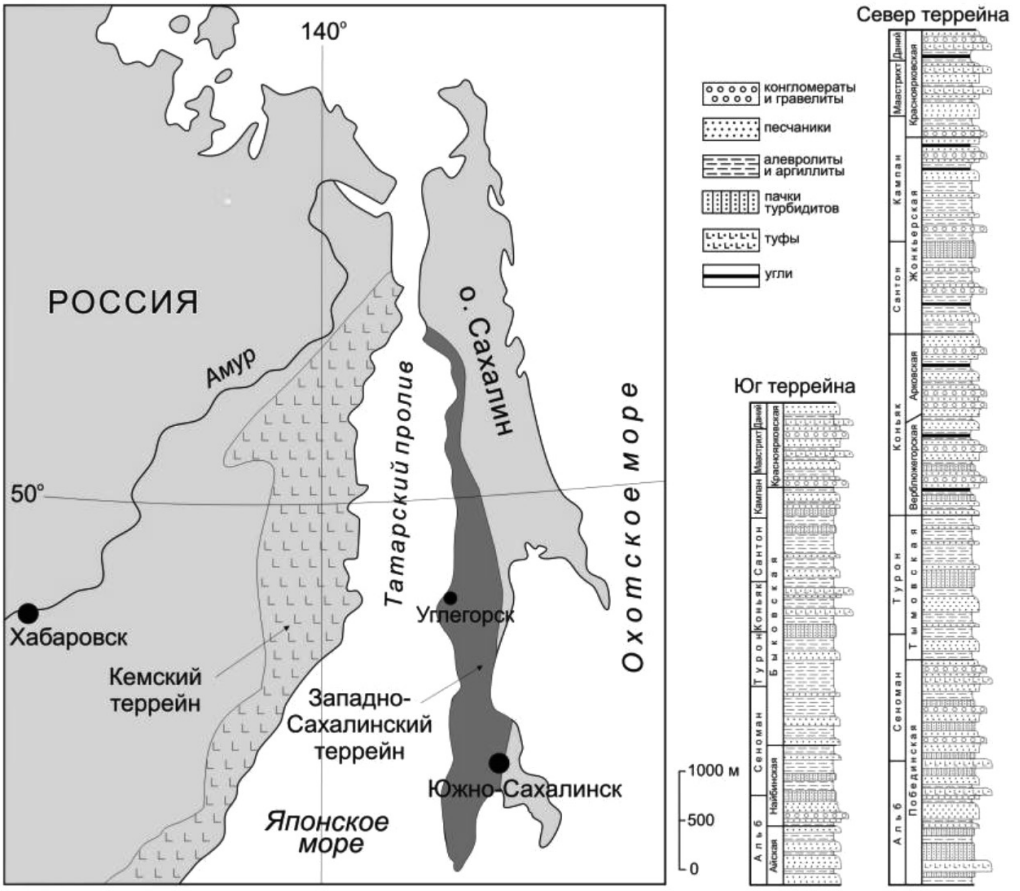


Рис. 1. Расположение Западно-Сахалинского террейна в структуре юга Дальнего Востока России и объединенные стратиграфические колонки его меловых отложений

Рис. 2. Породообразующие компоненты песчаников мела Западно-Сахалинского террейна и их геодинамическая интерпретация: а – классификация типов пород [7]; б – типы питающих провинций [2]; в – типы бассейновых обстановок [8]

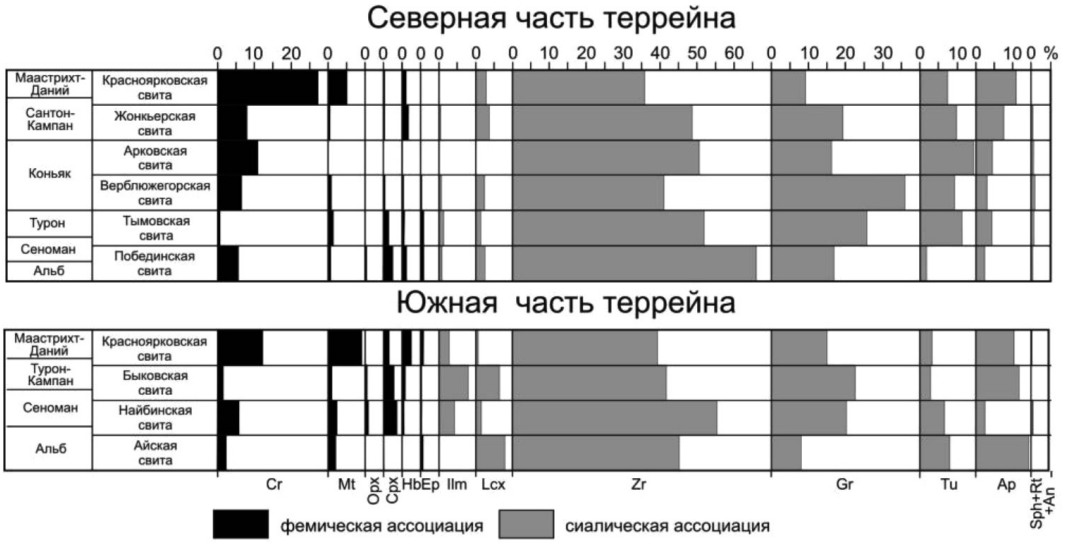


Рис. 3. Содержания и соотношения тяжелых минералов в песчаниках мела Западно-Сахалинского террейна

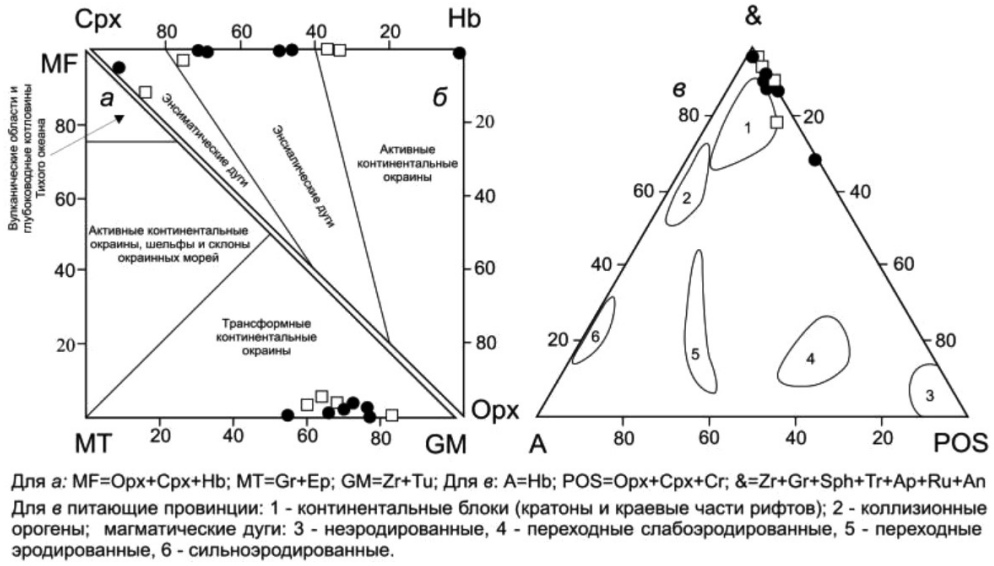


Рис. 4. Области питания и палеогеодинамические обстановки осадконакопления для отложений мела Западно-Сахалинского террейна по соотношению тяжелых минералов: а – MF-MT-GM; б – Opx-Hb-Cpx [9]; в – A-&-POS [3]. Условные обозначения – см. рис. 2 и 3

В песчаниках террейна изучали состав, содержание и соотношение между отдельными тяжелыми минералами и их ассоциациями, а также химический состав некоторых из минералов. Использовались средние содержания минералов по каждой свите, что позволило установить общие закономерности их распределения, а также получить наиболее достоверные результаты геодинамической интерпретации. Все тяжелые минералы разделяются на две ассоциации (рис. 3): сиалическую, источником которой являются кислые магматические и метаморфические породы, и фемическую, связанную с основными и ультраосновными породами. Песчаники севера и юга террейна близки по набору и количеству тяжелых минералов. Преобладают (в среднем 87 %) си-

алические минералы. Фемических же значительно меньше – в среднем 13 %. Среди сиалических минералов доминирует циркон: на юге террейна в среднем по свитам 39–45 %, на севере – 36–66 %, а в некоторых пробах до 91 %. В ассоциацию также входят гранат (на юге 8–22 %, на севере 10–35 %), турмалин (3–8 % и 2–17 %), апатит (3–26 % и 3–11 %). На юге террейна довольно много ильменита и лейкоксена (в сумме до 15 %). Среди фемических минералов основным является хромит: на юге – 6 %, на севере – 10 %. В ассоциации с ним находятся магнетит (4 % и 2 %), амфибол, орто- и клинопироксены (до 3 %).

Интерпретация соотношения минералов тяжелой фракции на диаграмме MF–MT–GM позволяет установить тектонические обстановки накопления отложений (рис. 4 а) [9]. Расположение точек свидетельствует о накоплении отложений в бассейне, формирование которого обусловлено обстановкой крупномасштабных перемещений вдоль разграничивающей континентальную и океаническую плиты системы сдвигов [9]. Область размыва объединяла два источника вещества. Основной, формировавший сиалическую ассоциацию минералов, включал в себя блоки континентальной коры (кратоны и краевые части рифтов), сложенные гранитно-метаморфическими породами (рис. 4 б, в) [3; 9]. Дополнительным источником этой ассоциации минералов были блоки основания окраинно-континентальной дуги. Эта же дуга поставляла в бассейн продукты размыва основных и средних вулканитов, формировавших ассоциацию фемических минералов.

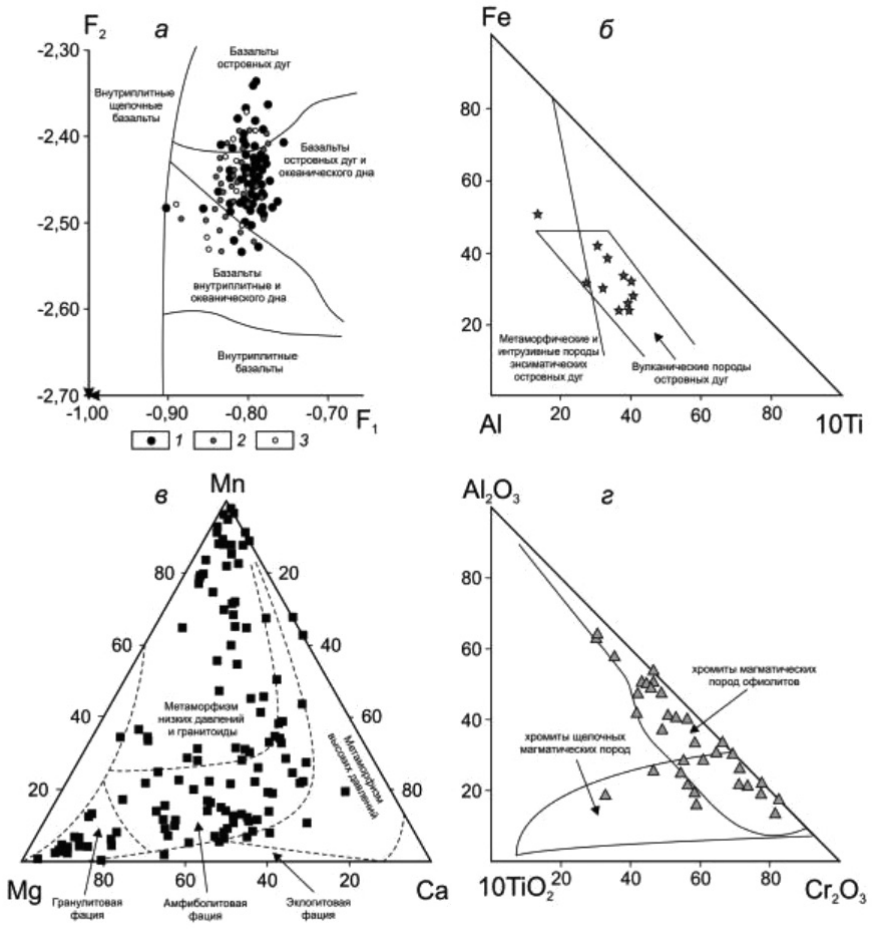


Рис. 5. Интерпретация химического состава тяжелых минералов и их вероятные вулканические источники: а – клинопироксены [10]: $F_1 = –0{,}012 \cdot SiO_2 – 0{,}0807 \cdot TiO_2 + 0{,}0026 \cdot Al_2O_3 – 0{,}0012 \cdot FeO – 0{,}0026 \cdot MnO + 0{,}0087 \cdot MgO – 0{,}0128 \cdot CaO – 0{,}0419 \cdot Na_2O$; $F_2 = –0{,}0496 \cdot SiO_2 – 0{,}0818 \cdot TiO_2 – 0{,}02126 \cdot Al_2O_3 – 0{,}0041 \cdot FeO – 0{,}1435 \cdot MnO – 0{,}0029 \cdot MgO – 0{,}0085 \cdot CaO + 0{,}0160 \cdot Na_2O$; б – амфиболы [9]; в – гранаты [11]; г – хромиты [12]. 1–3 – клинопироксены из: 1 – песчаников Западно-Сахалинского террейна, 2 – песчаников и 3 – базальтов Кемского террейна Приморья

Химический состав некоторых минералов позволяет установить тектонический тип и петрографический состав пород областей питания [9–11]. Клинопироксены из песчаников террейна представлены диопсидом, авгитом, редко салитом. На диаграмме F_1-F_2, устанавливающей их вулканический источник, основное количество клинопироксенов происходит из базальтов островных дуг. Значительно реже они соответствуют внутриплитным базальтам и породам океанического дна (рис. 5 а) [10]. Помимо этого, состав изученных минералов практически идентичен составу клинопироксенов, изученных в песчаниках и базальтах Кемского террейна Приморья, представляющего собой часть меловой Монероно-Самаргинской островной дуги [5]. Это сходство позволяет рассматривать дугу как источник фемической кластики для изученных отложений. Положение точек амфиболов на диаграмме Fe–Al–10Ti подтверждает накопление осадков за счет размыва вулканитов дуги, а также, частично, магматических пород офиолитов, участвовавших в строении юрско-раннемеловых аккреционных призм Сихотэ-Алиня [9] (рис. 6 б). На это участие указывает и состав хромитов, разделяющихся на два типа: с низким содержанием оксида титана (TiO_2 < 1,5 %), происходящих из основных и ультраосновных пород офиолитов, и с высоким (TiO_2 > 1,5 %) – из внутриплитных щелочных базальтов [12] (рис. 5 г). Большинство гранатов из песчаников террейна происходят из метаморфических пород различных фаций метаморфизма, а также гранитоидов [11] (рис. 5 в). Источниками гранатов, очевидно, были как континентальная суша, так и энсиалическая островная дуга, фундамент которой был сложен блоками гранитно-метаморфических пород.

Заключение

Для выяснения палеогеодинамических обстановок формирования меловых седиментационных бассейнов Западно-Сахалинского террейна и определения состава пород и тектонической принадлежности источников питания была изучена обломочная составляющая песчаников, включающая породообразующие компоненты и минералы тяжелой фракции. Проведенные исследования показали, что по петрографическому составу песчаники относятся к граувакам, а все тяжелые минералы разделяются на две ассоциации: сиалическую и фемическую. Интерпретация полученных данных показала, что в меловое время область питания была гетерогенной. Главным источником вещества, поставлявшим сиалическую кластику, была континентальная суша, сложенная гранитно-метаморфическими и древними осадочными породами. Вторым по важности источником была меловая окраинно-континентальная Монероно-Самаргинская островная дуга. В процессе ее разрушения в седиментационный бассейн поступала как кластика гранитно-метаморфических пород фундамента, так и вулканических образований самой дуги. Еще одним источником кластики были фрагменты юрско-раннемеловых аккреционных призм Сихотэ-Алиня, в строении которых участвовали основные и ультраосновные магматические породы офиолитов. Детальное рассмотрение всей совокупности полученных данных подтверждает сделанный ранее [4] вывод о формировании отложений в бассейне, связанном с режимом трансформного перемещения океанической плиты Изанаги вдоль края Евразиатского континента.

Список литературы / References

1. Малиновский А.И. Палеогеодинамическая реконструкция обстановок кайнозойской седиментации Западно-Сахалинского террейна по вещественному составу терригенных пород // Литология и полезные ископаемые. 2021. № 1. С. 28–53. DOI: 10.31857/S0024497X21010067.

Malinovsky A.I. Paleogeodynamic reconstruction of Cenozoic sedimentation settings in the West Sakhalin terrane based on the material composition of terrigenous rocks // Litologiya i poleznyye iskopayemyye. 2021. № 1. P. 28–53. DOI: 10.1134/S0024490221010053 (in Russian).

2. Dickinson W.R., Suczek C.A. Plate tectonics and sandstone composition. Bulletin American Association of Petroleum Geologists. 1979. V. 63. № 12. P. 2164–2182.

3. Garzanti E., Ando S. Plate tectonics and heavy mineral suites of modern sands. Heavy minerals in use / Ed. M.A. Mange, D.T. Wright. Amsterdam: Elsevier, 2007. P. 741–764.

4. Малиновский А.И. Палеогеодинамические обстановки формирования отложений Западно-Сахалинского террейна по геохимическим данным // Успехи современного естествознания. 2017. № 6. С. 83–89. DOI:10.17513/use.3650.

Malinovsky A.I. Paleogeodynamic settings of the West Sakhalin terrain sediments formation based on geochemical data // Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya. 2017. № 6. P. 83–89. DOI: 10.17513/use.3650 (in Russian).

5. Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России / Под ред. А.И. Ханчук. Владивосток: Дальнаука, 2006. Кн. 1. 572 с.

Geodinamics, magmatism and metallogeny of the Russian East / Ed. A.I. Khanchuk, Vladivostok: Dalnauka, 2006. Kn. 1. 572 p. (in Russian).

6. Голозубов В.В., Касаткин С.А., Малиновский А.И., Нечаюк А.Е., Гранник В.М. Дислокации меловых и кайнозойских комплексов северной части Западно-Сахалинского террейна // Геотектоника. 2016. № 4. С. 105–120. DOI: 10.7868/S0016853X16040032.

Golozubov V.V., Kasatkin S.A., Malinovsky A.I., Nechayuk A.E., Grannik V.M. Dislocations of the cretaceous and

cenozoic complexes of the northern part of the West Sakhalin Terrane // Geotektonika. 2016. № 4. P. 105–120. DOI: 10.1134/S0016852116040038 (in Russian).

7. Шутов В.Д. Классификация песчаников // Литология и полезные ископаемые. 1967. № 5. С. 86–102

Shutov V.D. Classification of sandstones // Litologia i poleznye iskopaemye. 1967. № 5. P. 86–102 (in Russian).

8. Potter P.E., Maynard J.B., Pryor W.A. Sedimentology of shale: study guide and reference source. New York: Springer-Verlag, 2012. 303 p.

9. Nechaev V.P., Isphording W.C. Heavy-mineral assemblages of continental margins as indicators of plate tectonic environments. Journal of Sedimentary Petrology. 1993. V. 63. № 6. P. 1110–1117. DOI: 10.1306/ D4267CB7-2B26-11D7-8648000102C1865D.

10. Nisbet E.G., Pearce J.A. Clinopyroxene composition in mafic lavas from different tectonic settings. Contributions to Mineralogy and Petrology. 1977. V. 63. № 2. P. 149–160. DOI: 10.1007/BF00398776.

11. Teraoka Y. Detrital garnets from Paleozoic to Tertiary sandstones in Southwest Japan. Bulletin of Geological Survey of Japan. 2003. V. 54. № 5–6. P. 171–192. DOI: 10.9795/bullgsj.54.171.

12. Щека С.А., Вржосек А.А. Ультраосновной вулканизм Тихоокеанского комплекса и вопросы систематики меймечитов и коматиитов // Вулканология и сейсмология. 1983. № 2. С. 3–16.

Shcheka S.A., Vrzhosek A.A. Ultramafic volcanism of the Pacific complex and issues of the systematics of meymechites and comatiites // Vulkanologiya i seysmologiya. 1983. № 2. P. 3–16 (in Russian).

УДК 504.54

ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВ ПРИДОРОЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ВСЛЕДСТВИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОТИВОГОЛОЛЕДНЫХ РЕАГЕНТОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ФИТОЦЕНОЗЫ

Романова И.В.

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», Москва, e-mail: romirv@mail.ru

Ежегодно для обеспечения безопасности дорожного движения и пешеходов на улицах Москвы используются тысячи тонн противогололедных реагентов (ПГР). Внесение такого количества инородного вещества влечет изменения в составе и свойствах почв обочин дорог, вызывая, в частности, их засоление. Проведена оценка солевой нагрузки на эколого-геологические системы городских территорий от зимнего содержания территорий по результатам многолетнего опробования снегового покрова. Также изучена динамика сезонных изменений степени засоленности почв путём многолетнего опробования в периоды, предшествующие сезону применения ПГР и последующие за ним. Влияние на фитоценозы оценивается по результатам оценки влияния растворов противогололедных реагентов, используемых на объектах дорожного хозяйства и при содержании дворовых территорий, на всхожесть семян овсяницы тростниковой Галатея (*Festuca arundinacea subsp. Galatea*). Результаты исследований позволяют заключить, что автодороги являются источниками стабильного интенсивного воздействия на окружающую среду в зимний период. При этом изменения степени засоленности почв напрямую зависят от объемов применения реагентов за сезон, которые определяются погодными условиями и параметрами самой автодороги, включая ширину полотна и интенсивность движения. Применение ПГР зачастую приводит к переходу почв в категории более засоленных в весенний период. Инфильтрация растворов применяемых солей в почвы приводит к формированию неблагоприятной для прорастания газонных насаждений среды: установлено, что значительное угнетение растительности происходит уже при концентрации 2 г/л, а при 8 г/л наблюдается полная гибель.

Ключевые слова: зимнее содержание дорог, противогололедные реагенты, эколого-геологические условия городов, засоление почв, угнетение растительности

ASSESSMENT OF THE DYNAMICS OF SOIL SALINIZATION IN ROADSIDE DUE TO ANTI-ICING REAGENTS APPLICATION AND THEIR EFFECT ON PHYTOCENOSES

Romanova I.V.

M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow, e-mail: romirv@mail.ru

Thousands of tons of deicing reagents are used annually to ensure the safety of road traffic and pedestrians on the streets of Moscow. The introduction of such a quantity of foreign matter entails changes in the composition and properties of the roadside soils, in particular, causing their salinization. The article evaluates the salt load on the ecological and geological systems of urban areas from the winter road maintenance, based on the results of long-term testing of the snow cover. The dynamics of seasonal changes in the degree of soil salinization was also studied by means of long-term sampling in the periods preceding the season of application of the anti-icing reagents and subsequent to it. The effect on phytocenoses was studied based on the results of assessing the effect of solutions of anti-icing reagents used on roads and in courtyards on the germination of seeds of Festuca arundinacea subsp. Galatea. According to the results of the conducted studies urban highways can be attributed to the sources of stable intensive impact on the environment in winter, causing long-term changes in it. Changes in the degree of soil salinity directly depend on the volume of applied reagents for the season, which are determined by weather conditions and the parameters of the road itself, including the width of the road and the intensity of traffic. The use of deicing reagents often leads to the transition of soils to the more saline category in the spring. The infiltration of solutions of the applied salts into roadside soils leads to the formation of an environment unfavorable for the germination of lawn plantations: a significant suppression of vegetation occurs at a concentration of 2 g/l, and the complete death is observed at the concentration of 8 g/l.

Keywords: winter road maintenance, anti-icing reagents, ecological and geological conditions of urban areas, soil salinization, suppression of vegetation

В зимний период все города, где фиксируется переход температур через 0 °С в сторону отрицательных значений, сталкиваются с феноменом зимней скользкости, приводящей к увеличению количества дорожно-транспортных происшествий на дорогах и случаев травматизма среди населения. Существует множество способов борьбы с погодными условиями, и самым очевидным и наиболее экологичным является механизированная уборка территорий. Однако такая борьба осуществляется только постфактум, то есть уже после наступления холодов или выпадения осадков, что образует временной интервал, в который на асфальтовом полотне может образоваться наледь. Во-вторых, на территориях крупных мегаполисов такие мероприятия

требуют колоссальных, а иногда невозможных трудозатрат. Наиболее распространенным в мире на сегодняшний день методом является использование противогололедных материалов, представляющих собой различные по соотношению смеси химических реагентов, понижающих температуру замерзания атмосферных осадков, и фрикционных материалов, предназначенных для механического разрушения наледей и увеличения сцепления колес автотранспорта с дорожным покрытием. К преимуществам такого вида зимнего содержания территорий можно также отнести возможность проведения превентивных обработок полотна, что позволяет избежать небезопасного временного интервала, как в случае исключительно механизированной уборки. Минус у применения противогололедных реагентов тоже есть – объемы их применения. К примеру, Москва ежегодно закупает до 345 тыс. т твердых ПГМ, что означает образование солевой нагрузки в среднем 2 кг/м^2 за сезон. Согласно технологии зимней уборки [1] дорожные остатки реагентов (смесь продуктов их гидролиза с атмосферными осадками) должны собираться с дорожного полотна снегоуборочной техникой, однако значительная их часть оказывается отброшенной на придорожные территории, и по данным различных исследователей солевое загрязнение может распространяться на расстояния до 40 м от дорог в зависимости от объемов использования ПГР и интенсивности дорожного движения [2]. При снеготаянии продукты гидролиза реагентов попадают в почвы прилегающих к дорогам территорий, неизбежно вызывая определенные изменения их состава и свойств.

Целью проводимых исследований стала оценка во времени динамики изменения степени засоленности почв на прилегающих к автодорогам территориях вследствие применения ПГР в рамках мероприятий по зимнему содержанию автодорог, и оценка их воздействия на фитоценозы почв как объекта декоративного озеленения г. Москвы.

В методическом отношении работа делится на несколько блоков. В первом проводился анализ нормативной документации, регламентирующей состав и нормы использования ПГР, и регулярное опробование снега с дорожными остатками реагентов в зимний период для установления средних величин солесодержания и оценки изменчивости показателя в зависимости от погодных условий. Вторая часть работ – оценка изменения засоленности почв в осенний и весенний периоды для установления вклада противогололедных реагентов в засоление урбанизированных почв. Исследования проводились путем анализа водных вытяжек почв на предмет содержания сухого остатка. В качестве пробных площадок были выбраны обочины нескольких автодорог в Юго-Западном административном округе г. Москвы с различной интенсивностью движения: ул. Академика Бакулева (внутриквартальная однополосная автодорога), Ленинский проспект (крупная транспортная артерия города, трехполосная) и МКАД (наиболее «нагруженная» автодорога города с высокими скоростями движения и пятью полосами в точке опробования). Третья часть работ – проведение фитотестирования с применением культуры овсяницы тростниковой Галатея (*Festuca arundinacea* subsp. *Galatea*) на растворах дорожных солей в двух сериях: первая – ПГР, использующихся на дорогах, и вторая – применяемых на пешеходных зонах.

Результаты исследования и их обсуждение

Противогололедные реагенты для зимнего содержания территорий поставляются г. Москве на основании контрактов на государственные закупки. При этом каждый из поставляемых материалов проходит проверку соответствия нормативным документам, определяющим их состав и свойства [1, 3]. Для обслуживания объектов дорожного хозяйства используются жидкие и твёрдые ПГР марок ХКН, МР и МРК; при этом жидкая разновидность применяется для превентивных обработок дорожного полотна или в диапазоне слабоотрицательных температур. В химическом отношении для твердых ПГР определено процентное содержание состава, устанавливающее долю NaCl, не превышающую 75–80 % (в зависимости от марки), и долю $CaCl_2$ не менее 15–20 %. В состав реагентов маркировок МР и МРК также входят хлорид (не более 10 и 20 % соответственно) и формиат натрия – не менее 5 %. Плотность распределения реагентов по дорожному полотну избирается в зависимости от погодных условий и изменяется в широком диапазоне: от 20 г/м^2 для превентивных обработок полотна до 80 г/м^2 при температурах ниже -16 °С. При экстремальных погодных условиях норма расхода ПГР может быть увеличена по распоряжению оперативного штаба.

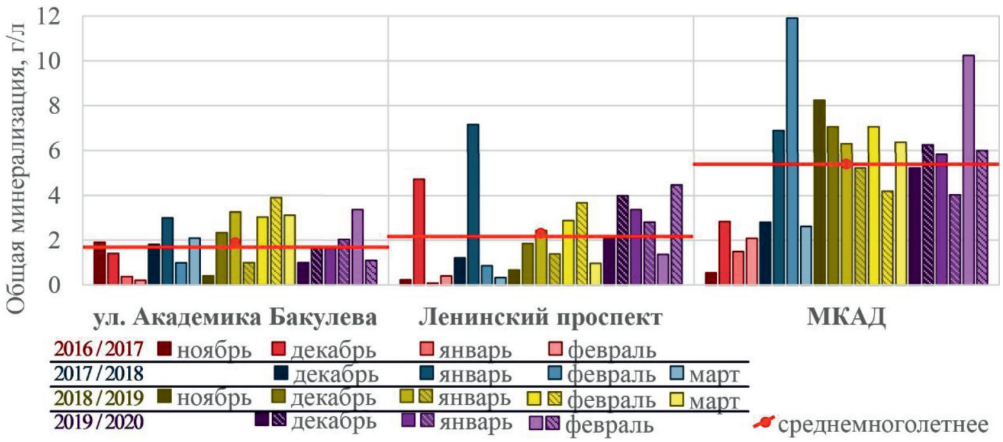


Рис. 1. Общая минерализация проб снега на расстоянии 0,5 м от дорожного полотна

Решение по отбору проб дорожных остатков ПГР принималось оперативно, исходя из мониторинга погодных условий, на следующий день после гарантированного применения на автодорогах реагентов. Выявлены общие закономерности изменения величин измеряемых параметров: применение ПГР увеличивает показатель pH среды, уменьшает окислительно-восстановительный потенциал, увеличивает электропроводность среды и минерализацию раствора, которая изменяется в течение последнего сезона от концентрации 1,4 г/л, характерной для периодов превентивных обработок полотна, до 4,5 г/л в течение сезонных режимных обработок на обочине Ленинского проспекта, занимающего среднее положение по абсолютным величинам исследуемых параметров (рис. 1).

Относительно стабильно высокое значение величин минерализации дорожных остатков ПГР на протяжении всего сезона позволяет определить автодороги как источник стабильного техногенного воздействия на эколого-геологические системы придорожных территорий.

В феврале 2019 г. опробование на обочине Ленинского проспекта проводилось с минимальными временными интервалами для проверки истинности получаемых средних значений параметров среды и оценки их зависимости от погодных условий (рис. 2). Значения минерализации снега лежат в диапазоне от 0,98 до 6,31 г/л, с наибольшей частотой в интервале значений от 2,76 до 4,54 г/л. Максимумы значений солесодержания наблюдались в дни, или следующие за длительным периодом положительных дневных температур, что обусловлено слеживаемостью снега, или следующие за днями непосредственных обработок дорожного полотна реагентами (например, при резком понижении температур). Результаты регулярного опробования снега по вышеописанной методике также лежат в интервале значений с наибольшей частотой, что свидетельствует о правильности разработанного методического подхода.

В весенний период накопленные за зимний сезон в снежных валах объемы дорожных солей вместе с талыми водами инфильтруются в почвы обочин дорог. Как правило, почвы наследуют химический состав залегавших на них атмосферных осадков: например, катион натрия, высвобождающийся в процессе гидролиза, заменяет собой катионы кальция и магния в почвенном поглощающем комплексе, усиливая подвижность органического вещества [4]. Доминирование в составе ПГР хлоридов приводит к развитию соответствующего вида засоления в почвах придорожных территорий, который, в свою очередь, способствует образованию вторичных аккумуляций в городской среде ряда тяжелых металлов [4].

Для оценки вклада применения противогололедных реагентов в развитие процессов засоления, пробы почв отбирались в осенний период, до наступления периода применения дорожных солей, и в весенний. При содержании солей в водной вытяжке (1:5) более 0,1% наблюдается токсический эффект в отношении высших растений; это же значение является границей между незасоленными и слабозасоленными почвами [5]. Полученные результаты свидетельствуют о том, что интенсивность проявления негативных последствий применения ПГР находится в такой же прямой зависимости от изначальной антропоген-

ной нагрузки на территорию. Так почвы на обочине внутриквартальных дорог (ул. Академика Бакулева) в осенний период относятся к категории незасоленных почв, а на обочине МКАД даже самые минимальные значения лежат в области среднезасоленных почв (рис. 3).

В весенний период содержание солей в почвах, естественно, увеличивается, но амплитуда этих изменений зависит как от погодных условий в зимний период, определяющих частоту и объемы применений реагентов, так и от параметров самой автодороги. Так наименьший прогресс засоления фиксируется на обочине внутриквартальной дороги – узость дорожного полотна определяет относительно небольшие объемы использования солей, а низкие скорости движения транспорта снижают интенсивность пульверизационного переноса дорожных остатков ПГР непосредственно на обочину. Наибольшие амплитуды сезонных колебаний солесодержания фиксируются на обочине многополосной и высокоскоростной автодороги. На этой площадке пробоотбора почвы в весенний период относятся уже к категориям сильнозасоленных почв, за исключением весны 2020 г.: предшествующий зимний период был аномально бесснежным и теплым. Ленинский проспект, занимающий среднее положение среди рассматриваемых участков по параметрам автодороги и уровню засоления почв в осенний период, занимает соответствующее место и в ряду по увеличению амплитуды сезонных колебаний солесодержания. В весенний период, как и в осенний, почвы обочины Ленинского проспекта относятся в основном к категории слабозасоленных.

Обратный процесс уменьшения солесодержания в почвах от весеннего периода к осеннему реализуется за счет летнего рассоления почв с дождевыми осадками. Однако стоит учитывать, что избыток солей не просто пропадает из почв, а инфильтруется в подпочвенные грунты, что в ряде случаев – например, при залегании ниже проницаемых почв с высокими коэффициентами фильтрации – может приводить к изменению состава грунтовых вод [6].

Рис. 2. Общая минерализация проб снега с дорожными остатками ПГР на расстоянии 0,5 м от дорожного полотна Ленинского проспекта в феврале 2019 г.

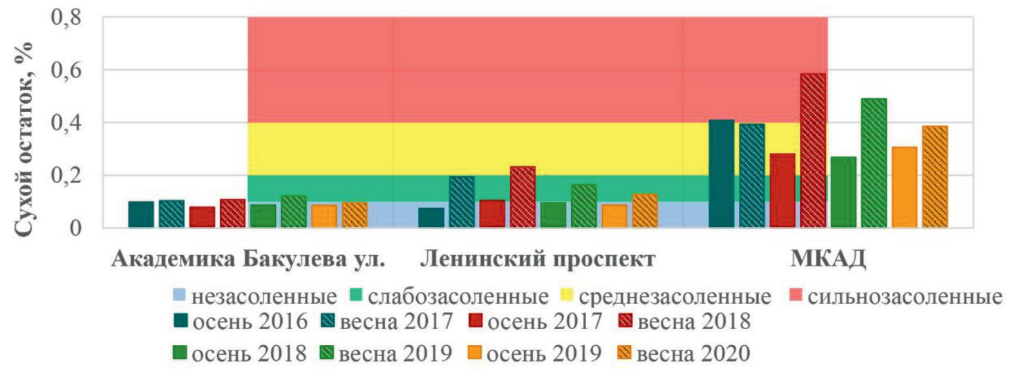


Рис. 3. Содержание сухого остатка в водных вытяжках почв, отобранных на расстоянии 0,5 м от дорожного полотна в точках опробования

В весенний период почвы обочин дорог увлажнены талым снегом, являющимся, в сущности, раствором противогололедных реагентов. Они формируют или, по крайней мере, значительно трансформируют среду, в которой происходит прорастание газонных трав на обочинах дорог. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что даже при небольших значениях минерализации (1 г/л) наблюдается угнетение растительности. Помимо уменьшения доли проросших семян, наблюдается также усыхание и полегание некоторых стеблей, уменьшается длина ростков, и по мере увеличения концентрации раствора усиливался и наблюдаемый токсический эффект (таблица), а при концентрации 8 г/л наблюдается полная гибель всех растений. Показатель биомассы растений является в этой ситуации наиболее информативным и ярко отражающим условия вегетации растений в угнетенном состоянии. При этом сделать однозначный вывод о большей опасности той или иной разновидности изучаемых ПГР по результатам фитотестирования не представляется возможным из-за близости оцениваемых тест-параметров.

Результаты фитотестирования растворов ПГР с разной концентрацией

Солесодержание, г/л	Количество проросших семян, % от контрольного образца		Биомасса, % от контрольного образца	
	1	2	1	2
1	80	83	78	71
2	65	60	60	58
4	46	52	32	35
8	0	0	0	0
Прим.: 1 – ПГР, используемые в обслуживании дорожного полотна; 2 – для дворовых территорий.				

При аналогичных условиях оценивалось влияние на всхожесть семян модельных растворов, имитирующих применяемые в городе ПГР – раствора $NaCl:CaCl_2$=7:3 и приближенных к нему по составу – ПГС «Уокса» на основе хлоридов натрия, кальция и магния [7]. Авторы отмечают меньшую токсичность последнего состава в отношении тест-культуры при концентрации 4 г/л. В целом же культуры, используемые для создания газонов в городах, отличаются высокой чувствительностью ко всем видам применяемых ПГР [8], что приводит к потере плотности проективного покрытия и рекреационных свойств городской среды.

Весеннее натурное обследование пробных площадок показало, что в большинстве случаев на непосредственно прилегающих к дорожному полотну обочинах наблюдается угнетение травянистой растительности по сравнению с более отдаленными участками. В проективном покрытии трав образуются проплешины от 10–15 % до образования полностью безжизненной полосы вдоль дороги шириной до одного метра у наиболее оживленных трасс. На обочине Ленинского проспекта ширина такой полосы в точке опробования составляет в среднем за все периоды наблюдений 0,5 м. Обочины дорог являются объектом ландшафтного планирования территорий г. Москвы и для сохранения ее облика зачастую просто проводится замена верхнего слоя почв с последующим настиланием рулонного газона. Так, учитывая протяженность Ленинского проспекта, замене подвергается 16 тыс. $м^2$ при допущении, что обновляется только поврежденная часть газона. Стоит обратить внимание, что при расчетах не были учтены площади перекрестков и озелененных разделительных полос, что делает оценку лишь приблизительной. Тем не менее это только одна автодорога в мегаполисе с густой транспортной сетью, и итоговые значения площадей, подвергающихся замене верхнего слоя почв, будут колоссальными, как и экономические затраты.

Заключение

Применение противогололедных реагентов является неотъемлемой частью мероприятий по зимнему содержанию дорог на урбанизированных территориях. Несмотря на достаточно жесткий регламент их использования и обязательное прохождение процедуры Государственной экологической экспертизы, в результате применения ПГР происходит ухудшение эколого-геологических условий придорожных территорий. Продукты гидролиза дорожных солей в атмосферных осадках отбрасываются на обочины дорог, а в весенний период, при снеготаянии, инфильтруются в почвы, вызывая их засоление. Кроме того, растворы ПГР обладают высокой фитотоксичностью в отношении газонных трав, что наряду с обеднением почв приводит к деградации травянистых сообществ на обочинах дорог. Таким образом, применение противогололедных реагентов является необходимой мерой для обеспечения безопасности дорожного движения и пешеходов, но несет в себе как экологические, связанные с ухуд-

шением эколого-геологических условий, так и экономические, связанные с затратами на замену верхнего слоя почв, риски.

Список литературы / References

1. Распоряжение Правительства Москвы от 28 сентября 2011 г. № 05-14-650/1 «Об утверждении технологии зимней уборки проезжей части магистралей, улиц, проездов и площадей (объектов дорожного хозяйства г. Москвы) с применением противогололедных реагентов и гранитного щебня фракции 2–5 мм (на зимние периоды с 2010–2011 гг. и далее)». [Электронный ресурс]. URL: https://docs.cntd.ru/document/537913792 (дата обращения: 19.04.2021).

Moscow Government Decree from 09/28/2011 of No. 05-14-650/1 «On approval of the winter harvest technology carriageway highways, streets, roads and squares (road facilities of Moscow) with the use of antireagents and 2–5 mm fraction of crushed granite (for the winter periods of 2010–2011 and beyond)». [Electronic resource]. URL: https://docs.cntd.ru/document/537913792 (date of the application: 19.04.2021) (in Russian).

2. Blomqvist G., Johansson E.-L. Airborne spreading and deposition of de-icing salt a case study. Science of The Total Environment. 1999. Vol. 235. Is. 1-3. P. 161–168.

3. ГОСТ Р 58427-2020 Материалы противогололедные для применения на территории населенных пунктов. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 2020. 24 с.

4. Никифорова Е.М., Кошелева Н.Е., Власов Д.В. Мониторинг засоления снега и почв Восточного округа Москвы противогололедными смесями // Фундаментальные исследования. 2014. № 11–2. С. 340–347.

Nikiforova E.M., Kosheleva N.E., Vlasov D.V. Monitoring of snow and soil salinization by de-icing compounds in Eastern Administrative Okrug of Moscow // Fundamental'nyye issledovaniya. 2014. № 11–2. P. 340–347 (in Russian).

5. Варгас Р., Панкова Е.И., Балюк С.А., Красильников П.В., Хасанханова Г.М. Руководство по управлению засоленными почвами. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций, 2017. [Электронный ресурс]. URL: http://www.fao.org/3/i7318r/i7318r.pdf (дата обращения: 19.04.2021).

Vargas R., Pankova E.I., Balyuk S.A., Krasilnikov P.V., Hasanhanova G.M. (ed.). Handbook for saline soil management. Prodovol'stvennaya i sel'skokhozyaystvennaya organizatsiya Ob»yedinennykh Natsiy, 2017. [Electronic resource]. URL: http://www.fao.org/3/i7318r/i7318r.pdf (date of the application: 19.04.2021) (in Russian).

6. Robinson H.K., Hasenmueller E.A., Chambers L.G. Soil as a reservoir for road salt retention leading to its gradual release to groundwater. Applied Geochemistry. 2017. Vol. 83. P. 72–91. DOI: 10.1016/j.apgeochem.2017.01.018.

7. Королев В.А., Горняков А.К. Оценка влияния противогололедных реагентов на городские территории при инженерно-экологических изысканиях // Инженерные изыскания. 2018. Т. XII. № 1–2. С. 66–78.

Korolev V.A., Gornyakov A.K. Impact assessment of the anti-icing reagents application when conducting engineering-ecological surveys // Inzhenernyye izyskaniya. 2018. Vol. XII. № 1–2. P. 66–78 (in Russian).

8. Гладков Е.А., Евсюков С.В., Шевякова Н.И., Долгих Ю.И., Гладкова О.Н., Глушецкая Л.С. Влияние противогололедных реагентов на газонные травы // Известия Самарского научного центра РАН. 2016. № 5–1. С. 157–159.

Gladkov E.A., Evsyukov S.V., Shevyakova N.I., Dolgih Yu.I., Gladkova O.N., Glushetskaya L.S. Effect of anti-icing reagents on lawn grasses // Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN, 2016. № 5–1. P. 157–159 (in Russian).

УДК 631.436:630:582.866

ВОДНЫЙ РЕЖИМ ЗАРОСЛЕЙ ОБЛЕПИХИ КРУШИНОВИДНОЙ (*HIPPOPHAE RHAMNOIDES*) ПОБЕРЕЖЬЯ ОЗЕРА ИССЫК-КУЛЬ

Тотубаева Н.Э., Дуйшебекова С.Б., Кожобаев К.А.

Кыргызско-Турецкий университет «Манас», Бишкек, e-mail: nurzat.totubaeva@manas.edu.kg

Интенсивные изменения состояния окружающей среды требуют разработки достоверных методов оценки его состояния. Наиболее информативным параметром могут служить растения, непосредственно произрастающие в урбосистемах. Произрастая и адаптируясь к различным неблагоприятнымм факторам окружающей среды, они успешно могут быть использованы для оценки качества окружающей среды. Изменение водного режима и ассимиляционной активности растений могут быть использованы для оценки их состояния, а также оценки качества окружающей среды. Как известно, водный режим древесно-кустарниковой растительности зависит от внутренних параметров растений и от факторов окружающей среды. Целью наших исследований было изучение информативности оценки влияния антропогенного фактора на экосистему озера по состоянию водного режима кустарниковых зарослей облепихи крушиновидной, которая произрастает вокруг всей акватории озера, образуя местами непроходимые заросли. Наши исследования показали, что дикорастущие заросли облепихи крушиновидной выработали существенный адаптационный механизм к неблагоприятным факторам среды, что позволяет им расти и плодоносить в условиях повышенного антропогенного воздействия. Но все же прослеживается негативное влияние чрезмерной рекреационной нагрузки на экосистему озера, выражаемое в увеличении интенсивности транспирации, приводящем к увеличению водного дефицита и загниванию плодов облепихи непосредственно на ветках. Все эти факторы могут привести к постепенному их изреживанию и вытеснению из ареала обитания. Для сохранения экосистемы уникального озера Иссык-Куль, при сохранении нынешних объемов рекреационного использования озера и его побережья, необходимо предпринять защитные мероприятия и разработать инженерные меры по его сохранению.

Ключевые слова: урбосистема, озеро Иссык-Куль, листья облепихи, интенсивность транспирации, устойчивость растений

WATER REGIME OF SEA BUCKTHORN (*HIPPOPHAE RHAMNOIDES*) OF THE ISSYK-KUL LAKE COAST

Totubaeva N.E., Duyshebekova S.B., Kozhobaev K.A.

Kyrgyz-Turkish Manas University, Bishkek, e-mail: nurzat.totubaeva@manas.edu.kg

Intense changes in the state of the environment require the development of reliable methods for assessing its condition. The most informative parameter can serve plants directly growing in urban ecosystems. Growing and adapting to various adverse environmental factors, they can be successfully used to assess the quality of the environment. Changes in water regime and assimilative activity of plants can be used to assess their condition, as well as to evaluate the quality of the environment. As is known, the water regime of shrub vegetation depends on internal plant parameters and on environmental factors. The purpose of our researches was to study informative character of anthropogenic factor influence on lake ecosystem by the state of water regime of sea buckthorn bushes. Our researches have shown, that wild-growing bushes of sea buckthorn had developed the essential adaptive mechanism to unfavorable factors of environment that allows them to grow and fructify in the conditions of the raised anthropogenic influence. But still there is a negative impact of excessive recreational load on the ecosystem of the lake, expressed in an increase in the intensity of transpiration, leading to an increase in water deficit and rotting of sea buckthorn fruits directly on the branches. In order to preserve the ecosystem of the unique Lake Issyk-Kul, it is necessary to take protective measures and develop engineering measures for its preservation.

Keywords: urban system, Issyk-Kul lake, sea buckthorn leaves, transpiration intensity, plant resistance

Древесно-кустарниковые растения, растущие в естественных условиях, выполняют огромную средообразующую, водоохранную и множество других функций. Произрастая в различных условиях, они адаптируются к условиям окружающей среды, вырабатывая своеобразные адаптивные механизмы, позволяющие им благополучно существовать. Но изменения, происходящие в природе, зачастую не носят скоростного характера, и поэтому растения успевают выработать адаптивные механизмы [1]. Изменения же, провоцируемые человеком, часто имеют динамичный характер, тем самым интенсивно воздействуя на экосистемы прямым и косвенным путем. Влиянию техногенных факторов на рост и развитие древесно-кустарниковой растительности, произрастающих в урбосистемах, природных парках, лесах, посвящено довольно много исследований [2]. В том числе много работ посвящено изучению морфологического, биохимического, генетического видоизменения различных частей растений при разных типах антропогенного воздействия [3, 4]. Произрастая и адаптируясь к различным неблагоприятным факторам окружающей

среды, они успешно могут быть использованы для оценки качества окружающей среды. Одним из информативных параметров условий техногенного загрязнения окружающей среды является изменение водного режима и ассимиляционной активности растений [5, 6]. Как известно, водный режим древесно-кустарниковой растительности зависит от внутренних параметров растений и от факторов окружающей среды [7]. Исследователями установлено, что устойчивость растений к неблагоприятным факторам окружающей среды зависит от содержания и состояния воды в клетках и тканях растений [8, 9]. Это позволяет дифференцировать их как устойчивые и неустойчивые виды к техногенным изменениям окружающей среды. У устойчивых видов растений различные загрязнения природной среды приводят к увеличению количества связанной и свободной воды и к повышению их водоудерживающей способности. Для оценки степени антропогенного воздействия на прибрежные экосистемы большой интерес вызывают кустарниковые заросли, растущие на побережьях рек, озер и различных водоемов. Они выполняют огромную природоохранную роль, в том числе выполняя роль механического фильтра воды, укрепляя берега и почвы. Зачастую они подвергаются большому антропогенному прессингу: вырубке, перевыпасу скота, ареалы их распространения вычищаются для хозяйственно-бытового использования. С каждым годом растет антропогенное воздействие на уникальную экосистему озера. Растет количество рекреационных учреждений как отвечающих требованиям санитарно-эпидемиологического надзора, так и не соответствующих им. В настоящее время экологическое состояние облепиховых зарослей на побережье озера Иссык-Куля неудовлетворительное. Как известно, самоочищающаяся функция любого природного объекта имеет свой предел, и не всегда известно, когда этот предел будет перейден. С связи в этим экологическое состояние воды и экосистем, обрамляющих озеро Иссык-Куль, является одним из вопросов, вызывающих научный интерес ученых разных специальностей. Нами исследовались возможности оценки влияния антропогенного фактора на экосистему озера по состоянию водного режима кустарниковых зарослей облепихи крушиновидной, которая произрастает вокруг всей акватории озера, образуя местами непроходимые заросли. В связи с этим целью наших исследований являлось изучение водного режима облепиховых зарослей побережья озера Иссык-Куль при различном уровне антропогенного воздействия на экосистему озера – от повышенной до умеренной.

Материалы и методы исследования

Объектом наших исследований были дикорастущие заросли облепихи крушиновидной побережья озера Иссык-Куль. Отбор проб был произведен в пяти точках (1 – Оттук, 2 –Тамчы, 3 – Чон-Сары-Ой, 4 – Чолпон-Ата, 5 – Бостери) (рис. 1). Пункт сравнительно неосвоенного в рекреационном плане участка озера Оттук был взят в качестве контроля.

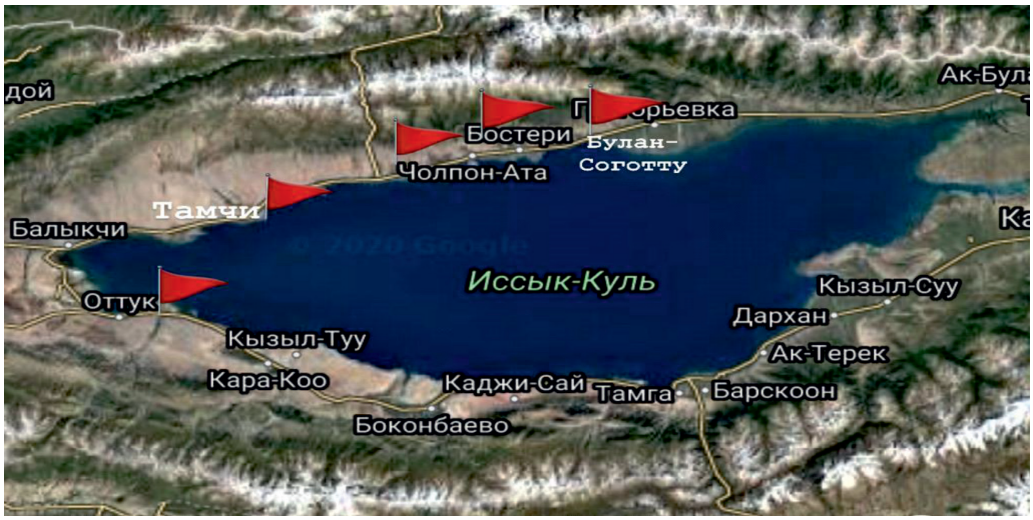


Рис. 1. Пункты отбора образцов

Таблица 1

Показатели водного режима растений

Определяемый параметр	Характеристика	Формула
Интенсивность транспирации	Определена методом быстрых взвешиваний листьев, пересчетом на 1 г сырого веса за 1 час. Листья взвешивались дважды: 1 – вес до опыта, 2 – вес через 3 мин обезвоживания в комнатных условиях при температуре 27 °С. По результатам взвешивания рассчитывалась потеря воды в мг за 1 час на 1 г сырой массы и на единицу площади (100 $см^2$) листа. Пробы были отобраны в обеденное время, в августе 2020 г. Повторность опыта 6–8-кратная	*ИТ* – интенсивность транспирации, мг/г/час; P_1 – начальный вес листа, мг; P_2 – вес листа через 3 мин, мг
Содержание воды в листьях	Листья высушивали в термостате до постоянного веса при 105 °С	*СВ* – содержание воды, %; P_0 – начальный вес листа, мг; P_2 – абсолютно сухой вес, мг
Водопотеря	Расчет водопотери проводили в зависимости от первоначальной сырой массы листа	*ВП* – водопотеря, %; P_0 – начальный вес листа, мг; P_1 – вес через 1 ч высушивания, мг
Водный дефицит	Срезанные листья взвешивали на торсионных весах и затем погружали их в воду комнатной температуры, на 2 ч. После того, как листья насыщались водой, их слегка просушивали фильтровальной бумагой и повторно взвешивали	*ВД* – водный дефицит, %; P_0 – первоначальный вес листа, мг; P_1 – вес листа через 2 ч, мг
Засухоустойчивость	Свежесрезанные листья взвешивали на торсионных весах и обезвоживали в течение 1 ч в комнатных условиях при температуре 27 °С	*КЗУ* – коэффициент засухоустойчивости; P_1 – масса листа до высушивания, мг; P_2 – масса листа после высушивания, мг
Жароустойчивость	Определяли высушиванием листьев при температуре 40 °С в термостате в течение 1 ч, которые были предварительно взвешены на торсионных весах. После 1 ч экспозиции листья повторно взвешивались	*КЖУ* – коэффициент жаростойкости; P_1 – масса листа до опыта, мг; P_2 – масса листа после опыта, мг
Солеустойчивость	Листья предварительно взвешивались на торсионных весах, далее помещались в чашки Петри с 10% раствором хлористого натрия на 24 ч. После чего листья вновь взвешивались	*КСУ* – коэффициент солеустойчивости; P_1 – масса листа до погружения в раствор, мг; P_2 – масса листа после погружения в раствор, мг

Пробные площади закладывались в местах ближайшего расположения естественных зарослей облепихи крушиновидной к побережью воды озера Иссык-Куль. Листья были отобраны из средней части хорошо освещенных побегов и побегов, которые расположены на периферии средней части кроны. Свежесобранные листья заворачивали во влажную фланелевую ткань и затем помещали в полиэтиленовый пакет для выравнивания во времени эксперимента [10].

Для изучения водного режима растений определялись следующие показатели, представленные в табл. 1.

Результаты исследования и их обсуждение

Интенсивность транспирации. Максимальная интенсивность транспирации отмечена в пункте Чолпон-Ата, составив 10 600 мг/г/час, а минимальный показатель был в пункте Оттук (табл. 2). Схожие показатели, равные 6850 ± , были в пунктах Булан-Соготту и Бостери. Интенсивность транспирации в наиболее часто посещаемом туристами пункте была наиболее высокой, а контрольный вариант Оттук имел наименьший показатель 6000 мг/г/час. Учитывая, что на побережье озера в лет-

нее время стихийно располагаются летние кафе, вследствие чего вечерний пляж наполняется дымом и гарью, а также кустарники облепихи зачастую используются в качестве урны, возможно, заросли облепихи крушиновидной увеличивают интенсивность транспирации – как защитный механизм к негативным факторам окружающей антропосферы.

Содержание воды в листьях облепихи. Оводненность изучаемых листьев облепихи – один из важных признаков водного режима древостоев [11]. Как показано в табл. 3, содержание воды в пунктах Чолпон-Ата и Тамчы были высокими. Общая средняя величина содержания воды в листьях составила 45,31%. Наименьший показатель среди исследуемых объектов показали образцы пункта Оттук, содержание воды в котором составило 32,15%. В пунктах, где уровень антропогенного прессинга повышен, оводненность листьев была высокой (63,21%), что, возможно, является адаптационным признаком к повышенной антропогенной нагрузке, но это требует дополнительных исследований и наблюдений.

Водопотеря. Показатели водопотери показали, что пункты, где повышенный уровень транспирации, понижена водоудерживающая способность листьев (табл. 4). Так, в пункте Чолпон-Ата среднее значение водопотери составило 33,53 мг/г/ч, близки к этому показателю данные по пункту Тамчы (29,14 мг/г/час), а наименьший показатель у пункта Оттук, где водопотеря составила 16,45мг/г/час. Таким образом, в наших исследованиях выявлена зависимость интенсивности транспирации с водоудерживающей способностью листьев, что было также отмечено и другими исследователями [12]. Возможно, повышенная нагрузка на экосистемы озера в пунктах Чолпон-Ата, Тамчы имеет негативное воздействие на дикорастущие заросли облепихи крушиновидной и требует разработки защитных мер по их сохранению.

Таблица 2

Интенсивность транспирации опытных образцов

№ п/п	Пункты отбора	Среднее значение, M ± m, мг/г/час	Коэффициент вариации, Cv %
1	Булан-Соготту	6800 ± 14,83	4,38
2	Бостери	6800 ± 14,83	4,38
3	Чолпон-Ата	10600 ± 18,96	6,22
4	Тамчы	6850 ± 12,52	4,11
5	Оттук	6000 ± 13,45	4,24

Таблица 3

Средние значения содержания воды в изучаемых образцах

№ п/п	Пункты отбора	Средние значения, M ± m, мг/г/час	Коэффициент вариации, Cv%
1	Булан-Соготту	34,00 ± 0,18	1,32
2	Бостери	34,00 ± 0,18	1,32
3	Чолпон-Ата	63,21 ± 0,32	1,59
4	Тамчы	63,21 ± 0,32	1,59
5	Оттук	32,15 ± 0,16	1,25

Таблица 4

Водоудерживающая способность исследованных образцов

№ п/п	Пункты отбора	Средние значения, M ± m, мг/г/час	Коэффициент вариации, Cv%
1	Булан-Соготту	18,23 ± 0,41	9,58
2	Бостери	19,16 ± 0,46	10,42
3	Чолпон-Ата	33,53 ± 0,63	12,16
4	Тамчы	29,14 ± 0,28	7,86
5	Оттук	16,45 ± 0,45	6,32

Водопоглощение, или степень водного дефицита, показывает, сколько необходимо воды для восстановления водного дефицита. Наибольший показатель по водному дефициту был в образцах Чолпон-Ата (табл. 5), почти одинаковые результаты были в образцах Тамчы (15,32), Бостери (15,18), Булан-Соготту (14,05), а наименьший показатель водопоглощения был у образца Оттук (6,68). Таким образом, можно считать, что интенсивность транспирации оказывает влияние на степень водного дефицита растения.

Далее, согласно протоколу наших исследований, с целью определения комплексного коэффициента устойчивости, нами были определены коэффициенты засухоустойчивости, жаростойкости и солеустойчивости.

Коэффициент засухоустойчивости показывает степень выносливости древесного растения к водному дефициту. По литературным данным [13], чем ближе коэффициент засухоустойчивости к 1,0, тем более устойчивым к засухе видом принято считать растение. Наши исследования показали (табл. 6), что все изучаемые образцы обладали повышенной степенью устойчивости к водному дефициту и обладали повышенной засухоустойчивостью. Возможно, находясь длительное время в условиях повышенного антропогенного воздействия, дикорастущие заросли облепихи крушиновидной выработали повышенную степень засухоустойчивости, что очень важно в аспекте потепления климата и разработки адаптационных механизмов к изменению климата.

Коэффициент жароустойчивости. Наиболее высокий показатель по жароустойчивости изучаемых образцов был у образцов пункта Булан-Соготту (0,91), а наиболее низким – в пункте Чолпон-Ата (0,74), у остальных вариантов он варьировал в пределах 0,81 (табл. 7). Таким образом, можно судить о незначительном влиянии водного дефицита на жаростойкость образцов. Так в пункте Оттук, где наблюдался наименьший водный дефицит, коэффициент жаростойкости в среднем на 12,3 % выше чем в пунктах Булан-Соготту, Бостери и Тамчы, и на 23,0 % выше, чем в пункте Чолпон-Ата.

Таблица 5

Средние показатели степени водного дефицита

№ п/п	Пункты отбора	Средние значения, M ± m, мг/г/час	Коэффициент вариации, Cv%
1	Булан-Соготту	16,05 ± 0,41	12,52
2	Бостери	15,18 ± 0,46	13,18
3	Чолпон-Ата	18,38 ± 0,63	7,26
4	Тамчы	15,32 ± 0,28	13,45
5	Оттук	6,68 ± 0,45	15,61

Таблица 6

Коэффициент засухоустойчивости

№ п/п	Пункты отбора	Средние значения	Коэффициент вариации, Cv%
1	Булан-Соготту	1,01	7,27
2	Бостери	1,04	8,14
3	Чолпон-Ата	1,12	7,86
4	Тамчы	1,09	8,51
5	Оттук	1,1	6,45

Таблица 7

Коэффициент жароустойчивости

№ п/п	Пункты отбора	Средние значения	Коэффициент вариации, Cv%
1	Булан-Соготту	0,91	5,78
2	Бостери	0,80	3,54
3	Чолпон-Ата	0,74	3,68
4	Тамчы	0,81	4,59
5	Оттук	0,82	4,21

Таблица 8

Коэффициент солеустойчивости

№ п/п	Пункты отбора	Средние значения	Коэффициент вариации, Cv%
1	Булан-Соготту	1,51	9,65
2	Бостери	1,47	8,52
3	Чолпон-Ата	1,52	10,87
4	Тамчы	1,40	8,14
5	Оттук	1,80	7,49

Таблица 9

Показатели комплексного коэффициента устойчивости

№	Пункты отбора	Коэффициенты			ККУ
		засухоустойчивости	солеустойчивости	жароустойчивости	
1	Булан-Соготту	1,01	1,51	0,82	1,11
2	Бостери	1,04	1,47	0,80	1,10
3	Чолпон-Ата	1,12	1,52	0,74	1,13
4	Тамчы	1,09	1,40	0,81	1,10
5	Оттук	1,1	1,80	0,91	1,27

Коэффициент солеустойчивости. Полученные данные о солеустойчивости изучаемых образцов (табл. 8) показали, что все образцы обладают повышенной солеустойчивостью, наибольшее значение коэффициента (1,80) было в пункте Оттук, наименьший – в пункте Тамчы (1,40), средний показатель был равен 1,54. Какой-либо зависимости между солеустойчивостью и ранее изученными показателями нами не было обнаружено.

По показателям трех вышеуказанных коэффициентов можно определить комплексный коэффициент устойчивости (ККУ) по отношению к таким экологическим факторам, как солеустойчивость, жаростойкость и засухоустойчивость. ККУ (табл. 9) был наиболее высоким в пункте Оттук (1,27), где сравнительно низкий рекреационный поток туристов, в остальных пунктах этот показатель менялся в сравнительно узких пределах (1,10–1,13 – в пункте Чолпон-Ата). Эти данные позволяют предполагать, что дикорастущие заросли облепихи крушиновидной выработали, хотя и незначительно, но адаптационный механизм к неблагоприятным факторам среды, что позволяет им расти и плодоносить в условиях повышенного антропогенного воздействия. Однако визуальные наблюдения за созревшими плодами показали, что большинство созревших плодов в пункте Чолпон-Ата (рис. 2) были загнившими.

Рис. 2. Созревшие плоды на побережье г. Чолпон-Ата (на фото Н. Тотубаевой отчетливо видно, что примерно половина плодов загнили уже на ветке)

Таким образом, можно предположить, что повышенное воздействие на экосистему озера Иссык-Куль может иметь негативное последствие, что было показано нами на примере дикорастущих зарослей облепихи крушиновидной, которое выражалось в увеличении интенсивности транспирации, приводящем к увеличению водного дефицита, что, к свою очередь, может привести к ослаблению растений и постепенному их изреживанию и вытеснению из ареала обитания. Как всем известно, в природе изменение и нарушение одной цепочки может привести к постепенным изменениям всей экосистемы, которое, в совокупности с всевозрастающим антропогенным воздействием на прибрежные экосистемы [14],

может повлечь плачевные последствия для всей экосистемы и качества воды озера Иссык-Куль.

Список литературы

1. Кулиев А.С. Выращивание дикорастущих форм облепихи крушиновидной (*Hippophae rhamnoides* L.) из различных регионов Кыргызстана // Universum: химия и биология. 2016. № 9 (27). С. 4–6.

Kuliev A.S. Cultivation of wild forms of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) From different regions of Kyrgyzstan // Universum: khimiya i biologiya. 2016. No. 9 (27). P. 4–6 (in Russian).

2. Гапонов Д.А. Выявление и оценка геофизическими методами локального техногенного загрязнения геологической среды в местах размещения отходов производства и потребления: автореф. дис. … канд. геол.-мин. наук. Ростов-на-Дону, 2011. 22 с.

Gaponov D.A. Identification and assessment by geophysical methods of local technogenic pollution of the geological environment in the places of disposal of industrial waste and consumption: avtoref. dis. … kand. geol.-min. nauk. Rostov-na-Donu, 2011. 22 p. (in Russian).

3. Гроховатский И.А., Отенов Т.О., Отенова Ф.Т. Облепиха крушиновидная (*Hippophoe rhamnoides* L.) алтайской вариации в условиях юга Приаралья // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: материалы XI Международной научно-практической конференции – Барнаул (Россия), 2012. 57 с.

Grokhovatskiy I.A., Otenov T.O., Otenova F.T. Sea buckthorn (*Hippophoe rhamnoides* L.) Altai variation in the south of the Aral Sea region // Problemy botaniki Yuzhnoy Sibiri i Mongolii: materialy XI Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii – Barnaul (Rossiya), 2012. 57 p. (in Russian).

4. Kalia R., Singh R., Rai M.K., Mishra G.P., Singh S., Dhawan A. Biotechnological interventions in sea buckthorn (*Hippophae* L.): current status and future prospects. 2011. Trees. 25. P. 559–575.

5. Вернигора Е.Г., Бурундукова О.Л. Мезоструктура фотосинтетического аппарата елей в стрессовых условиях роста // Тихоок. медиц. журн. 2015. № 2. С. 24–26.

Vernigora E.G., Burundukova O.L. Mesostructure of the photosynthetic apparatus of fir trees under stress growth conditions // Tikhook. medits. zhurn. 2015. No. 2. P. 24–26 (in Russian).

6. Гибадулина И.И. Оценка относительного жизненного состояния древесных насаждений г. Набережные Челны // Городская среда: экологические и социальные аспекты: сборник Всероссийской научно-практической конференции (Ижевск, 19 апреля 2017 г.). Ижевск, 2017. С. 103–108 (а).

Gibadulina I.I. Assessment of the relative vital state of tree plantations in Naberezhnye Chelny // Gorodskaya sreda: ekologicheskiye i sotsial'nyye aspekty: sbornik Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (Izhevsk, 19 aprelya 2017 g.). Izhevsk, 2017. P. 103–108 (a). (in Russian).

7. Петрова В.И. Трансформация водного режима территории в связи со строительством линейных объектов на примере Кондинского района Ханты-Мансийского автономного округа – Югры: Тюмень, 2017. С. 71–77.

Petrova V.I. Transformation of the water regime of the territory in connection with the construction of linear objects on the example of the Kondinsky district of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Ugra: Tyumen, 2017. P. 71–77 (in Russian).

8. Li X., Sun K., Li F.Y. Variation in leaf nitrogen and phosphorus stoichiometry in the nitrogen-fixing Chinese seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L. subsp. sinensis Rousi) across northern China.Ecological research. 2014. Vol. 29. № 4. P. 723–731.

9. Титов А.Ф., Таланова В.В., Казнина Н.М. Физиологические основы устойчивости растений к тяжелым металлам: учебное пособие. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2011. 77 с.

Titov A.F., Talanova V.V., Kaznina N.M. Physiological foundations of plant resistance to heavy metals: uchebnoye posobiye. Petrozavodsk: KarNTS RAN, 2011. 77 p. (in Russian).

10. Кулиев А.С. Значение листовых пластинок и таксационные показатели облепихи в естественных популяциях Кыргызстана // Universum: химия и биология. 2017. № 2 (32). С. 14–19.

Kuliev A.S. The value of leaf blades and taxation indicators of sea buckthorn in natural populations of Kyrgyzstan // Universum: khimiya i biologiya. 2017. No. 2 (32). P. 14–19 (in Russian).

11. Yang F.S., Cao M.M., Li H.E., Wang X.H., Bi C.F. Ecological restoration and soil improvement performance of the seabuckthorn flexible dam in the Pisha Sandstone area of Northwestern China, Solid Earth Discuss. 2014. Vol. 6 (2). P. 2803–2842.

12. Ахматов М.К. Дневной расход воды на транспирацию целым древесным растением // Universum: химия и биология. 2016. № 8. С. 26.

Akhmatov M.K. Daily water consumption for transpiration by a whole woody plant // Universum: khimiya i biologiya. 2016. No. 8. P. 26. (in Russian).

13. Алексеенко И.В. Оценка засухоустойчивости малины ремонтантной по некоторым показателям водного обмена в условиях Брянской области // Садоводство и виноградарство. 2019. № 5. С. 23–27.

Alekseenko I.V. Assessment of drought resistance of remontant raspberries by some indicators of water exchange in the conditions of the Bryansk region // Sadovodstvo i vinogradarstvo. 2019. No. 5. P. 23–27 (in Russian).

14. Gioria Margherita, Colette O'Flynn, Bruce A. Osborne. «A Review of the Impacts of Major Terrestrial Invasive Alien Plants in Ireland.» Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy 118B. 2018. No. 3. P. 157–79.

УДК 504.45

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ БАССЕЙНА РЕКИ ШЕШМА

Урбанова О.Н., Семанов Д.А., Горшкова А.Т., Мутыгуллина Ю.В., Бортникова Н.В., Рыков Р.А.

Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Казань, e-mail: urbanovoi@mail.ru

Повторяющееся закономерное изменение гидрологических характеристик водного объекта представляет собой его гидрологический режим, случайные изменения которого подчиняются вероятностным законам и поддаются статистическому анализу. Возможность изменения стока бассейна р. Шешма была выявлена методами математической статистики на основе сравнения модулей стока за разные временные периоды. Проанализированы причины изменений гидрологических характеристик. Длительные наблюдения за гидрологическим режимом водного объекта, проводящиеся на государственной гидрологической сети и при всех видах гидрометеорологических изысканий, являются наиболее точным способом определения основных гидрологических характеристик (уровней и расходов воды). Однако они дают результат «здесь и сейчас» – именно в створе, где проведены измерения, и именно в данный момент времени, оставляя в стороне причины их пространственного и временного изменения. Геологическое строение бассейна р. Шешма по праву является основным природным фактором, влияющим на формирование гидрологических характеристик. Измерение расходов воды на р. Шешма и ее притоках, проведенное летом 2019 г., и последующая обработка полученных данных позволили оценить современное гидрологическое состояние бассейна и сравнить полученные результаты с архивными данными лаборатории гидрологии Института проблем экологии и недропользования Академии наук РТ (на 1992 г.). Выявление различий гидрологических характеристик стока р. Шешма в этом временном разрезе стало целью настоящего исследования. Исчезновение и появление новых притоков р. Шешма вызвало перераспределение водосборных площадей частных бассейнов, что, в свою очередь, привело к увеличению модулей поверхностного и подземного стока.

Ключевые слова: морфометрия, гидрология, речной бассейн, модуль стока, расход воды

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF HYDROLOGICAL PARAMETERS OF THE SHESHMA RIVER BASIN

Urbanova O.N., Semanov D.A., Gorshkova A.T., Mutygullina Yu.V., Bortnikova N.V., Rykov R.A.

Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences, Kazan, e-mail: urbanovoi@mail.ru

The repeated change in the hydrological characteristics of a water body is its hydrological mode. Changes in characteristics are subject to probabilistic laws and are calculated by statistical analysis. Changes in the parameters of the river name Sheshma was identified by the methods of mathematical statistics based on the comparison of runoff modules for different time periods. The reasons for changes in hydrological characteristics are analyzed. Long-term observations of the hydrological regime of a water body, carried out on the state hydrological network and in all types of hydrometeorological surveys, are the most accurate way to determine the main hydrological characteristics (water levels and discharge). They give the result «here and now», exactly in the alignment where the measurements were made and exactly at a given moment in time without taking into account the reasons for their spatial and temporal change. Geological structure of the river name Sheshma is the main natural factor in the formation of hydrological characteristics. Measurement of water discharge of rivers in the basin river name Sheshma 2019, and statistical, analasis made it possible to assess the current and archival state of the river basin (1992 DB Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences). The purpose of our research was to identify the differences in the hydrological characteristics of the river name Sheshma. The disappearance and appearance of new tributaries of the river. Sheshma caused a redistribution of catchment areas, led to an increase in the modules of surface and underground runoff.

Keywords: morphometry, hydrology, river basin, flow modulus, water discharge

Гидрологическое состояние – это совокупность гидрологических характеристик, закономерные изменения которых во времени формируют режим водного объекта, который во многом обусловлен физико-географическим положением водного объекта и лишь внешне отражает сложные многофакторные процессы взаимодействия водных объектов, атмосферы и литосферы. Вследствие сложности этих процессов, недостаточного знания их природы, гидрологический режим часто рассматривается как явление, подверженное случайным изменениям, подчиняющимся вероятностным законам и поддающимся статистическому анализу.

Обработка материалов гидрометрических измерений, проведенных летом 2019 г. в бассейне р. Шешма, выявила увеличение меженных расходов воды по сравнению с данными измерений середины XX в. Анализ результатов показал, что средние многолетние расходы воды рек, будучи относительно стабильными в период 1960–1995 гг., в последующие годы практически повсеместно увеличились в среднем

на 40–60 %, что соотносимо с данными наблюдений стационарных постов гидрометеорологической службы за стоком малых рек Республики Татарстан [1]. В геологическом измерении подобный темп нарастания водности представляется нехарактерным для природы ускоренным изменением гидрологических характеристик.

Геологическую основу бассейна р. Шешма составляют две крупнейшие структуры II порядка (пологий западный склон Южно-Татарского свода и восточный борт Мелекесской впадины), подстилаемые обширной Волго-Уральской антеклизой. Местоположение бассейна на широкой полосе контакта этих геологических структур способствует глубокому эрозионному врезу долины и русла реки. События четвертичного геологического периода с характерной для него ритмичностью колебательных движений земной коры значительно преобразовали рельеф территории, создав здесь целый комплекс морфологически хорошо выраженных речных террас, особенно по левому склону долины [2].

Общее падение геологических структур направлено на запад и северо-запад под некоторым углом к основному направлению течения реки, что определяет наклон водоупоров и пьезометрический напор водоносных горизонтов, обуславливая периферийное и вертикальное перемещение подземных вод, поступающих в р. Шешма и ее притоки. Если водоносные горизонты лежат ниже русла реки, то прямой приток воды в русло, вероятнее всего, отсутствует и река в межень пересыхает. Если водоносные горизонты лежат на уровне речных долин, то приток подземных вод гарантированно поступает в реку, и она становится многоводной на всем протяжении. Ярким примером этого являются левобережные притоки р. Шешма, текущие к основной реке в направлении обратном падению геологических напластований. Так, прорезая одни и те же стратиграфические горизонты, р. Каменка имеет подземный приток в русло, во много раз превышающий поверхностный. При этом соседние реки остаются маловодными (р. Секинесь) либо занимают некоторое промежуточное положение (р. Челна, Толкишка) [3].

Наиболее информативным показателем, отражающим характер питания рек в меженный период, является модуль стока, величина которого не зависит от водности отдельных лет и характеризует сток реки в целом со всего водосбора. Анализ изменения модуля стока, а также других гидрологических параметров во временном периоде, выявление причин их изменения стало целью настоящего исследования.

Материалы и методы исследования

Материалами исследования послужили гидрологические характеристики р. Шешма в местах впадения всех притоков первого порядка. Для более детального анализа выбран модуль стока как самый информативный трехмерный (объем, площадь, время) показатель. Изменения модуля стока выявлялись методом сравнения двух групп данных (1992 и 2019 гг.), являющихся выборками одного и того же параметра, наблюдаемого в разное время на одном и том же водном объекте. Выборки – это лишь часть случайно отобранных однородных значений из более обширной генеральной совокупности данных. Число элементов в выборках, являющихся их важнейшей характеристикой, составило для бассейна р. Шешма 109–142 единицы, а для притоков – 4–39.

Сравнение модулей стока проводилось методами математической статистики – парным критерием Вилкоксона (различие при $p < 0,05$) и парным критерием Стьюдента (одностороннее различие при $p < 0,025$). Критерий Вилкоксона использован для оценки различий между двумя статистическими рядами данных, полученных в разное время. Критерий Стьюдента использован для проверки однородности рядов по среднему значению, 95 %-ные доверительные интервалы которого (параметрический и непараметрический) и медианы относительной разницы между значениями в случае различия не включают нулевое значение. Среднее значение и медиана относительной разницы отразили возможность изменения стока. Результаты сравнения представлены в табл. 1.

Результаты исследования и их обсуждение

Сравнение модуля стока показало увеличение водности р. Шешма и ее крупных притоков, обусловленное увеличением поверхностного стока, модуль которого возрос на 1,0–8,5 л/сек*км^2 на участке от истоков р. Шешма до впадения р. Лесная Шешма и далее до устья на 0,02–0,82 л/сек*км^2. Количество воды, поступающей в русло р. Шешма подземным путем, в целом в бассейне осталось на прежнем уровне, но на межприточных участках отмечены случаи как увеличения модуля стока на 0,03–4,0 л/сек*км^2, так и уменьшение его значений на 1,70–32,4 л/сек*км^2.

Таблица 1

Сравнение модуля стока в бассейне р. Шешма за 30-летний период

Река	Числен. выборки	Критерий Уилкоксона (парный)	Критерий Стьюдента для связанных выборок	Среднее значение относительной разницы	Медиана относительной разницы	Вывод
Сравнение модуля поверхностного стока						
Бассейн Шешмы в целом	142	863 (p = 0)	6,18 (p = $3{,}22*10^{-9}$)	0,132 ([0,258; -0,00613], [-0,257; -0,00721]	-0,229 ([-0,305; -0,148])	Сток изменился
Шешма	49	13 (p = $2{,}47*10^{-9}$)	3,75 (p = $2{,}39*10^{-4}$)	-0,205 ([-0,262; -0,148], [-0,261; -0,150])	-0,116 ([-0,274; -0,0889])	Сток изменился
Лесная Шешма	21	50 (p = 0,0228)	8,00 (p = 0,217)	0,271 ([-0,510; 1,05], [-0,463; 1,01])	-0,216 ([-0,282; -0,148])	Сток может измениться в нижнем течении
Кувак	12	0 (p = 0,00222)	6,41 (p = $2{,}49*10^{-5}$)	-0,118 ([-0,159;-0,0780], [-0,154; -0,0824])	-0,106 ([-0,163; -0,0621])	Сток изменился
Вятка	6	18 (p = 0,116)	2,61 (p = 0,0238)	0,171 ([0,00142; 0,340], [0,0417; 0,300])	0,222 ([-0,0103; 0,300])	Сток может измениться в нижнем течении
Бол. Каменка	4	9 (p = 0,144)	1,83 (p = 0,0824)	0,328 ([-0,239; 0,895], [-0,0215; 0,677])	0,275 ([0,0752; 0,475])	Изменение стока выявить не удалось
Секинесь	4	6 (p = 0,715)	0,216 (p = 0,421)	0,0453 ([-0,282; 0,373], [-0,157; 0,247])	0,0522 ([-0,102; 0,206])	Сток не изменился
Кичуй	39	0 (p = $5{,}26*10^{-8}$)	6,17(p = $1{,}67*10^{-7}$)	-0,515 ([-0,550; -0,481], [-0,548; -0,482])	-0,479 ([-0,542; -0,441])	Сток изменился
Толкишка	6	18 (p = 0,116)	2,03 (p = 0,049)	0,791 ([-0,0512; 1,63], [0,149; 1,43])	1,20 ([-0,168; 1,34])	Изменение стока выявить не удалось
Сравнение модуля подземного стока						
Бассейн Шешмы в целом	110	2699 (p = 0,292)	0,693 (p = 0,245)	0,517 ([0,0620; 0,972], [0,0670; 0,967])	-0,224 ([-0,396; 0,0213])	Сток не изменился
Шешма	38	231 (p = 0,0431)	0,170 (p = 0,433)	0,125 ([-0,463; 0,713], [-0,444; 0,694])	-0,458 ([-0,560; -0,228])	Изменение стока выявить не удалось
Лесная Шешма	15	42,5 (p = 0,320)	0,535 (p = 0,300)	0,0493 ([-0,450; 0,351], [-0,415; 0,317])	-0,379 ([-0,493; 0,380])	Сток не изменился
Кувак	8	24 (p = 0,401)	1,10 (p = 0,154)	0,882 ([-1,012; 2,78], [-0,694; 2,46])	0,0644 ([-0,278; 0,873])	Сток не изменился

Окончание табл. 1

Река	Числен. выборки	Критерий Уилкоксона (парный)	Критерий Стьюдента для связанных выборок	Среднее значение относительной разницы	Медиана относительной разницы	Вывод
Вятка	4	10 (p = 0,0679)	1,45 (p = 0,120)	0,171 ([0,00142; 0,340], [0,0417; 0,300])	0,222 ([-0,0103; 0,300])	Сток не изменился
Бол. Каменка	4	9 (p = 0,144)	1,83 (p = 0,0824)	1,29 ([-1,35; 3,92], [-0,339; 2,91])	0,790 ([0,0625; 1,517])	Сток не изменился
Секинесь	3	4 (p = 0,593)		0,413 ([-2,20; 3,02], [-0,776; 1,60])	0,118	Изменение стока выявить не удалось
Кичуй	36	309,5 (p = 0,928)	0,224 (p = 0,412)	0,294 ([-0,174; 0,762], [-0,157; 0,746])	-0,141 ([-0,488; 0,254])	Сток не изменился
Толкишка	4	9 (p = 0,144)	1,57 (p = 0,107)	7,04 ([-6,14; 20,2], [-1,08; 15,2])	5,76 ([1,86; 9,67])	Сток не изменился
Сравнение модуля подземного стока межприточья						
Бассейн Шешмы в целом	109	4575 ($p = 1,85 \cdot 10^{-6}$)	3,58 ($p = 2,60*10^{-3}$)	3,65 ([2,06; 5,25], [2,08; 5,23])	0,852 ([0,358; 1,40])	Сток изменился
Шешма	39	563 (p = 0,0158)	2,74 (p = 0,00464)	3,09 ([0,972; 5,21], [1,04; 5,14])	0,806 ([-0,369; 1,66])	Сток изменился
Лесная Шешма	16	118 (p = 0,00973)	2,45 (p = 0,0136)	4,28 ([-0,0559; 8,61], [0,296; 8,26])	1,03 ([0,244; 4,73])	Сток изменился
Кувак	6	21 (p = 0,0277)	2,47 (p = 0,0282)	8,64 ([-6,18; 23,5], [-2,66; 19,9])	2,53 ([0,392; 9,57])	Изменение стока маловероятно
Вятка	4	9 (p = 0,144)	1,72 (p = 0,0916)	3,29 ([-2,15; 8,73], [-0,0636; 6,64])	3,02 ([2,02; 4,02])	Изменение стока выявить не удалось
Секинесь	3	5 (p = 0,285)		1,22 ([-1,94; 4,37], [-0,222; 2,66])	0,136	Изменение стока маловероятно
Кичуй	36	529 (p = 0,0208)	2,15 (p = 0,0193)	4,01 ([0,540; 7,48], [0,660; 7,36])	0,963 ([0,339; 2,45])	Сток изменился
Толкишка	3	0 (p = 0,109)		-0,927 ([-1,11; -0,741], [-1,01; -0,842])	-0,951	Сток не изменился

Поверхностный сток на притоках р. Шешма изменился незначительно. На р. Лесная Шешма и Кувак модуль поверхностного стока увеличился на 0,30–0,85 л/сек*км^2 и 0,15–0,69 л/сек*км^2 соответственно, а в бассейне р. Вятка он, наоборот, уменьшился на 0,20 л/сек*км^2. Подземный сток в бассейнах этих рек остался в прежних пределах, что обусловлено геологическим строением бассейнов, сложенных мощным водоносным верхнеказанским карбонатно-терригенным комплексом морских отложений. В бассейне р. Секинесь поверхностный сток, так же как и подземный, до середины реки незначительно уменьшился (на 0,03 л/сек*км^2) и затем на эту же величину увеличился. Наибольшие изменения отмечены в бассейне р. Кичуй. Здесь поверхностный сток в верхнем течении реки возрос на 5,0 л/сек*км^2, а в среднем и нижнем течении увеличился только на 1,3–1,8 л/сек*км^2, при неизменном подземном стоке.

Причины такого колеблющегося поведения модулей стока во многом зависят от климата данной территории, на общем фоне воздействия которого проявляется влияние других, не климатических факторов. Одним из таких мощных природно-антропогенных факторов явилось создание Куйбышевского водохранилища, влияющего не только на характер перераспределения подземного стока, но и на структуру речных русел. На эту мысль наталкивает факт видимой трансформации речной сети бассейна р. Шешма, суммарная длина которой сократилась со времени создания водохранилища на 260 км, при этом длина самой Шешмы уменьшилась на 69,0 км. Основная доля гидрографических преобразований отмечена в зоне воздействия подпора, простирающегося по рельефу местности выше границ координатной отметки 53,0 м БС, соответствующей нормальному подпорному уровню Куйбышевского водохранилища [4]. Количество притоков периферийного порядка после трансформации бассейна изменилось с 430 до 374 (табл. 2).

Наименьшее преобразование отмечено у притоков первого и второго порядков, а вот число притоков III и IV порядков значительно сократилось – на 37 и 15 соответственно. Наглядное представление об изменении структуры речной сети бассейна р. Шешма отражено на рисунке.

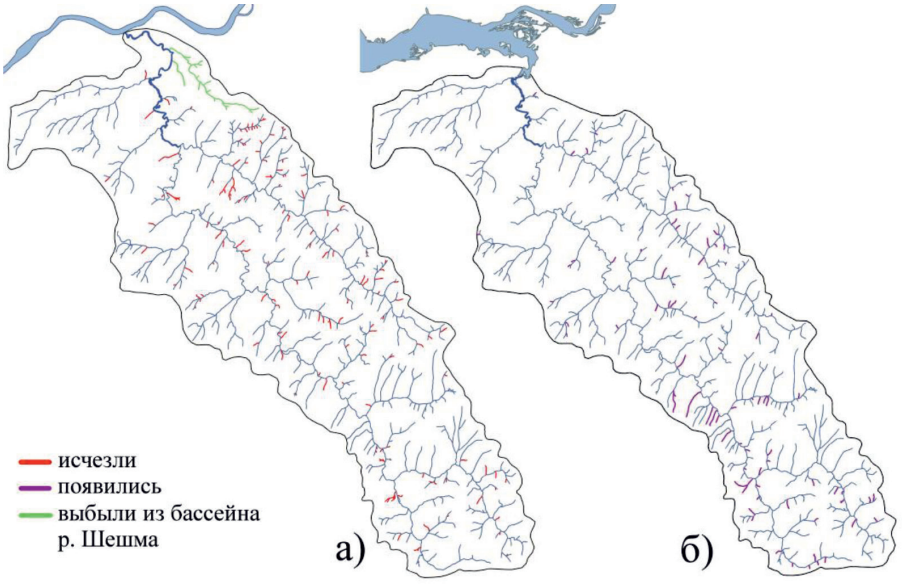
В течение рассматриваемого временного периода произошло и уменьшение площади водосбора р. Шешма на 65,9 км^2, одной из причин которого стало уменьшение длины самой реки. В результате появления новых и исчезновения когда-то существовавших мелких притоков произошло перераспределение площадей водосбора внутри бассейна. Они уменьшились у левосторонних притоков р. Шешма, а также притоков р. Лесная Шешма, Кувак, Багряжка и увеличились в верховьях р. Шешма и в бассейне р. Кичуй [5].

Водность реки определяется величиной бассейна, включающего поверхностную и подземную части, размеры которых почти никогда не совпадают. Часто бывает так, что подземный водосбор выходит за пределы поверхностного, и тогда подземный сток, сформированный в бассейне одной реки, поступает в другую. Так происходит с р. Кувак, куда разгружаются глубокие напорные воды из тектонического понижения, расположенного на водоразделе р. Лесная Шешма (бассейн р. Шешма) и Зай-Каратай (бассейн р. Степной Зай). С межприточных участков, примыкающих к руслам рек, подземные воды поступают непосредственно в сами водотоки, и по мере расходования они пополняются из более удаленных частей по всему периметру бассейна.

Таблица 2

Трансформация речной сети бассейна р. Шешма

Середина XX в.			2020-е гг.		
Порядок притоков	Кол-во притоков, шт.	Суммарная длина притоков, км	Порядок притоков	Кол-во притоков, шт.	Суммарная длина притоков, км
р. Шешма	1	303,1	р. Шешма	1	234,1
I	70	698,1	I	68	647,3
II	175	797,8	II	175	718,9
III	140	307,1	III	103	262
IV	40	75,3	IV	25	56,1
V	5	2,8	V	3	5,8
Итого/с учетом р. Шешма	430/431	1881,1/2184,2	Итого/с учетом р. Шешма	374/375	1690,1/1924,2



Изменение структуры речной сети бассейна р. Шешма:
а) состав речной сети в середине XX в.; б) состав речной сети в 2020-е гг.

Этот процесс может продолжаться в течение многих лет, обеспечивая устойчивую величину меженного стока, как это было при аналогичных обстоятельствах в засушливые периоды 1932–1939 гг. и 1972–1975 гг., то есть с повторяемостью 1 раз в 30 лет.

Изменение морфологических характеристик водосбора повлекло за собой почти повсеместное увеличение меженных расходов воды. Почти на 100% возрос расход воды на участке от истока р. Шешма до места впадения левого притока из Карагай (234,1–206,6 км от устья). Обусловлено это отложениями нижнеказанского подъяруса с двумя постоянными мощными водоносными горизонтами, способствующими развитию речной сети этой территории. За 30-летний период здесь дополнительно сформировалось 7 небольших (0,4–2,8 км длиной) новых притоков. Ниже по течению р. Шешма меженный расход увеличивается не так стремительно. На участке между притоком из Карагай и р. Лесная Шешма (206,6–190,4 км от устья) процент увеличения расходов воды меняется вниз по течению от 65 до 12, а ниже р. Лесная Шешма он составляет 1,0–8,0% вплоть до р. Красная (66,6 км от устья). От р. Красная до устья меженные расходы в р. Шешма вновь возрастают на 35–46%. Сток на этом участке формируется преимущественно за счет правобережных притоков и в первую очередь за счет р. Кичуй. Все левобережные притоки р. Шешма, расположенные ниже впадения р. Кичуй, имеют незначительное питание типа верховодок, поскольку эта часть бассейна характеризуется маломощными водоносными горизонтами.

Заключение

Выявлено изменение гидрологического состояния бассейна р. Шешма, проявляемое в изменении морфологических параметров и гидрологических характеристик. На основе выбранного из генеральной совокупности данных статистического ряда гидрологических величин (модуля стока) методами математической статистики определена возможность изменения стока во временном периоде. Отмечено, что исчезновение и появление новых притоков р. Шешма вызвало перераспределение водосборных площадей частных бассейнов, что в свою очередь привело к увеличению модулей поверхностного и подземного стока притоков и межприточья и, как следствие, увеличению меженных расходов воды на 35–46% в устье р. Шешма, что соотносится с данными многолетних наблюдений гидрометеослужбы.

Список литературы / References

1. Захаров С.Д., Соколов А.А. Временная изменчивость годового и максимального речного стока водотоков Республики Татарстан // Чистая вода: сборник трудов V Международного конгресса (г. Казань, 26–28 марта 2014 г.). Казань: Изд-во ООО «Куранты», 2014. С. 78–81.

Zakharov S.D., Sokolov A.A. Temporal variability of the annual and maximum river runoff of watercourses in the Repub-

lic of Tatarstan // Chistaya voda: sbornik trudov V Mezhdunarodnogo Kongressa (g. Kazan', 26–28 marta 2014 g.). Kazan': Izd-vo OOO «Kuranty», 2014. P. 78–81 (in Russian).

2. Мозжерин В.В. Геолого-геоморфологические условия размещения залежей нефтяных битумов и битумоизлияний в бассейне средней Шешмы (Республики Татарстан) // Геоморфология. 2011. № 4. С. 33–45.

Mozzherin V.V. Geological and geomorphological conditions for the location of deposits of oil bitumen and bitumen eruptions in the basin of the middle Sheshma (Republic of Tatarstan) // Geomorfologiya. 2011. № 4. P. 33–45 (in Russian).

3. Ермолаев О.П., Игонин М.Е., Бубнов А.Ю., Павлова С.В. Ландшафты Республики Татарстан. Региональный ландшафтно-экологический анализ. Казань: Изд-во «Слово», 2007. 411 с.

Ermolaev O.P., Igonin M.E., Bubnov A.Yu., Pavlova S.V. Landscapes of the Republic of Tatarstan. Regional landscape-ecological analysis. Kazan': Izd-vo «Slovo», 2007. 411 p. (in Russian).

4. Горшкова А.Т., Урбанова О.Н., Бортникова Н.В., Валетдинов А.Р., Горбунова Ю.В. Экономико-географические аспекты формирования современной гидрографической сети // Геология, география и глобальная энергия. 2018. № 1. С. 19–28.

Gorshkova A.T., Urbanova O.N., Bortnikova N.V., Valetdinov A.R., Gorbunova Yu.V. Economic and geographical aspects of the formation of a modern hydrographic network // Geologiya, geografiya i global'naya ehnergiya. 2018. № 1. P. 19–28 (in Russian).

5. Водные объекты Республики Татарстан. Гидрографический справочник. 2-е изд., перераб. и доп. Казань: Изд-во «Фолиант», 2015. 512 с. с ил.

Water bodies of the Republic of Tatarstan. Hydrographic reference book. Izdanie vtoroe, pererabotannoe i dopolnennoe. Kazan': Izd-vo «Foliant», 2015. 512 p. s ill. (in Russian).

УДК 911.3

ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА ПЛОТНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Фаронова Ю.В., Ахунов А.Р., Тельнова Т.П., Литвинова С.А., Халилова А.Б.

ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет», Уфа, e-mail: faronova2012@mail.ru

Размещение населения и плотность населения относятся к актуальным экономико-географическим индикаторам территориального планирования и управления. Российская Федерация как уникальное территориальное образование нуждается в экономико-географическом анализе и экспертизе с целью определения типов субъектов страны по плотности населения во взаимосвязи с социально-экономической интерпретацией данного географического показателя. За гипотезу исследования взят тезис Всемирного банка о рекомендуемом преобладании в территориальном развитии современного типа территории, в котором сочетаются высокая плотность населения и высокие показатели социально-экономического развития данной территории. Задачи исследования: 1) выполнение социально-экономической оценки плотности населения; 2) определение типов субъектов РФ по уровням плотности и уровню социально-экономической оценки плотности населения; 3) географическая экспертиза плотности населения – заключение о географических закономерностях и парадоксах плотности населения и социально-экономического положения субъектов РФ методом сопоставления субъектов страны с моделями территорий исходя из обзора Всемирного банка. Для проведения социально-экономической оценки плотности населения авторы рассчитали интегральный показатель социально-экономической оценки плотности населения. Для определения типов субъектов РФ по уровням плотности и уровню социально-экономической оценки плотности населения проведена группировка субъектов по данным показателям и составлена соответствующая географическая матрица. Для географической экспертизы плотности населения сделано заключение о географических закономерностях социально-экономической интерпретации плотности населения путем сопоставления типов субъектов РФ и моделей территорий исходя из обзора Всемирного банка. Ядрами высокой оценки плотности населения стали субъекты страны с низкой плотностью населения, расположенные в удаленных от европейского центра Уральском, Сибирском, Дальневосточном федеральных округах страны.

Ключевые слова: плотность, экспертиза, типология, Всемирный банк, субъект страны, инвестиции, удалённость, численность населения

GEOGRAPHICAL EXPERTISE OF POPULATION DENSITY OF THE RUSSIAN FEDERATION

Faronova Yu.V., Akhunov A.R., Telnova T.P., Litvinova S.A., Khalilova A.B.

Bashkir State University, Ufa, e-mail: faronova2012@mail.ru

Population distribution and population density are relevant economic and geographical indicators of spatial planning and management. The Russian Federation as a unique territorial entity needs economic and geographical analysis and expertise in order to determine the types of subjects of the country by population density in conjunction with the socio-economic interpretation of this geographical indicator. Research objectives: 1) implementation of the socio-economic assessment of population density; 2) determination of the types of subjects of the Russian Federation by density levels and the level of socio-economic assessment of population density; 3) geographical examination of population density – a conclusion on the geographical patterns and paradoxes of population density and the socio-economic situation of the constituent entities of the Russian Federation by comparing the constituent entities of the country with models of territories based on the World Bank review. To solve the problem of performing a socio-economic assessment of population density, the authors calculated an integral indicator of the socio-economic assessment of population density. To determine the types of subjects of the Russian Federation by levels of density and the level of socio-economic assessment of population density, the subjects were grouped according to these indicators and a corresponding geographic matrix was compiled. The regions of the country with low population density, located in the Ural, Siberian, and Far Eastern Federal Districts of the country, far from the European center, became the nuclei of the high estimate of the population density.

Keywords: density, expertise, typology, World Bank, constituent entity of the country, investments, remoteness, population

Социально-экономическое осмысление плотности представлено в докладе Всемирного банка, посвящённом экономико-географической аналитике развития стран и регионов мира. Экономическая плотность с позиции концентрации производства на ограниченной территории означает рост миграционной, инвестиционной привлекательности городов как ядер роста и развития всей территории страны. Территориальная неравномерность экономической плотности сводится к неравенству территорий по их физико-географическим преимуществам (климатическое неравенство), урбанистическим преимуществам (неравенство по развитию городской экономики и функциональному разнообразию городов), концентрации населения (неравенство концентрации населения и плотности населения), экономическим преимуществам (неравенству территорий по концентрации вторичного и третичного секторов экономи-

ки, размещению первичного сектора экономики). Высокая экономическая плотность отражает синтез преимуществ, которые концентрируются на определенных территориях в пределах страны. Также по соотношению плотности и социально-экономического развития территорий на основании предложенных географических выводов можно смоделировать типы территорий по социально-экономическому положению и развитию: 1) отстающие регионы в пределах большой по площади страны (более 9 тыс. км^2) относятся к малонаселенным, поэтому нецелесообразно в таких районах инвестировать в инфраструктуру и создавать стимулы для привлечения компаний; 2) в густонаселенных районах может проживать бедное население при отсутствии социально-экономических условий; 3) отсталые сельские районы нуждаются в политике развития, основанной на формировании институтов, способствующих возникновению урбанизационных процессов; 4) урбанизированные территории приоритетны для инфраструктурных проектов с целью повышения качества жизни населения в ядрах городской концентрации; 5) центральные и экономически развитые регионы интегрируются с отстающими регионами в пределах страны посредством инвестиций в территориально-связующую инфраструктуру; 6) города с высокой плотностью населения растут вследствие миграционного или демографического прироста; увеличение плотности населения страны сопровождается ростом плотности населения не повсеместно, а в городах; 7) узлы высокой экономической плотности (города) взаимодействуют посредством сокращения расстояний (проявляется в росте скорости перемещений) [1, с. 5].

Взаимосвязь между плотностью населения и управлением социально-экономическим развитием региона проявляется в необходимости инвестиций в человеческий капитал как основу долгосрочного планирования развития территориальных социально-экономических систем [2, с. 187]. В контексте запуска механизма формирования урбанистических ядер в сельской местности целесообразно применять метод типологизации сельских территорий с учетом различий в плотности населения и уровне социально-экономического развития [3, с. 76]. Плотность населения детерминирована сознательным территориальным поведением населения, в котором предпочтения относительно места проживания формируются на основе осознания территории как экономического, социального, экологического, климатического благополучия [4, с. 155]. Поэтому размещение населения и плотность населения относятся к актуальным экономико-географическим индикаторам территориального планирования и управления.

Российская Федерация как уникальное территориальное образование нуждается в экономико-географическом анализе и экспертизе с целью определения типов субъектов страны по плотности населения во взаимосвязи с социально-экономической интерпретацией данного географического показателя. За гипотезу исследования взят тезис Всемирного банка о рекомендуемом преобладании в территориальном развитии современного типа территории, в котором сочетаются высокая плотность населения и высокие показатели социально-экономического развития данной территории.

Задачи исследования: 1) выполнение социально-экономической оценки плотности населения; 2) определение типов субъектов РФ по уровням плотности и уровню социально-экономической оценки плотности населения; 3) географическая экспертиза плотности населения – заключение о географических закономерностях и парадоксах плотности населения и социально-экономического положения субъектов РФ методом сопоставления субъектов страны с моделями территорий исходя из обзора Всемирного банка.

Материалы и методы исследования

Для выполнения социально-экономической оценки плотности населения авторы рассчитали интегральный показатель социально-экономической оценки плотности населения:

$$I = \sqrt[9]{I1 * I2 * I3 * I4 * I5 * I6 * I7 * I8 * I9}, \quad (1)$$

где I – интегральный показатель социально-экономической оценки плотности населения; I1 – валовой региональный продукт на душу населения, руб/чел.; I2 – инвестиции в основной капитал на душу населения, руб/чел.; I3 – объём отгруженной продукции по виду экономической деятельности «Добыча полезных ископаемых», руб/чел.; I4 – объём отгруженной продукции по виду экономической деятельности «Обрабатывающие производства», руб/чел.; I5 – оборот розничной торговли, руб/чел.; I6 – объём транспортных услуг, руб/чел.; I7 – объём телекоммуникационных услуг, руб/чел.; I8 –

внутренние затраты на научные разработки, руб/чел.; I9 – доля городского населения, %.

Интерпретация полученных данных: чем выше рассчитанный показатель, тем выше социально-экономическая оценка плотности населения.

Для определения типов субъектов РФ по уровням плотности и уровню социально-экономической оценки плотности населения проведена группировка субъектов по данным показателям и составлена соответствующая географическая матрица.

Для географической экспертизы плотности населения (ПН) сделано заключение о географических закономерностях социально-экономической интерпретации плотности населения путем сопоставления типов субъектов РФ и моделей территорий исходя из обзора Всемирного банка.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты расчета показателя I и сочетание субъектов РФ по плотности населения и данному показателю отражены в табл. 1.

Основные типы субъектов РФ по уровням плотности и уровню социально-экономической оценки плотности, которые определены на основе географической матрицы. К прогрессивному типу территорий в соответствии с рекомендациями Всемирного банка отнесены 19 субъектов РФ с максимальной плотностью населения, высоким, очень высоким и выше среднего уровнями плотности населения и показателями I с высоким и выше среднего уровнями (это субъекты страны с высокой социально-экономической оценкой высокой плотности населения).

Таблица 1

Географическая матрица субъектов РФ по плотности населения и интегральному показателю социально-экономической оценки плотности населения (на основе данных Росстата [5])

I / ПН	более 3000 (высокий уровень)		2000–3000 (уровень выше среднего)		1000–2000 (уровень ниже среднего)		менее 1000 (низкий уровень)	
более 100 (максимальный уровень)	Москва	6836	Московская область	2021			Севастополь	443
	Санкт-Петербург	3234					Ингушетия	437
50–100 (очень высокий уровень)	Татарстан	3449	Самарская область	2602	Тульская область	1859	Чувашская республика	980
			Белгородская область	2391	Краснодарский край	1732	Республика Адыгея	971
			Калининградская область	2082			Республика Крым	910
							Республика Северная Осетия	768
							Республика Дагестан	744
							Кабардино-Балкарская республика	633
							Чеченская республика	572
30–50 (высокий уровень)			Курская область	2236	Воронежская область	1736	Брянская область	909
			Челябинская область	2127	Липецкая область	1688	Ивановская область	878
			Удмуртская республика	2063	Ульяновская область	1677	Карачаево-Черкесская республика	810
			Калужская область	2013	Ростовская область	1662		
					Владимирская область	1593		
					Ярославская область	1445		
					Ставропольский край	1101		

Окончание табл. 1

I / ПН	более 3000 (высокий уровень)		2000–3000 (уровень выше среднего)		1000–2000 (уровень ниже среднего)		менее 1000 (низкий уровень)	
11–30 (уровень выше среднего)	Алтайский край	3552	Свердловская область	2910	Ленинградская область	1893	Тамбовская область	978
	Омская область	3145	Новосибирская область	2800	Волгоградская область	1873	Курганская область	965
	Пермский край	3025	Республика Башкортостан	2393	Астраханская область	1751	Орловская область	898
			Приморский край	2087	Кемеровская область	1553	Республика Марий Эл	802
			Оренбургская область	2036	Саратовская область	1516	Республика Мордовия	770
					Смоленская область	1206		
					Тверская область	1204		
					Рязанская область	1184		
					Пензенская область	1138		
					Псковская область	1009		
11 и менее (низкий уровень)	Ненецкий АО	6988	Хабаровский край	2991	Новгородская область	1519	Хакасия	962
	ХМАО	5941	Забайкальский край	2628	Тыва	1504	Еврейская АО	906
	Сахалинская область	5758	Иркутская область	2361	Республика Саха (Якутия)	1352	Костромская область	830
	Магаданская область	4367	Карелия	2320	Томская область	1325	Республика Алтай	780
	Тюменская область без АО	3825	Красноярский край	2254	Вологодская область	1306	Бурятия	748
	Камчатский край	3512	Архангельская область без АО	2052	Кировская область	1081	Калмыкия	225
	Мурманская область	3214	Амурская область	2016				
	Коми	3207						
	Чукотский АО	2282						

К территориям с низкой плотностью населения, обусловленной климатическими барьерами для освоения, и высокой социально-экономической оценкой плотности населения отнесены 16 субъектов РФ (тип российских сырьевых субъектов). К проблемному типу территорий, для которых типично сочетание высокой плотности населения (максимальная плотность населения, высокий, очень высокий и выше среднего уровни плотности) и низкий показатель I, отнесены 17 субъектов РФ (это субъекты с низкой социально-экономической оценкой высокой плотности населения). К территориям с низкой социально-экономической оценкой низкой плотности населения отнесены 6 субъектов РФ.

Заключение

Неравномерность российского экономико-географического пространства обусловлена территориальными особенностями формирования валового регионального продукта (ВРП) и экономической плотности на уровне субъектов и федеральных округов (табл. 2) и отражает эффект городской экономики на уровне столичного города в РФ.

Таблица 2

Показатели социально-экономического положения регионов РФ в 2018 г.

	ВРП, трлн руб.	Площадь, тыс. км^2	Экономическая плотность, руб/км^2	Удельный вес региона по ВРП, %	Удельный вес региона по площади, %	Удельный вес региона в инвестициях в основной капитал, %
г. Москва	17,9	2,6	6884615,4	21,1	0,015	15,0
РФ	84,8	17,1	4959064,3	–	–	–
Центральный ФО без Москвы	11,5	647,6	17757,9	13,6	3,8	14,5
Южный ФО	5,8	447,8	12952,2	6,8	2,6	6,8
Приволжский ФО	12,5	1037,0	12054,0	14,7	6,1	13,9
Северо-Кавказский ФО	1,9	170,4	11150,2	2,2	1,0	3,2
Уральский ФО	12,7	1818,5	6983,8	15,0	10,6	15,0
Северо-Западный ФО	9,0	1687,0	5334,9	10,6	9,9	10,4
Сибирский ФО	8,3	4361,7	1902,9	9,8	25,5	9,3
Дальневосточный ФО	5,2	6952,6	747,9	6,1	40,7	8,2

Географическая экспертиза плотности в РФ позволяет сделать следующие выводы. Удалённый от европейской части, малонаселённый, с низкой экономической плотностью Дальневосточный ФО (численность населения 8,1 млн чел., 5,5 % населения РФ) вследствие геополитического значения отличался высокой инвестиционностью (193 тыс. руб/чел. в 2019 г.); для сравнения, Центральный ФО без Москвы – 71 тыс. руб/чел., Южный ФО – 80 тыс. руб/чел., Приволжский ФО – 92 тыс. руб/чел. Субъекты в его составе получили высокую социально-экономическую оценку плотности населения и имели высокий уровень инвестиционности (Сахалинская область – 474 тыс. руб/чел., Якутия – 392 тыс. руб/чел.). Субъекты РФ с низкой социально-экономической оценкой высокой плотности населения имели низкий уровень инвестиционности: Севастополь – 96 тыс. руб/чел., Ингушетия – 47 тыс. руб/чел., Чувашская республика – 52 тыс. руб/чел. Если следовать логике рекомендаций Всемирного банка, то в РФ география уровня инвестиционности могла бы формироваться с преобладанием в территориальной структуре уровня инвестиций субъектов страны с высокой плотностью населения. Субъекты РФ в составе Южного и Северо-Кавказского ФО с высокой плотностью населения получили в соответствии с авторской методикой низкую социально-экономическую оценку; это тип территорий Всемирного банка с высокой концентрацией, имеющего низкий уровень жизни населения. Инфраструктурные проекты РФ ориентированы на техническое обновление энергетической, транспортной морской инфраструктуры, транспортных магистралей по европейско-китайскому и транзитному через российскую территорию направлению [6], что не отражает рекомендации Всемирного банка о формировании инфраструктуры между центральными и удалёнными районами страны. Данная ситуация обусловлена торможением внутрироссийского географического разделения труда и сохранением сырьевой специализации страны в системе международного разделения труда. Проблематично искать возможность формирования урбанистических ядер в субъектах РФ, так как к 2019 г. по сравнению с 2000 г. в 64 субъектах страны численность городского населения сократилась. Особенность российской специфики заключается в том, что ядрами высокой оценки плотности населения стали субъекты страны с низкой плотностью населения, расположенные в удаленных от европейского центра Уральском, Сибирском, Дальневосточном федеральных округах страны.

Список литературы / References

1. Новый взгляд на экономическую географию: обзор. Всемирный банк, 2008. 48 с. [Электронный ресурс]. URL: https://www.un.org/ru/development/surveys/docs/worlddev2009.pdf (дата обращения: 25.03.2021).

A New Look at Economic Geography: an overview. Vsemirnyy bank, 2008. 48 p. [Electronic resource]. URL: https://www.un.org/ru/development/surveys/docs/worlddev2009.pdf (date accessed: 03.25.2021) (in Russian).

2. Клепарский В.Г. Плотность населения и управление развитием региона // Управление развитием крупномасштабных систем MLSD'2017: материалы Десятой международной конференции (г. Москва, 02–04 октября 2017 г.). М.: Изд-во Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова, 2017. С. 187–189.

Upravleniye razvitiyem krupnomasshtabnykh sistem MLSD'2017: materialy Desyatoy mezhdunarodnoy konferentsii (g. Moskva, 02–04 oktyabrya 2017 g.). M.: Izd-vo Institut problem upravleniya im. V.A. Trapeznikova, 2017. P. 187–189 (in Russian).

3. Балашова Н.Н., Коробейников Д.А., Попова С.А. Интегральная оценка социально-экономического развития сельских территорий с учетом различий в плотности населения // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2020. № 10. С. 76–83.

Balashova N.N., Korobeynikov D.A., Popova S.A. Integral assessment of the socio-economic development of rural areas taking into account differences in population density // Ekonomika sel'skokhozyaystvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatiy. 2020. No. 10. P. 76–83 (in Russian).

4. Парфенова Е.И., Чебакова Н.М. Биоклиматическая модель плотности населения России // Математическое моделирование в экологии: материалы Шестой Национальной научной конференции с международным участием (г. Пущино, 26–29 сентября 2019 г.). Пущино: Изд-во Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения Российской академии наук, 2019. С. 155–157.

Parfenova E.I., Chebakova N.M. Bioclimatic model of population density in Russia // Matematicheskoye modelirovaniye v ekologii: materialy Shestoy Natsional'noy nauchnoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem (g. Puschino, 26–29 sentyabrya 2019 g.). Puschino: Izd-vo Federal'noye gosudarstvennoye byudzhetnoye uchrezhdeniye nauki Institut fiziko-khimicheskikh i biologicheskikh problem pochvovedeniya Rossiyskoy akademii nauk, 2019. P. 155-157. (in Russian).

5. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2020. [Электронный ресурс]. URL: https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204 (дата обращения: 28.03.2021).

Regions of Russia. Socio-economic indicators. 2020. [Electronic resource]. URL: https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204 (date of access: 28.03.2021) (in Russian).

6. Комплексный план модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 года. Распоряжение Правительства РФ от 30 сентября 2018 г. № 2101-р. [Электронный ресурс]. URL: http://gov.garant.ru/SESSION/PILOT/doc/doc_print.html?print_type=0&pid=72075292&blockId=0&garantCommentsOn=1&versionCommentsOn=1 (дата обращения: 28.03.2021).

Comprehensive plan for the modernization and expansion of the trunk infrastructure for the period up to 2024. Order of the Government of the Russian Federation of September 30, 2018 N 2101-r. [Electronic resource]. URL: http://gov.garant.ru/SESSION/PILOT/doc/doc_print.html?print_type=0&pid=72075292&blockId=0&garantCommentsOn=1&versionCommentsOn=1 (date of access: 28.03.2021) (in Russian).

УДК 502.5

ПАМЯТНИКИ ПРИРОДЫ: ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЫ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Шангариева А.Р., Помазкова Н.В.

Институт природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения РАН, Чита, e-mail: anastasia.shangarieva@yandex.ru

В статье приводится оценка возможностей и ограничений для развития экотуризма на территории памятников природы Читинского района Забайкальского края. На период принятых мер по снижению распространения COVID-19 жители Читы стали чаще посещать объекты природы вблизи города, в том числе ООПТ. В результате чего возникла потребность в определении нагрузки на памятники природы. В ходе работы рассмотрены популярные туристические маршруты на памятники природы, а также выделены группы посетителей, осуществляющих выходы на них. Приведены организации и другие лица, организующие походы на исследуемые объекты. На данный момент туристические маршруты и тропы на памятники природы не маркированы и не оборудованы. В ходе исследования произведен подсчет посещений для 10 памятников природы в год и по сезонам. Представлен ряд причин, в результате которых возрастает антропогенная нагрузка на памятники природы, а также предложены меры по их устранению. Одной из таких мер станет строительство экологических троп. В настоящее время на добровольной основе идут работы по обустройству туристических маршрутов. Для регулирования потока туристов определены такие методы, как расчёт допустимой ёмкости экологической тропы и взимание платы за посещение памятников природы. На примере памятника природы Кадалинские скалы «Дворцы» рассчитана допустимая емкость экологической тропы и определен доход от платы за посещение. Проведенная оценка памятников природы показала необходимость развития экологического туризма на территории памятников природы Читинского района.

Ключевые слова: памятник природы, экологический туризм, экотропа, туристский маршрут, особо охраняемые природные территории

NATURE MONUMENTS: PROBLEMS OF PROTECTION AND USE

Shangarieva A.R., Pomazkova N.V.

Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Chita, e-mail: anastasia.shangarieva@yandex.ru

The article provides an assessment of the possibilities and limitations for the development of ecotourism on the territory of the monuments of the Chita district of the Transbaikalia region. For the period of measures taken to reduce the spread of COVID-19, residents of Chita began to visit nature sites near the city more often, including protected areas. As a result, the need arose to determine the load on natural monuments. In the course of the work, popular tourist routes to natural monuments were considered, as well as groups of visitors who went out to them were identified. Organizations and other persons organizing trips to the objects under study are presented. At the moment, tourist routes and trails to natural monuments are not marked and equipped. In the course of the study, the number of visits to 10 natural monuments per year and by seasons was calculated. A number of reasons are presented as a result of which the anthropogenic load on natural monuments increases, and also proposed measures to eliminate them. One of such measures will be the construction of ecological paths. Currently, work is underway on a voluntary basis to arrange tourist routes. To regulate the flow of tourists, methods have been identified such as calculating the permissible capacity of an ecological path and charging fees for visiting natural monuments. Using the example of the natural monument Kadalinskiye skaly «Dvortsy», the permissible capacity of the ecological path was calculated and the income from the visit fee was determined. The assessment of natural monuments showed the need for the development of ecological tourism on the territory of the natural monuments of the Chita region.

Keywords: nature monument, ecotourism, ecotrail, tourist route, natural protected area

Создание особо охраняемых территорий является одним из главных механизмов решения задач по сохранению природных территорий. Памятники природы – это уникальные, невосполнимые, ценные в экологическом, научном, культурном и эстетическом отношениях природные комплексы, а также объекты естественного и искусственного происхождения [1]. При этом памятники природы оказываются в наиболее уязвимом состоянии, в том числе из-за того, что они в силу своей уникальности и привлекательности становятся объектами неконтролируемого туризма. В целом экотуризм – это форма природоориентированного туризма, осуществляемая с целью познания дикой природы и культуры дестинации, не нарушающая целостность экосистемы, призванная внести вклад в сохранение природных ресурсов, охрану окружающей среды и социально-экономическое развитие туристской территории [2]. Развитие туристического сектора путешествий в природные территории рассматривается как один из путей расширения сферы «зеленой» экономики в сырьевых регионах, является стратегически важным в плане повышения качества жизни населения, проживающего на территориях восточного приграничья России. Создание сопутствующей

туризму инфраструктуры – фактор желательного увеличения туристического потока и вовлечения жителей в легальный сектор региональной экономики [3]. В то же время развитие туризма на ООПТ должно быть направлено на снижение антропогенного воздействия с целью сохранения природных ландшафтов.

Ситуация вынужденной изоляции в связи с эпидемиологической ситуацией в 2020 году и ограничительными мерами по распространению COVID-19 повлияла на досуг населения. Ограничения коснулись массовых мероприятий, особенно в закрытых помещениях, а также выездов за пределы страны. Внутренние опасения населения по перемещениям между регионами существенно снизили поток выезжающих из региона на отдых. Все эти причины в совокупности привели к тому, что стали набирать популярность мероприятия на открытом воздухе, в том числе походы выходного дня (ПВД) и отдых на природе в городских окрестностях. Мировая тенденция говорит о том, что все большее число людей стремится к сближению с природой, в том числе с целью физического и эмоционального самовосстановления [4]. Природный туризм все больше становится фактором улучшения качества жизни китайцев [5]. Мотивами посещения природных ландшафтов являются обогащение своего опыта, изучение нового, эстетические переживания, укрепление отношений, неформальное общение. Таким образом, вопросы оценки возможностей устойчивого использования природных памятников при возрастающем количестве посещений представляются весьма актуальными.

Цель исследования – оценка возможностей для развития экотуризма на территории памятников природы Читинского района Забайкальского края.

Материалы и методы исследования

Исследованы 10 памятников природы и наиболее популярные маршруты Читинского района Забайкальского края. На основе анализа литературных, фондовых данных, сети Интернет и собственных исследований дана оценка перспектив для развития экотуризма на памятниках природы. Измерения протяженности маршрутов проводились в картографическом сервисе «Google Карты». Эмпирической базой исследования объёма туристического потока послужили данные, полученные от туристических фирм, из интервью с представителями коммерческих структур, организаторами туристических объединений и групп в соцсетях «Вконтакте» и Instagram.

Результаты исследования и их обсуждение

Всего в Забайкальском крае 64 природные территории, имеющие статус «Памятник природы», из них 10 находится в Читинском районе [6]. Читинский район является самой густонаселенной местностью в Забайкальском крае. Здесь расположена столица региона г. Чита с численностью населения 351 тыс. человек. Население г. Читы и Читинского района в совокупности составляет 40 % от общей численности населения края. В пределах г. Читы и Читинского района существует немало мест, подходящих для ПВД, некоторые из них имеют статус памятника природы регионального значения (рис. 1, табл. 1). На протяжении многих лет у населения сформировались популярные маршруты на объекты природы. На рис. 1 отмечены памятники природы Читинского района и проходящие через них туристские маршруты. Наиболее частыми объектами для посещения являются Кадалинские скалы «Дворцы», Смоленские скалы, голец Саранакан, Водораздельная гора на Яблоновом хребте (гора Палласа).

Сложившиеся туристические маршруты и тропы на настоящий момент являются неофициальными, необорудованными, не входящими в реестр туристических маршрутов, составляют по протяжённости около 160 км (табл. 2). Отсутствие оборудованных и утвержденных экологических троп как к памятникам природы, так и по их территории является одной из угроз состоянию природных геосистем. Очень часто даже при наличии одного наиболее популярного маршрута передвижения территория пронизана целой сетью троп, тропинок, проходов и даже заездов на высокопроходимой технике, квадроциклах, велосипедах и пр.

Таким образом, постоянно возрастающее число посетителей требует принятия определенных мер как для управления рекреационным потоком на ООПТ, так и для обеспечения безопасности и комфорта посетителей [7]. Наиболее оптимальным решением, положительно зарекомендовавшим себя во многих регионах, является строительство экологической тропы (экотропы). Экологические тропы представляют собой специально оборудованные маршруты, пролегающие через один или несколько природно-территориальных комплексов,

ориентированные на ознакомление посетителей с природными и антропогенными объектами, имеющими экологическую и культурную ценность [8]. В рамках проекта «Большая Байкальская тропа» в некоторых сибирских регионах с 2003 года реализуются проекты по строительству и обустройству экологических троп к природным достопримечательностям и памятникам природы (на территории Прибайкальского национального парка, Байкальского заповедника, Забайкальского национального парка). Этот опыт может быть взят за основу для реализации на территории края. Однако предварительно необходимо проведение оценочных работ (антропогенной нагрузки, устойчивости природных комплексов и т.п.), без которых снижается эффективность охраны и управления данным природным ресурсом, что в дальнейшем может привести к деградации уникальных природных комплексов.

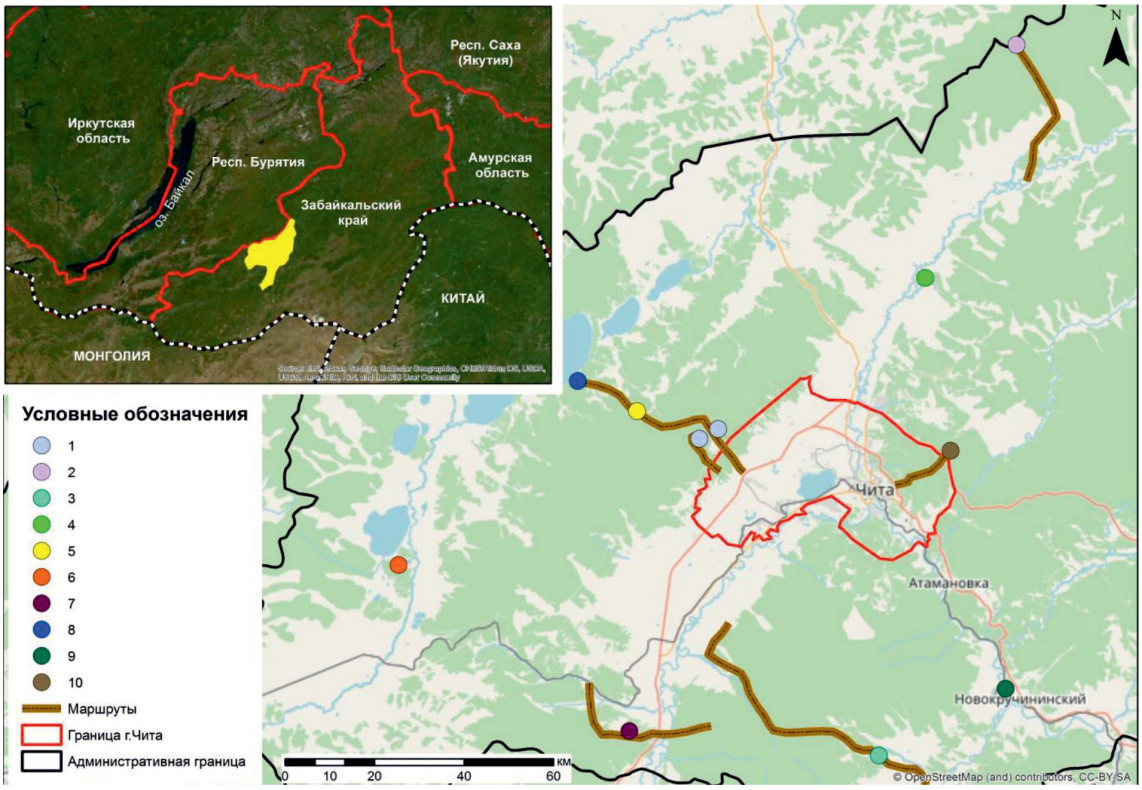


Рис. 1. Схема размещения памятников природы Читинского района (нумерация ПП согласно табл. 1)

Таблица 1

Памятники природы Читинского района

№ п/п	Название памятника природы	Год создания	Площадь (га)
1	Кадалинские скалы «Дворцы»	14.01.1980	176
2	Голец Саранакан	14.01.1980	380
3	Палеонтологическое обнажение Белая гора	14.01.1980	44
4	Авдейский булгуннях	14.07.1983	1
5	Водораздельная гора на Яблоновом хребте	14.07.1983	28
6	Большое и малое Гужирные озера	14.07.1983	408
7	Степное сообщество в пади Кислый ключ	14.07.1983	12
8	Муравейники Арахлея	29.12.1988	4
9	Новинское геологическое обнажение	29.12.1988	4
10	Смоленские скалы	29.12.1988	16

Экотропа является устойчивым элементом туристической инфраструктуры и может выдержать довольно большое число посетителей. Если все туристы и экскурсанты будут ходить по специально обустроенным тропам, то, как показывает общемировая практика, количество разрешённых посещений можно поднять в несколько раз [9]. Проектирование экологической тропы и его реализация (строительство, оборудование и др.) – длительный и затратный процесс (как финансово, так и интеллектуально). Работа в этом направлении в крае ведется как энтузиастами, так и дирекцией ООПТ Забайкальского края при участии общественных организаций и при поддержке благотворительных проектов. В течение 2020 года участниками грантового проекта «Новые горизонты» от благотворительной программы «Мир новых возможностей» ПАО «ГМК «Норникель» [10] разрабатывались мероприятия по построению и обустройству туристических маршрутов на Кадалинских скалах «Дворцы» и Смоленских скалах. Ими выбран наиболее удобный маршрут и отмечен на электронных картах, подобрана информация для табличек и указателей на тропе, а также выполнен заказ на их изготовление. В планах проекта «Большая Байкальская тропа» также есть волонтерский проект строительства экотропы, целью которого является обустройство популярного туристского маршрута, включающего два памятника природы – Кадалинские скалы «Дворцы» и Водораздельную гору на Яблоновом хребте.

На рис. 2 показаны маршруты, проходящие через ПП Кадалинские скалы «Дворцы». Под № 1 (фиолетовая линия) обозначен маршрут, прокладывание и маркировку над которым взяли на себя участники проекта «Новые горизонты». Помимо маршрутов для посещения самих «Дворцов», есть два, которые ведут к ПП «Водораздельная гора» и «Муравейники Арахлея» (рис. 2, маршруты под № 4 и 6). Эти маршруты пролегают по проселочной (грунтовой) дороге, на настоящий момент маршруты не обустроены.

Как для оценки нагрузки на природные комплексы, так и для возможностей регулирования турпотока важно оценить количество посещений. Так как в настоящее время в Читинском районе не имеется системы учёта посетителей, то определить точное количество посетителей памятников природы не представляется возможным. Нами предпринята попытка экспертной оценки на основе данных опроса и интервьюирования коммерческих структур, занимающихся туризмом. В регионе есть несколько туристических фирм, осуществляющих походы на данные объекты, такие как «Сам себе путешественник», «Надежда», «ANEXTour», «Sunmar», «Фламинго», «Маджестик Тур». Однако их услугами население пользуется не регулярно и в небольшом объеме. Основной поток посетителей формируют самоорганизующиеся группы по интересам: группы школьников под руководством инструкторов дополнительного образования по туризму; местные туристические объединения, предлагающие коммерческие услуги через социальные сети «ВКонтакте», Instagram; различные туристско-спортивные клубы; самостоятельные посетители, фрилансеры. Значительная часть занятых в этой сфере находится в неформальном секторе.

По экспертной оценке, памятники природы Читинского района посещают более 5000 человек в год, преимущественно в теплое время, с апреля по октябрь. Только Кадалинские скалы «Дворцы» посещают не менее 1000 человек в год. Категория посетителей – от школьников до пенсионеров.

Таблица 2

Характеристика маршрутов на памятники природы Читинского района

№ п/п	Памятник природы	Количество маршрутов	Общая протяженность маршрутов, км
1	Кадалинские скалы «Дворцы»	2	20
2	Голец Саранакан	1	20
3	Палеонтологическое обнажение Белая гора	1	45
4	Водораздельная гора на Яблоновом хребте	1	17
5	Степное сообщество в пади Кислый ключ	1	18
6	Муравейники Арахлея	1	30
7	Смоленские скалы	1	10
	Итого: 160 км		

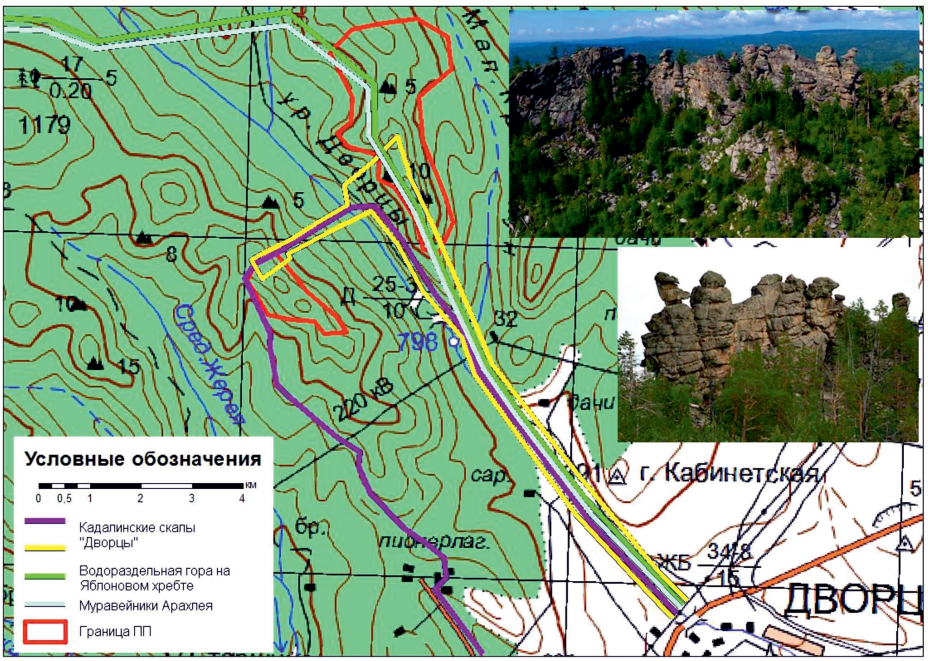


Рис. 2. Маршруты в окрестностях ПП Кадалинские скалы «Дворцы»

При условии инженерного благоустройства маршрута поток посетителей закономерно возрастет. Допустимую емкость экологической тропы на ПП природы Кадалинские скалы «Дворцы» можно рассчитать по формуле, предложенной С.И. Лабинцевой [11; 12]:

$$H = \frac{T_C - T_s}{T}, \quad (1)$$

$$T = \frac{S}{T_V}, \quad (2)$$

где H – число групп (до 10 человек); T_c – длина светового дня; T_s – время прохождения тропы; T – интервал движения групп; S – расстояние между группами; T_v – скорость движения. Согласно расчетам, обустройство экотропы позволит увеличить число туристов, посещающих ПП Кадалинские скалы «Дворцы» без угрозы разрушения природных комплексов, до 1500 чел. в год.

Другим методом регулирования (и одновременно учета) потока туристов может служить взимание платы за посещение. Плата за посещение вводится для всех региональных ООПТ согласно утверждённым в июле 2020 г. «Правилам определения платы для физических лиц за посещение особо охраняемых природных территорий», предписывающим обязательность оплаты посещения каждой ООПТ. В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 13 июля 2020 г. № 1039 размер платы, устанавливаемой учреждениями и органами, указанными в пунктах 3–6 настоящих Правил, составляет для особо охраняемых природных территорий регионального значения не менее 0,5 процента установленной величины прожиточного минимума трудоспособного населения в целом по Российской Федерации за одно посещение [13]. Прожиточный минимум трудоспособного населения в Забайкальском крае на 5 февраля 2021 года составляет 14 146 рублей 04 копейки [14]. Соответственно, допускается взимание платы за посещение с человека в размере 64 руб. Таким образом, основываясь на экспертной оценке количества посетителей в год, Читинский район может получать не менее 320 тыс. рублей, а потенциально при действии даже одной экотропы – до 500 тыс. рублей. Эти средства можно использовать в том числе для обустройства популярных туристических маршрутов, дальнейшего строительства экотроп.

Создание инфраструктуры, взимание платы за посещение ООПТ сыграет немаловажную роль в снижении антропогенной нагрузки путём регулирования потоков и ограничения количества туристов, которых может принять ПП без ущерба для

природных комплексов и нарушения экологического равновесия [15]. Кроме того, это позволит начать планомерную работу по благоустройству пригородных маршрутов выходного дня к памятникам природы. А также к добровольному выходу из неформального сектора занятых в организации посещений природных памятников предпринимателей и вовлечению их в принятие решений по благоустройству природных достопримечательностей.

Заключение

На территории Читинского района расположено 10 памятников природы общей площадью 1073 га. Читинский район является самой густонаселённой территорией в крае, жители которого активно посещают территории ПП с рекреационной целью. Сложившиеся маршруты составляют по протяжённости около 160 км. Наиболее популярным местом для посещений является памятник природы Кадалинские скалы «Дворцы». Посещения памятников природы Читинского района организуют, как правило, коммерческие инструкторы. Отсутствие системы регулирования потока посетителей, согласованных маршрутов, оборудованных экотроп – причина, по которой возникает хаотичное перемещение на территории ПП и возрастает антропогенная нагрузка на природные комплексы, и, как следствие, возникает угроза деградации природных комплексов и снижения туристической привлекательности объектов. Обустройство инфраструктуры на памятниках природы позволит увеличить количество посещений без угрозы негативного воздействия на геосистемы в 1,5 раза. Финансировать работы по обустройству троп возможно за счет взимания платы за посещение ООПТ.

Исследования проведены в рамках государственного задания по теме «Механизмы обеспечения экономической устойчивости и экологической безопасности в новой модели развития регионов востока РФ в условиях трансграничных отношений и глобальных вызовов 21 в.», № FUFR-2021-0001.

Список литературы / References

1. Федеральный закон от 14 марта 1995 г. N 33-ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях» // Консультант Плюс. [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_6072/ (дата обращения: 13.03.2021).

Federal Law of March 14, 1995 N 33-FZ «On Specially Protected Natural Areas» // Consultant Plus. [Electronic resource]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_6072/ (date of access: 13.03.2021) (in Russian).

2. Ласточкина В.В., Косарева Н.В., Адашова Т.А. Экологический туризм в России: тенденции и развитие // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 5. С. 100–105.

Lastochkina V.V., Kosareva N.V., Adashova T.A. Ecological tourism in Russia: trends and development // Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal. 2016. № 5. P. 100–105 (in Russian).

3. Glazyrina I.P. Tourism in the East and West of Russia: A Comparative Analysis. Geography and Natural Resources. 2019. Vol. 40. No. 4. P. 299–305. DOI: 10.1134/S1875372819040012.

4. Qiu M., Sha J., Scott N. Restoration of Visitors through Nature-Based Tourism: A Systematic Review, Conceptual Framework, and Future Research Directions. Int. J. Environ. Res. Public Health. 2021. Vol. 18. P. 2299. DOI: 10.3390/ijerph18052299.

5. Chen G., Huang S., Zhang D. Understanding Chinese vacationers' perceived destination restorative qualities: Cross-cultural validation of the perceived destination restorative qualities scale. J. Travel Tour. Mark. 2017. Vol. 14. P. 1–13. DOI: 10.1080/10548408.2017.1298494.

6. Об особо охраняемых природных территориях в Забайкальском крае. [Электронный ресурс]. URL: https://minprir.75.ru/deyatel-nost/osobo-ohranyaemye-prirodnye-territorii (дата обращения: 15.03.2021).

About specially protected natural areas in the Trans-Baikal Territory. [Electronic resource]. URL: https://minprir.75.ru/deyatel-nost/osobo-ohranyaemye-prirodnye-territorii (date of access: 15.03.2021) (in Russian).

7. Корытный Л.М., Евстропьева О.В. О разработке правил организации туризма и отдыха в центральной экологической зоне Байкальской природной территории // Современные проблемы сервиса и туризма. 2018. Т. 12. № 3. С. 31–42.

Korytny L.M., Evstropyeva O.V. On the development of rules for organizing tourism and recreation in the central ecological zone of the Baikal natural territory // Sovremennyye problemy servisa i turizma. 2018. Vol. 12. no 3. P. 31–42 (in Russian).

8. Борзов В.С., Давиташвили Д.Э. Геоинформационный анализ экотроп на территории дельты реки Волги // Проблемы региональной экологии, экономики и географии: материалы II Международной научно-практической конференции (Астрахань, 01–02 марта 2019 года). Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2019. С. 28–31.

Borzov V.S., Davitashvili D.E. The geoinformation analysis of eco-trails in the territory of the Volga river delta // Problemy regional'noy ekologii, ekonomiki i geografii: materialy II Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (Astrakhan', 01–02 marta 2019 goda). Astrakhan': Izdatel'skiy dom «Astrakhanskiy universitet», 2019. P. 28–31 (in Russian).

9. Чижова В.П. Рекреационные ландшафты: устойчивость, нормирование, управление. Смоленск: Ойкумена, 2011. 176 с.

Chizhova V.P. Recreational landscapes: sustainability, regulation, management. Smolensk: Oikumena. Smolensk: Oykumena, 2011. 176 p. (in Russian).

10. Благотворительная программа «Мир новых возможностей». [Электронный ресурс]. URL: https://nncharity.ru/ (дата обращения: 16.03.2021).

Charitable program «The World of New Opportunities». [Electronic resource]. URL: https://nncharity.ru/ (date of access: 16.03.2021) (in Russian).

11. Цекина М.В., Батуев М.С. Экотропа как основа развития экологического туризма в национальных парках Бурятии // Территория новых возможностей. Вестник ВГУЭС. 2016. № 1. С. 248–255.

Tsekina M.V., Batuev M.S. Ecotrail as the basis of ecological tourism development in national parks in Buryatia // Territoriya novykh vozmozhnostey. Vestnik VGUES. 2016. no 1. P. 248–255. (in Russian).

12. Плотникова В.С., Васильева А.В. Рекреационная емкость как организационно-экономический инструмент развития экологического туризма на особо охраняемой при-

родной территории // Экономические отношения. 2019. № 3. С. 2191–2202.

Plotnikova V.S., Vasilyeva A.V. Recreational capacity as an organizational and economic tool for the development of ecological tourism in a specially protected natural area // Ekonomicheskiye otnosheniya. 2019. no 3. P. 2191–2202 (in Russian).

13. Постановление Правительства РФ от 13 июля 2020 г. N 1039 «Об утверждении Правил определения платы для физических лиц, не проживающих в населенных пунктах, расположенных в границах особо охраняемых природных территорий, за посещение особо охраняемых природных территорий и установления случаев освобождения от взимания платы» // Гарант. [Электронный ресурс]. URL: https://base.garant.ru/74374474/ (дата обращения 14.03.2021).

Decree of the Government of the Russian Federation of July 13, 2020 N 1039 «On approval of the Rules for determining fees for individuals who do not live in settlements located within the boundaries of specially protected natural areas for visiting specially protected natural areas and establishing cases of exemption from collection of fees» // Garant. [Electronic resource]. URL: https://base.garant.ru/74374474/ (date of access: 14.03.2021) (in Russian).

14. Постановление правительства Забайкальского края от 5 февраля 2021 года № 20 «Об установлении величины прожиточного минимума в Забайкальском крае на 2021 год» // Официальный интернет-портал правовой информации. [Электронный ресурс]. URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/7500202102050001 (дата обращения: 27.03.2021).

Decree of the Government of the Trans-Baikal Territory dated February 5, 2021 № 20 «On establishing the value of the subsistence minimum in the Trans-Baikal Territory for 2021» // Official Internet portal of legal information. [Electronic resource]. URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/7500202102050001 (date of access: 27.03.2021) (in Russian).

15. Робертус Ю.В., Поварова Е.О., Любимов Р.В., Ситникова В.А. Об организации экологических туристских троп на ООПТ республики Алтай // Известия АО РГО. 2020. № 3. С. 89–95.

Robertus Yu.V., Povarova E.O., Lyubimov R.V., Sitnikova V.A. On the organization of ecological hiking trails in the protected areas of the Altai Republic // Izvestiya AO RGO. 2020. No. 3. P. 89–95 (in Russian).

УДК 550(571.54/.55)

ИЗМЕНЕНИЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПЛОЩАДКИ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОД ВЛИЯНИЕМ ИНЖЕНЕРНО-ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА (НА ПРИМЕРЕ ОДНОГО ИЗ МНОГОКВАРТИРНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ В ЦЕНТРАЛЬНОМ ЗАБАЙКАЛЬЕ)

[1,2]Шестернев Д.Д.

[1]ФГБУН «Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова» СО РАН, Якутск, e-mail: shdd@inbox.ru;
[2]ОАО «Забайкальский трест инженерно-строительных изысканий», Чита

Строительство различных зданий и инженерных сооружений в некоторых случаях приводит к ухудшению физико-механических свойств грунтов. В результате ухудшения несущей способности грунтов появляются деформации зданий и инженерных сооружений. В статье рассматривается, как изменяются инженерно-геологические условия территории при строительстве жилого дома в г. Чите за период с 2016 по 2018 г. Для отслеживания динамики изменений были проведены полевые, лабораторные и камеральные работы. Инженерно-геологические исследования были выполнены в соответствии с действующими нормативными документами для строительства. В статье приводится, как изменяются основные физико-механические свойства грунтов, а также изменившиеся инженерно-геологические разрезы на 2016–2018 гг. В статье показано, что от момента выполнения инженерно-геологических изысканий и до строительства жилого дома в основании фундаментов появляются мерзлые грунты типа «перелеток», которые потом деградируют, формируется техногенный водоносный горизонт, который приводит к замачиванию грунтов под фундаментом и, соответственно, к ухудшению несущей способности грунтов. На момент выполнения дополнительных инженерно-геологических исследований в 2018 г. замачивание грунтов продолжается, а мощность этих грунтов увеличивается. Изменение инженерно-геологических условий площадки вследствие влияния техногенного вмешательства привело к существенному снижению несущей способности грунтов в деятельном слое и в сжимаемой зоне от сооружения, что в дальнейшем приведет к существенному удорожанию строительства многоэтажного здания из-за дополнительных мероприятий, связанных с укреплением грунтов основания, а также, возможно, к усилению конструкций здания. В то же время, как показали исследования на сопредельной территории, не затронутой техногенным влиянием, изменение инженерно-геологических условий не произошло. На основании выполненных исследований приводятся выводы об изменении инженерно-геологических условий, о необходимости выполнения дополнительных работ и мониторинга этого объекта для разработки мероприятий по улучшению несущей способности грунтов.

Ключевые слова: геологическая среда, инженерно-геологические условия, грунты, физико-механические свойства, несущие характеристики, инженерно-геологический элемент, техногенное воздействие, замачивание грунтов, сжимаемая зона

CHANGES IN THE ENGINEERING AND GEOLOGICAL CONDITIONS OF THE CONSTRUCTION SITE UNDER THE INFLUENCE OF HUMAN ENGINEERING AND ECONOMIC ACTIVITY (ON THE EXAMPLE OF ONE OF THE MULTI-APARTMENT RESIDENTIAL BUILDINGS IN CENTRAL TRANSBAIKALIA)

[1,2]Shesternev D.D.

[1]Melnikov Permafrost Institute SB RAS, Yakutsk, e-mail: shdd@inbox.ru;
[2]Transbaikal Trust Engineering and Construction Survey, Chita

The construction of various buildings and engineering structures in some cases leads to a deterioration of the physical and mechanical properties of soils. As a result of deterioration of the bearing capacity of soils, deformations of buildings and engineering structures appear. The article examines how the engineering and geological conditions of the territory change during the construction of a residential building in Chita for the period from 2016 to 2018. To track the dynamics of changes, field, laboratory and desk work was carried out. Engineering and geological studies were carried out in accordance with the current regulatory documents for construction. The article describes how the main physical and mechanical properties of soils change, as well as the changed engineering and geological sections for 2016-2018. The article shows that from the time of execution of geological surveys and to build a house at the base of the Foundation appears frozen soils type «paraletic», which are then degraded, forming a technogenic aquifer, which leads to the soaking of the soil under the Foundation, and consequently, deterioration of the bearing capacity of the soil. At the time of additional engineering and geological studies in 2018, soaking of soils continues, and the capacity of these soils increases. The changes of engineering-geological conditions of the site due to the influence of man-made interventions led to a significant reduction in the bearing capacity of soils in the active layer and in the compressible area of construction that will further lead to a significant uptick in construction of multi-storey buildings due to additional activities related to strengthening of the Foundation soils, and, possibly, to the strengthening of building structures. At the same time, studies have shown that there was no change in engineering and geological conditions in the adjacent territory, which was not affected by technogenic influence. Based on the performed studies, conclusions are drawn about changes in engineering and geological conditions, the need for additional work and monitoring of this object for the development of measures to improve the bearing capacity of soils.

Keywords: Geological environment, engineering and geological conditions, soils, physical and mechanical properties, bearing characteristics, engineering and geological element, man-made impact, soil soaking, compressible zone

Для резкого изменения геологической среды необходимо, чтобы на нее было оказано внешнее влияние посредством появившихся или изменившихся природных и техногенных факторов. В природе при отсутствии влияния инженерно-хозяйственной деятельности человека изменение компонентов геологической среды происходит, как правило, довольно медленно. На появившееся техногенное влияние геологическая среда реагирует более быстро и остро, так как скорость появления техногенной нагрузки очень быстрая по сравнению с изменением природных факторов и, как правило, техногенное влияние происходит не для всей территории в целом, а для какой-то ее части, может, даже и не совсем большой по площади. Но даже эта незначительная часть может в будущем оказывать существенное влияние на сопредельные территории [1–3].

Интенсивное строительство различных зданий и инженерных сооружений на территории г. Читы началось во второй половине XX века. Строительство инженерных сооружений осуществлялось как по I, так и по II принципу, т.к. среднегодовая температура воздуха на тот момент времени составляла -3,1 °С. В настоящее время повышение температуры воздуха привело к деградации многолетнемерзлых пород на некоторой части территории города, что привело к изменению инженерно-геологических условий. Дополнительное влияние на геологическую среду оказала урбанизация г. Читы [4–6].

В результате все вышеперечисленное привело к изменению инженерно-геологических условий территории, вследствие чего часть инженерных сооружений находится в ограниченно работоспособном или аварийном состоянии [7; 8].

Целью исследования являлось изучение изменений инженерно-геологических условий территории вследствие строительства многоэтажного жилого дома в г. Чите.

Материалы и методы исследования

В административном отношении площадка исследования расположена в северо-западной части г. Чита в Черновском административном округе. В геоморфологическом отношении площадка исследования расположена в пределах эрозионно-аккумулятивной террасы речной долины рек Ингода и Чита [9]. Район работ относится к Читино-Ингодинской впадине.

На данной площадке исследования планировалось строительство многоэтажного здания нормального уровня ответственности по II принципу строительства. Размеры здания в плане 54х13,5 м, тип фундамента ленточный, глубина заложения 2,1–2,8 м от поверхности земли, абсолютная отметка подошвы фундамента в Балтийской системе высот составила 665,40, высота технического подполья 1,80 м, нагрузка на фундаменты 700 кН/м.

На момент выполнения инженерно-геологических работ ОАО «ЗабайкалТИСИЗ» в 2016 г. площадка была ровной, свободной от строений, абсолютные отметки поверхности изменялись от 667,80 до 668,05 м по Балтийской системе высот. На участке исследования было пробурено 3 инженерно-геологические скважины глубиной по 18 м от поверхности земли. Скважины были пробурены в соответствии с действующими нормативными документами, а также с учетом сжимаемой зоны от сооружения [10].

В геологическом строении площадки принимали участие четвертичные отложения техногенного (tQ), аллювиального (aQ) и элювиального (eQ) генезиса (рис. 1). На рис. 1 красным контуром показана граница будущего котлована. Техногенные отложения залегали с поверхности до глубины 0,7 м. Аллювиальные отложения залегали в верхней части разреза, под техногенными отложениями. Аллювиальные отложения были представлены связными дисперсными грунтами – суглинками тугопластичной и мягкопластичной консистенции. Элювиальные отложения представлены продуктами выветривания терригенно-осадочных образований нижнемелового возраста алевролитов и песчаников ($К_1$), выветрелых до состояния мелкодисперсных грунтов (алевролиты разрушены до состояния суглинка и супеси, песчаник разрушен до состояния песка средней крупности (дисперсная зона коры выветривания)). В толще дисперсной коры выветривания встречаются прослои слабовыветрелых песчаников средней прочности. Мощность прослоев песчаников изменяется от 0,10–0,15 до 1 м. В геокриологическом отношении грунты находились в талом состоянии до глубины 18,0 м от поверхности земли. Верхняя зона коры выветривания более выветрелая (2,0–3,0 м), чем породы, которые залегают глубже.

Гидрогеологические условия исследуемой площадки характеризовались распространением грунтовых вод элювиальных отложений трещинного типа. Грунтовые воды были вскрыты всеми пробуренными скважинами. Воды имели местный напор, который составлял от 1,4 до 2,2 м.

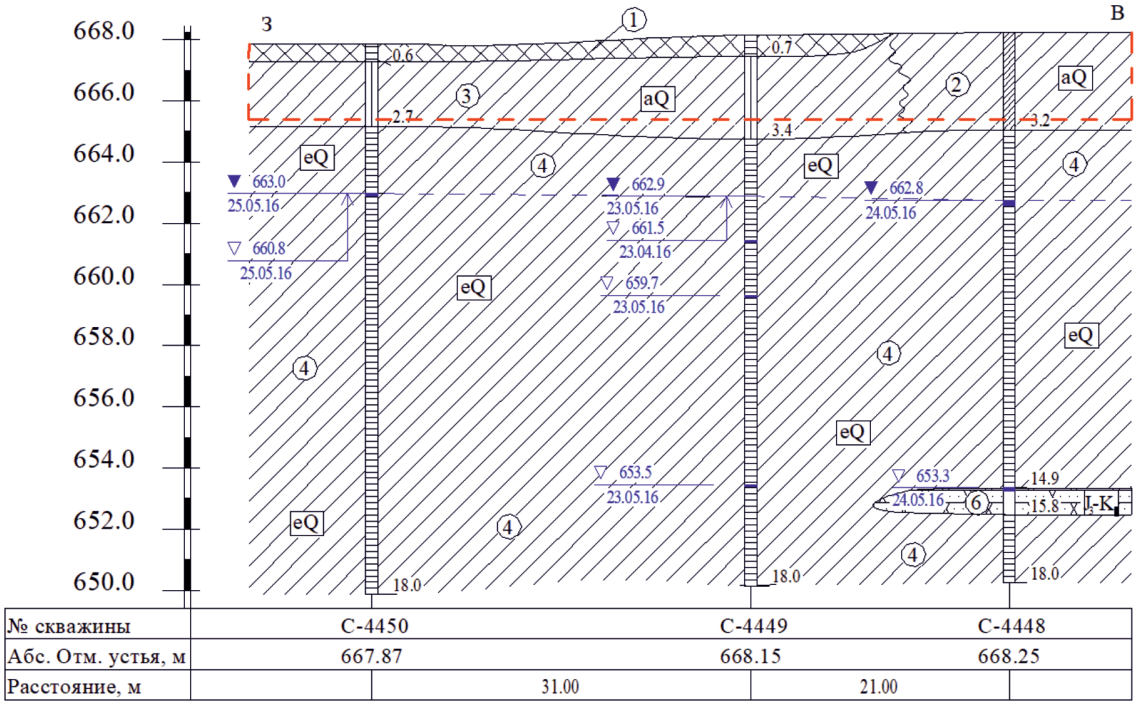


Рис. 1. Инженерно-геологический разрез участка до начала строительства

В 2016 г. в результате лабораторных исследований и камеральной обработки материалов выполненных работ было выделено 4 инженерно-геологических элемента [ГОСТ 25100, ГОСТ 20522]. Свойства грунтов определялись в соответствии с действующими нормативными документами [ГОСТ 5180, ГОСТ 12536, ГОСТ 12248]. Механические свойства грунтов определялись на основе методов компрессионного сжатия и одноплоскостного среза. Значения деформационных характеристик определялись в интервалах нагрузок 0,3–0,4 МПа.

Площадка исследования в соответствии с действующими нормативными документами (СП 47.13330.2016, СП 47.13330.2012, СП 11-105-97) по сложности инженерно-геологических условий для строительства была отнесена ко II категории (средней) сложности.

В период с 2016 г. по осень 2017 г. на природную среду на площадке исследования было оказано техногенное воздействие. Техногенное воздействие выразилось во вскрытии котлована под фундаменты (глубина котлована изменялась от 2,1 до 2,8 м), устройстве «нулевого» цикла строительства (установке фундаментов), засыпке пазух фундамента, монтаже жилых этажей здания.

Осенью 2017 г. были выполнены дополнительные инженерно-геологические работы, которые включали в себя бурение инженерно-геологических скважин, лабораторные исследования свойств грунтов и камеральную обработку полученных данных. Выполненные инженерно-геологические исследования показали, что произошло изменение инженерно-геологических условий на площадке строительства многоквартирного жилого дома вследствие техногенного воздействия. Техногенное воздействие на геологическую среду на данной территории выразилось в промораживании и замачивании грунтов основания. Мерзлые грунты появились в результате того, что были выполнены вскрышные работы для устройства котлована под фундаменты в период с отрицательными температурами (конец осени 2016 г. – начало зимы 2017 г.). В результате началось промерзание грунтов на подошве котлована, и это привело к концу зимы (февраль 2017 г.) к образованию мерзлых пород типа «перелеток», мощность которых составила до 2,0 м (на момент бурения скважин октябрь 2017 г. (рис. 2). При устройстве ленточных фундаментов была нарушена технология обратной засыпки пазух между фундаментом и стенками котлована. Вслед-

ствие этого в насыпных грунтах обратной засыпки пазух образовались поры. По этим порам вода от выпавших осадков в виде дождя в летний период стала поступать и аккумулироваться на подошве котлована. В результате этого произошло формирование водоносного горизонта типа «верховодка» в техногенных отложениях, это, в свою очередь, привело не только к замачиванию грунтов основания, но и к увеличению мощности грунтов, подвергнувших-ся замачиванию, так как в активной зоне от сооружения залегали быстро размокающие грунты. В результате этого влияния некоторая часть грунтов ИГЭ-3 (суглинка тугопластичного), которые залегали рядом с подошвой вскрытого котлована, изменили свои физико-механические характеристики, и соответственно, их уже можно было отнести к грунтам ИГЭ-2 (суглинка мягкопластичного), а также в целом произошло ухудшение физико-механических характеристик грунтов в сжимаемой зоне сооружения в сторону увеличения их сжимаемости по модулю деформации и уменьшения сцепления и угла внутреннего трения. Об этом свидетельствует увеличение природной влажности грунтов, показателя текучести, коэффициента пористости грунтов, уменьшение плотности при природной влажности. К тому же в результате аккумуляции вод от выпадающих осадков и утечек техногенных вод образовался водоносный горизонт типа «верховодка». Вместе с тем, в связи с промораживанием грунтов основания, суглинок твердый (ИГЭ-4) изменил свое состояние с талого на мерзлое, чем еще больше усилил свои противофильтрационные свойства.

Изменившийся инженерно-геологический разрез грунтов приведен на рис. 2. Красной пунктирной линией показан контур котлована под фундаменты, а фиолетовым цветом – мерзлые породы типа «переле-ток» (рис. 2).

В 2018 г. были выполнены дополнительные инженерно-геологические работы с целью получения информации об инженерно-геологических условиях площадки исследования. На объекте исследования были пробурены дополнительные инженерно-геологические скважины. Часть из этих скважин была пробурена за пределами участка вскрытого котлована, для установления неизменности природных условий за пределами территории, подвергшейся техногенному воздействию. Другая часть скважин была пробурена в непосредственной близости от внешних несущих стен построенного здания и поэтому попала в засыпанный котлован, чтобы установить дальнейшую динамику инженерно-геологических условий площадки исследования, в сжимаемой зоне сооружения. Для определения физических свойств грунтов непосредственно под подошвой фундамента предусматривалась проходка двух шурфов из подвала здания с разных торцов площадки исследования. Для уточнения отметки кровли бетонной подушки фундамента внутри подвала дома при помощи переносной малогабаритной буровой установки были пройдены дополнительные скважины.

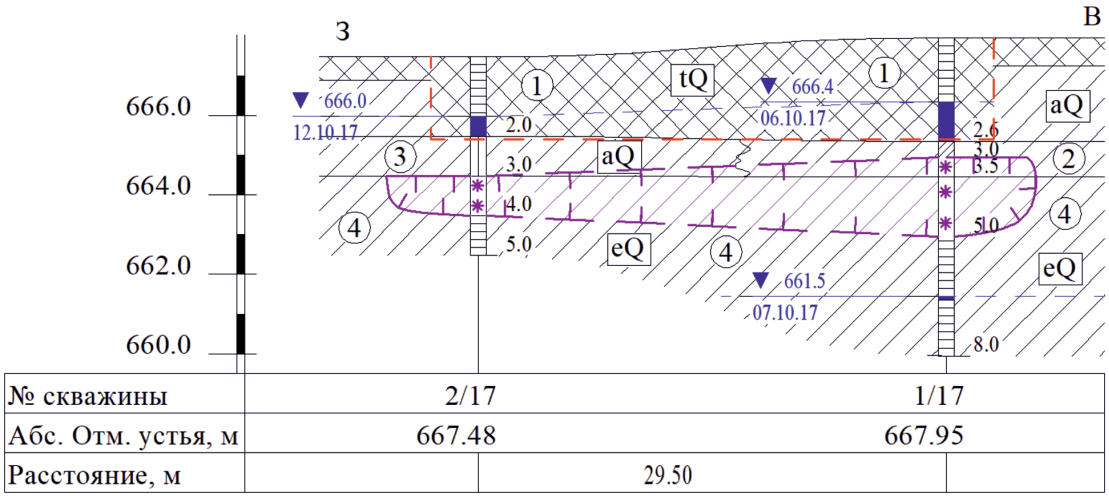
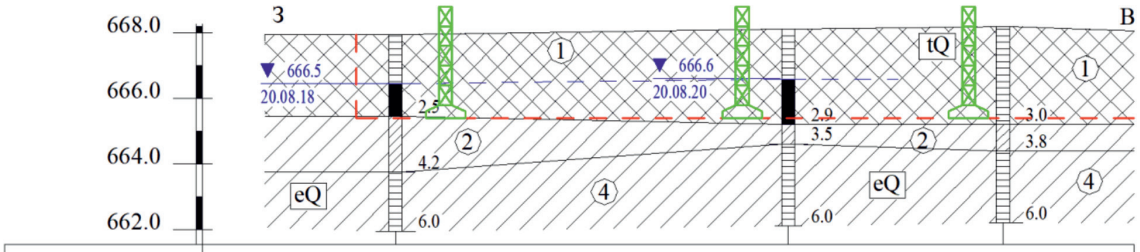


Рис. 2. Изменившийся инженерно-геологический разрез после техногенного влияния (2017 г.)



№ скважины	С-1/18		С-2/18		С-3/18
Абс. Отм. устья, м	667.95		668.11		668.20
Расстояние, м		30.00		16.00	

Рис. 3. Инженерно-геологический разрез территории на 2018 г.

В результате повторного изучения инженерно-геологических условий было выявлено следующее:

а) геолого-литологический разрез по скважинам, пробуренным за пределами контура котлована, идентичен ранее выполненным изысканиям, это свидетельствует об изменении инженерно-геологических условий только в пределах существующего сооружения (контура котлована), после производства земляных работ;

б) в пробуренных скважинах в пределах исследуемой глубины 6,0 м мерзлые грунты отсутствуют, т.е. произошла деградация мерзлых пород, которые ранее были вскрыты в сезоннодеятельном слое;

в) проходка шурфов на глубине 0,5 м от пола подвала была прекращена из-за наличия грунтовых вод типа «верховодки»;

г) в результате техногенного воздействия на геологическую среду суглинок тугопластичный изменил свои физико-механические характеристики и стал суглинком мягкопластичным;

д) в пределах площадки вскрыты два горизонта подземных вод:

– первый горизонт – воды типа «верховодка», которые вскрыты в насыпных грунтах внутри сооружения на глубинах 0,3–0,5 м от пола подвала и на глубинах 1,1–1,5 м от поверхности земли (по данным бурения инженерно-геологических скважин и проходки шурфов) (рис. 3);

– второй горизонт – воды элювиальных отложений, вскрыты на глубине 4,5 м от поверхности земли, что соответствует отметкам 663,37–663,74 м, т.е. произошел подъем воды на 1,0 м по сравнению с ранее выполненными изысканиями;

е) дальнейшее размокание грунтов основания здания в пределах котлована продолжается, так как мощность замоченного грунта увеличилась с 0,65–0,90 м (2017 г.) до 1,12 м (2018 г.). Следовательно, можно предположить, что продолжается аккумуляция жидких осадков в виде дождя на подошве котлована и непосредственно под фундаментом в сжимаемой зоне. Возможен также подток вод техногенного происхождения в подвал здания из-за утечек из инженерных сетей;

ж) изменения основных физико-механических характеристик грунтов показаны в таблице. На основании сравнения данных, приведенных в таблице, можно увидеть, что с увеличением природной влажности, показателя текучести, коэффициента пористости происходит уменьшение плотности грунта ИГЭ-2 (суглинка мягкопластичного), что приводит к снижению деформационно-прочностных характеристик грунта. Суглинок тугопластичный (ИГЭ-3) вследствие замачивания стал суглинком мягкопластичным (ИГЭ-2). На основании сравнения данных из таблицы можно сделать вывод о том, что увеличение пористости аллювиальных суглинков явилось следствием промораживания грунтов основания котлована, а увеличение показателя консистенции и снижения модуля деформации – следствием промораживания и последующего оттаивания в условиях замачивания. В то же время из данной таблицы видно, что характеристики элювиальных грунтов практически не изменились, и они сохранили свои деформационные и несущие свойства.

з) территория исследования стала относится к III (сложной) категории инженерно-геологических условий для строительства и эксплуатации зданий и инженерных сооружений. На данных территориях необходимо выполнять весь комплекс работ по изучению геологической среды, а также необходимы дополнительные мероприятия по укреплению грунтов основания.

Изменение значений основных физико-механических характеристик грунтов в период с 2016 по 2018 г.

Характеристики грунтов	Единицы измерения	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Суглинок аллювиальный				
Природная влажность	д.е.	0,187	0,255	0,299
Показатель текучести	д.е.	0,31	0,70	0,72
Плотность грунта при природной влажности	г/см^3	2,00	1,91	1,88
Плотность сухого грунта	г/см^3	1,72	1,48	1,45
Коэффициент пористости	д.е.	0,563	0,782	0,829
Коэффициент водонасыщения	д.е.	0,897	0,970	0,952
Модуль деформации	МПа	20	10	8
Удельное сцепление	кПа	31	18	16
Угол внутреннего трения	град.	21	17	16
Суглинок элювиальный				
Природная влажность	д.е.	0,161	0,179	0,188
Показатель текучести	д.е.	<0	<0	<0
Плотность грунта при природной влажности	г/см^3	2,02	1,98	1,98
Плотность сухого грунта	г/см^3	1,75	1,68	1,67
Коэффициент пористости	д.е.	0,516	0,570	0,572
Коэффициент водонасыщения	д.е.	0,820	0,830	0,861
Модуль деформации	МПа	17	17	17
Удельное сцепление	кПа	40	40	40
Угол внутреннего трения	град.	21	21	21

Заключение

1. В результате отрицательного техногенного вмешательства на геологическую среду произошло существенное изменение инженерно-геологических условий площадки строительства. Основными причинами ухудшения свойств грунтов стали промораживание котлована и последующее оттаивание в условиях замачивания. В результате этого произошло снижение деформационно-прочностных характеристик грунтов в сжимаемой зоне, и, как следствие, под фундаментом здания оказались грунты, которые не могут служить надежным основанием.

2. Из-за того что сильнодеформируемые грунты оказались под подошвой фундамента построенного здания, начались неравномерные осадки грунта по площади, в результате чего на несущих конструкциях здания появились следы деформаций, которые проявились в виде трещин по центру здания, также было выявлено отклонение стен от вертикали.

3. Территория исследования изменила категорию сложности инженерно-геологических условий со II (средней сложности) на III (сложную) категорию, что привело не только к необходимости всестороннего доизучения геологической среды, но и к существенному удорожанию строительства на данной площадке исследования, так как теперь необходимо принимать дополнительные меры по стабилизации грунтов основания для того, чтобы прекратить деформации здания.

4. Для принятия каких-либо мер по улучшению инженерно-геологических условий необходим долгосрочный мониторинг геологической среды, а также комплексные мероприятия по стабилизации грунтов основания, с привлечением специализированных научных организаций, которые бы обладали высококвалифицированными специалистами в данной области.

Список литературы / References

1. Королев В.А. Мониторинг геологических, литотехнических и эколого-геологических систем, под ред. В.Т. Трофимова. М.: Университет, 2007. 415 с.

Korolev V.A. Monitoring of geological, lithotechnical and ecological and geological systems. M.: Universitet, 2007. 415 p. (in Russian).

2. Кроник Я.А. Анализ аварийности и безопасности геотехнических систем в криолитозоне // Пятая конференция геокриологов России: материалы V конференции геокриологов России (Москва, 14–17 июня 2016 г.). М., 2016. Т. 1. С. 104–111.

Kronik Y.A. Accident rate and safety of natural-man-made systems in cryolitosone // Pyataya konferentsiya geokriologov Rossii: materialy V konferentsii geokriologov Rossii (Moskva, 14–17 iyunya 2016 g.). M., 2016. Vol. 1. P. 104–111 (in Russian).

3. Кроник Я.А. Безопасность оснований и фундаментов зданий и сооружений на многолетнемерзлых грунтах // Основание, фундаменты и механика грунтов. 2017. № 3. С. 36–39.

Kronik Ya.A. Accident rate and safety of natural-man-made systems in cryolitosone // Osnovaniya, fundamenty i mekhanika gruntov. 2017. No. 3. P. 36–39 (in Russian).

4. Шестернев Д.М., Васютич Л.А. Исследование влияния антропогенных воздействий на изменение геэкологических условий урбанизированных территорий южной криолитозоны (на примере г. Чита) // Вестник ЧитГУ. 2011. № 6. С. 117–121.

Shesternev D.M., Vasjutich L.A. Study of the impact of anthropogenic impacts on the change of geeecological conditions of urbanized areas of southern cryolitosone (on the example of Chita) // Vestnik ChitGU. 2011. No. 6. P. 117–121 (in Russian).

5. Шестернев Д.М., Васютич Л.А. Трансформация геолого-геокриологической среды в процессе урбанизации г. Чита // Вестник ЗабГУ. 2014. № 3 (106). С. 57–67.

Shesternev D.M., Vasjutich L.A. Transformation of geological-geocriological environment in the process of Chita urbanization // Vestnik ZabGU. 2014. No. 3. P. 57–67 (in Russian).

6. Бабело В.А., Мершеева М.Б., Стетюха В.А. Опыт эксплуатации зданий на многолетнемерзлых грунтах в Забайкальском крае // Вестник ЗабГУ. 2017. № 23 (11). С. 57–67.

Babello V., Mersheeva M., Stetjukha V. Experience of operation of buildings on long-term frozen soils in the Transbaikal region // Vestnik ZabGU. 2017. Vol. 23. No. 11. P. 57–67 (in Russian).

7. Торгашев В.В., Герасимов В.М., Стетюха В.А. Исследование деформаций жилого дома в изменившихся геокриологических условиях площадки строительства // Вестник ЧитГУ. 2007. № 4 (45). С. 44–49.

Torgashev V.V., Gerasimov V.M., Stetyukha V.A. Study of deformations of the residential building in the changed geocriological conditions of the construction site // Vestnik ChitGU. 2007. No. 4 (45). P. 44–49 (in Russian).

8. Трофимов В.Т. Актуальные вопросы изучения грунтов в инженерной геологии и экологической геологии // Геология, география и глобальная энергия. 2011. № 2 (41). С. 6–13.

Trofimov V.T. Topical issues of soil study in engineering geology and ecological geology // Geologiya, geografiya i global'naya energiya. 2011. No. 41. P. 6–13 (in Russian).

9. Портнова В.П. Инженерно-геологические условия Центрального и Восточного Забайкалья. М.: Недра, 1976. 232 с.

Portnova V. P. Engineering and geological conditions of Central and Eastern Transbaikalia. M.: Nedra, 1976. 232 p. (in Russian).

10. Бондарик Г.К., Ярг Л.А. Инженерно-геологические изыскания. М., 2014. 424 с.

Bondarik G.K., Yarg L.A. Geological engineering research. M., 2014. 424 p. (in Russian).

ОБЗОРЫ

УДК 551.581.2

К ВОПРОСУ ОБ АДАПТАЦИИ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА К УСЛОВИЯМ ЖИЗНИ В СЕВЕРНОМ РЕГИОНЕ

[1]Багнетова Е.А., [1]Малюкова Т.И., [2]Болотов С.В.

[1]БУ «Сургутский государственный педагогический университет», Сургут, e-mail: e.bagnetova@gmail.com;
[2]БУ ВО Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Сургутский государственный университет», Сургут

В статье представлены результаты теоретического анализа данных авторов об особенностях жизни и существующих факторах риска здоровью пришлого населения в северном регионе (Ханты-Мансийском автономном округе – Югре). Исследователями выявлены закономерности процессов адаптации пришлого населения к условиям севера. Описано влияние жестких климатических и экологических факторов на функциональное состояние всех систем организма, со временем провоцирующих интенсивное расходование адаптационных резервов и их быстрое истощение по сравнению с аналогичными процессами у людей, проживающих в более благоприятных для жизнедеятельности регионах. В настоящее время исследователями расшифрованы механизмы формирования северного стресса, адаптации и дезадаптации у человека на севере; разработаны методы ранней диагностики, профилактики и лечения заболеваний у пришлого населения, проживающего в условиях высоких широт. Однако проблема адаптации пришлого населения к условиям севера еще далека от своего решения, продолжает быть актуальной и требует дальнейшего изучения и внимания ученых из различных областей наук. Сегодня значимы и востребованы все направления исследований по обустройству такого образа жизни северян, которые позволили бы им максимально долго сохранять здоровье и работоспособность. Накопленные за последние десятилетия рекомендации медиков, физиологов и психологов в значительной степени остаются достоянием научной среды и недостаточно знакомы жителям, проживающим в гипокомфортных и экстремальных климатоэкологических условиях. Важно повышать уровень осведомленности населения северных регионов обо всех существующих рисках здоровью и о способах уменьшения их воздействия, что возможно решить через воспитание культуры здоровья детей, подростков и взрослых с учетом региональных аспектов проживания.

Ключевые слова: север, адаптация, факторы риска, здоровье, пришлое население

ADAPTING THE HUMAN BODY TO LIVING CONDITIONS IN THE NORTHERN REGION

[1]Bagnetova E.A., [1]Malyukova T.I., [2]Bolotov S.V.

[1]BU «Surgut State Teachers' University», Surgut, e-mail: e.bagnetova@gmail.com;
[2]BU VO Hunts-Mansi Autonomous Region-Ugra «Surgut State University», Surgut

The article presents the results of a theoretical analysis of the authors' data on life features and existing risk factors for the health of the population in the northern region (Khanty-Mansi Autonomous Region-Ugra). Researchers have identified patterns of the processes of adaptation of the population to the conditions of the north. The impact of rigid climatic and environmental factors on the functional state of all the body's systems, over time, provoking intensive expenditure of adaptation reserves and their rapid depletion, compared to similar processes in people living in more favorable regions. Currently, researchers have deciphered the mechanisms of northern stress formation, adaptation and disadaptation in humans in the north; Methods of early diagnosis, prevention and treatment of diseases have been developed in the population living in high latitudes. The problem of adapting the population to the conditions of the north is still far from its solution, continues to be relevant and requires further study and attention of scientists from different fields of science. Today, all areas of research on the arrangement of such a way of life of northerners, which would allow them to keep their health and performance as long as possible, are significant and in demand. The recommendations of physicians, physiologists and psychologists accumulated over the past decades remain largely within the scientific domain and are not sufficiently familiar to residents living in hypocomfort and extreme climate-environmental conditions. It is important to raise awareness of all existing health risks and how to reduce their impact, which can be addressed through the culture of health of children, adolescents and adults, taking into account the regional aspects of living.

Keywords: north, adaptation, risk factors, health, population

Современное общество предъявляет новые, постоянно возрастающие требования к уровню развития, работоспособности и продуктивности людей. Многое из перечисленного зависит не только от образа жизни, но и от условий проживания человека. Жизнь населения северных регионов, их профессиональная, учебная и бытовая деятельность протекают в суровых условиях на фоне тяжелых климатических и экологических факторов. Северные нефтегазодобывающие регионы отличаются не только частыми перепадами температуры, атмосферного давления, геомагнитной

активностью и прочими гипокомфортными, дискомфортными и экстремальными факторами, но и тяжелой антропогенной нагрузкой на здоровье проживающих там людей. Сочетанное воздействие жестких климатических и экологических факторов существенно влияет на функциональное состояние всех систем организма, что провоцирует интенсивное расходование адаптационных резервов и их более быстрое истощение по сравнению с аналогичными процессами у людей, проживающих в благоприятных для жизнедеятельности регионах. Основные регуляторные системы организма людей, проживающих в таких условиях, функционируют в состоянии постоянного напряжения, что постепенно приводит к развитию дезадаптивных процессов и дальнейших отклонений в состоянии здоровья [1, с. 9].

Цель исследования заключалась в теоретическом анализе данных исследований о существующих факторах риска здоровью и проблеме адаптации пришлого населения к условиям жизни в северном регионе (Ханты-Мансийском автономном округе – Югре).

Материалы и методы исследования

Методологической основой исследования стали концепции исследователей по проблеме адаптации человека к условиям севера. Для достижения поставленных задач использовались теоретические методы исследования (анализ, синтез и сравнение данных авторов из научных источников).

Результаты исследования и их обсуждение

Ханты-Мансийский автономный округ – Югра (ХМАО-Югра) располагается в центральной части Западносибирской равнины и территориально отнесен к Тюменской области. По данным официального сайта государственных органов, ХМАО-Югра формирует существенную часть экономики России и является одним из крупнейших нефтедобывающих регионов всего мира [2]. Природные ресурсы ХМАО-Югры обеспечили стабильное развитие и самого округа, привлекая для своего освоения большое количество переселенцев. Однако экономическая привлекательность региона не уменьшает негативного влияния на здоровье проживающих там людей, всего комплекса сложнейших географических, климатических и экологических факторов. Суровые условия севера предъявляют такие высокие требования к работе функциональных систем организма, обеспечивающих сохранение постоянства внутренней среды [3, с. 101; 4], что переход от состояния здоровья к болезни происходит стремительно и часто незаметно для самого человека [5, с. 50]. Данные многих исследований выявляют высокую сложность протекания приспособительных процессов долговременной адаптации у человека в таких регионах [6, с. 69].

Северные территории характеризуются не только чрезвычайно суровым климатом, но и повышенной сложностью решения практически всех повседневных задач [7]. Это обусловлено тяжелыми погодными данными, когда все виды труда, связанные с деятельностью в природных условиях (добыча нефти и газа, строительство, уборка дорог и мн. др.), выполняются гораздо сложнее, чем в регионах с более умеренным климатом. Погодные факторы ухудшают многие показатели качества жизни и осложняют практически все составляющие образа жизни, включая перемещение до мест работы и учебы, хозяйственной или развлекательной деятельности. Время пребывания на открытом воздухе в холодное время года предельно ограниченно, как и продолжительность светлого времени суток. Суровые климатические условия заставляют людей защищаться от них во многих аспектах своей жизни, начиная от особенностей одежды, заканчивая обустройством домашних и профессиональных помещений, а также искать способы отдыха, восстановления и оздоровления [3, с. 102].

Метеорологические характеристики севера отличаются не только своими абсолютными показателями, но и непериодичностью, резкостью и скоростью изменчивости. Сезонные, межсуточные и внутрисуточные перепады температуры в несколько раз выше и происходят чаще, чем в комфортных и прекомфортных регионах. В северных территориях наблюдаются значительные и частые колебания атмосферного давления, которые могут выдержать без возникновения дискомфортных состояний только полностью здоровые люди. Однако экономическая привлекательность севера стимулирует к переезду туда и лиц с различными отклонениями в состоянии здоровья. В таких случаях перестройка адаптационных систем в условиях северного стресса приводит к истощению регуляторных механизмов, обострению всех хронических

болезней и появлению новых [8, с. 33]. Статистика обращаемости по возникновению заболеваний в северных областях на 11,8 % выше, чем в целом по России [1, с. 9], распространенность артериальной гипертензии с 36–40-летней возрастной группы и старше наблюдается у 70 % обследованных лиц [6, с. 68].

Резкие смены или сочетания различных погодных характеристик неизбежно приводят к физиологическим изменениям в организме человека. Так, присутствие зоны низкого атмосферного давления со сниженным парциальным количеством кислорода в воздухе вызывает эффект гипотермической гипоксии. Явление холодного атмосферного фронта с повышенным содержанием кислорода обладает тонизирующим и спастическим эффектом. Сочетание холодного атмосферного фронта с высоким атмосферным давлением вызывает в организме человека реакции спастического и ангиоспастического типа (еще более усиливающиеся при большой скорости ветра), что особенно сказывается на самочувствии людей с хроническими заболеваниями (сердечно-сосудистыми, органов дыхания, желчнокаменной и мочекаменной болезнью, атеросклерозом сосудов головного мозга и др.). Морозы с сильным ветром и повышением атмосферного давления вызывают спазм сосудов и понижение артериального давления. Даже у здоровых людей регулярное нахождение в холодное время года на сильном морозе создает термический дискомфорт и повышает риск развития заболеваний, а у лиц с сердечно-сосудистыми, легочными, опорно-двигательными и другими заболеваниями и вовсе проявляется самым неблагоприятным образом [9]. Организм переселенцев, адаптированных к комплексу тех факторов внешней среды, в которых они жили, находится в непривычных для себя условиях, что при длительном пребывании в них приводит к напряжению регуляторных систем, нарушению постоянства внутренней среды и даже срыву процессов адаптации. Неслучайно исследователями введено, применительно к подобным ситуациям, понятие «биосоциальной платы», означающее достижение состояния адаптированности с большим напряжением, через перестройку обменных процессов в организме. Авторы отмечают рост острого и хронического стресса по мере увеличения периода проживания на севере, а также у ремигрантов и метеотропов [4, с. 66; 10].

Недостаточное количество солнечных дней в году является существенным фактором риска для здоровья человека. В северных регионах описано такое явление, как световое голодание, настолько значительную часть года выражен дефицит солнечного света. При этом страдает как психическое, так и физическое состояние человека, снижается иммунитет и работоспособность, ухудшается усвоение витаминов. Нарушенная, по сравнению со средними широтами, фотопериодичность изменяет привычный ритм физиологических функций, провоцирует развитие десинхроноза. Авторы относят процесс рассогласования биоритмов к одной из существенных причин развития патологических изменений в деятельности организма [11, с. 26; 12]. Фотопериодизм на севере относят к важнейшим ритмообразующим факторам, определяющим динамику показателей кардиореспираторной системы и нейровегетативной регуляции [13, с. 3]. Исследователями выявлена зависимость динамики иммунных, эндокринных и метаболических показателей организма от продолжительности светового дня в северных регионах [13, с. 7], особенностей солнечного облучения и световых ритмов [14, с. 3]. Возникающему в северных регионах десинхронозу исследователи отводят одну из важнейших ролей в развитии механизмов развития синдрома полярного напряжения [15, с. 8].

Геомагнитная активность в северных регионах отличается повышенной агрессивностью, амплитуда магнитных бурь там может в десятки раз превышать аналогичные показатели средних широт. Сила воздействия магнитного поля на севере такова, что даже его незначительные изменения приводят к сбою регуляторных систем организма человека, вызывают резкие перемены в протекании биохимических процессов, изменения показателей крови, вариабельности сердечного ритма и микрофлоры [5; 16]. Магнитные колебания меняют процессы нейроэндокринной регуляции, оказывают мощное воздействие на психофизиологическое состояние человека, вызывая как физический, так и психический дискомфорт [17; 18]. В дни, когда происходят мощные изменения магнитных полей, у многих людей присутствует плохое самочувствие в дневное время суток и нарушается сон ночью, обостряются нервно-психические болезни. Данные многих исследований последних лет подтверждают влияние ряда высокоширотных гелиогеофизических агентов на формирование

картины заболеваемости, возникновение и протекание хронических болезней. Указанные факторы оказывают особенно негативное влияние на состояние здоровья лиц с хроническими заболеваниями, что многократно описано исследователями на примере больных сердечно-сосудистыми, нервными и другими заболеваниями [16; 18]. Геомагнитные возмущения являются не причиной, а существенным фактором риска усугубления болезненных состояний [19, с. 29]. Доказано, что нарастание их интенсивности увеличивает количество гипертонических кризов, приступов стенокардии; осложняет течение инфарктов миокарда и инсультов [19; 20]. Сочетание непериодических геомагнитных возмущений с неустойчивыми погодными явлениями оказывает существенное влияние на многие физиологические и биохимические функции организма человека, производит изменения на молекулярном уровне, что в совокупности формирует синдром полярного напряжения – состояние, провоцирующее развитие многих патологических состояний. Именно такие процессы приводят к хронически присутствующему дефициту витаминов, макро- и микроэлементов в организме человека, когда даже при условии достаточного употребления их с пищей и высоком уровне концентрации в крови они не доходят в полноценном количестве до клеток [1, с. 12].

Экологические проблемы ХМАО-Югры обусловлены последствиями развития промышленного сектора. Широкомасштабная добыча нефти и газа не только изменила состояние природной среды, но и обусловила загрязнение земли и водных объектов, атмосферного воздуха, создала проблему размещения и утилизации отходов. Несмотря на реализуемую в округе государственную программу обеспечения экологической безопасности, существует множество рисков здоровью, обусловленных последствиями многолетней добычи нефти и газа. Некоторые исследователи определяют степень неблагоприятного воздействия промышленности на окружающее пространство как критическое [1]. В ХМАО-Югре в результате попадания нефти в почву происходило проникновение некоторых ее фракций в грунтовые воды, что является крайне вредным для растений, животных и человека. Свою долю загрязнения воды, почвы и различных грунтов вносят и сопутствующие газы.

В регионе имеются источники радиоактивного загрязнения. К ним относятся пять объектов, образовавшихся в результате проводимых несколько десятилетий назад подземных ядерных взрывов. Данные в открытых для общественности источниках об этих объектах крайне противоречивые: от убеждений в их абсолютной безопасности до угрожающих прогнозов [21, с. 118; 22]. Многие предприятия округа используют для геофизических исследований закрытые радиоактивные источники. Особо радиационно и ядерно опасные объекты на территории округа отсутствуют, однако рост годовой эффективной дозы за последние 3 года на одного жителя ХМАО-Югры за счет всех источников ионизирующего излучения составил свыше 6% против 1,3% по России [21, с. 1]. Содержащиеся в геологических структурах радионуклиды попадают на поверхность при освоении нефтегазоносных отложений, добыче и первичной переработке углеводородного сырья. Оценка степени радиационной опасности материалов, с которыми имеют дело на геологоразведочных и нефтегазодобывающих предприятиях, показывает, что некоторые из них относятся к категории обычных промышленных отходов, тогда как другие требуют обязательной санитарно-эпидемиологической экспертизы для определения способа хранения и утилизации. Исследователи предупреждают о постоянно присутствующем риске возрастания концентрации радионуклидов до опасного уровня в продуктах и отходах нефтяного производства при его длительном функционировании [22, с. 31].

Присутствие экологически обусловленного стресса в северных регионах подтверждается сравнением показателей смертности лиц трудоспособного возраста с аналогичными в более комфортных для жизни регионах и выявлением у более чем 60% обследуемых северян высокого уровня психоэмоционального напряжения и гормонов стресса в крови [14, с. 3]. В целом данные авторов о комплексном воздействии экологических и антропогенных факторов северного региона на здоровье населения свидетельствуют об их экстремальных характеристиках и указывают на необходимость учета их влияния при осуществлении прогноза состояния функциональных систем организма человека [1, с. 13].

Заключение

Все вышеперечисленные факторы севера оказывают особенно сильное влияние на пришлое население, для которого непривычны такие условия жизни. Некоренные жители,

приехавшие из регионов с более комфортным климатом, например из средних широт, будучи хорошо приспособленными к небольшим суточным колебаниям температуры, давления и других природных факторов, в северных регионах оказываются очень чувствительными к новым условиям, что неизбежно сказывается не только на настроении, но и самочувствии людей. Скорость реакции адаптационных механизмов у пришлого населения, приспособленного к иному климату, не соответствует темпам изменения факторов внешней среды на севере. По этой причине переезд в северные регионы лиц с хроническими заболеваниями, являющихся наиболее восприимчивыми ко всем колебаниям метеорологических факторов, крайне нежелателен. Недооценивание или игнорирование суровых условий севера приводит к раннему возникновению и ускоренному развитию всех имеющихся заболеваний [9].

Существующие системы материальной компенсации сложностей северной жизни мотивируют к проживанию в этих условиях, но не позволяют полностью защитить здоровье северян, оградить от тягот суровой северной жизни и ограничить срок проживания на этих территориях пришлого населения. Многие из мигрантов остаются жить на севере, но все эти природные и антропогенные факторы продолжают свое действие и на следующие поколения северян. Так, по данным В.С. Соловьева с соавторами, полной адаптации пришлого населения к новым гипокомфортным, дискомфортным и экстремальным условиям может не случиться и в четвертом поколении переселенцев. Исследователями описаны и такие явления, как преждевременное старение населения северных регионов, «омоложение» симптомов патологий сердечно-сосудистой системы и показателей смертности [15, с. 3], осложненное течение хронических заболеваний [1, с. 10], сокращение продолжительности жизни на 10–15 лет [23, с. 64]. Переезд людей на север и пригодность к вахтовому способу работы стоило бы обосновывать не только с точки зрения личного желания, но и тщательной предварительной медицинской диагностики. По данным В.П. Казначеева, далеко не все даже полностью здоровые и молодые люди смогут адаптироваться к жизни на севере без развития хронической патологии. Успешность адаптации человека определяется, в частности, его принадлежностью к определенному конституциональному типу, способному к длительному выдерживанию нагрузок. В настоящее время исследователями расшифрованы механизмы формирования северного стресса, адаптации и дезадаптации у человека на севере; разработаны методы ранней диагностики, профилактики и лечения заболеваний у пришлого населения, проживающего в условиях высоких широт [14, с. 3; 24, с. 66].

Остается очевидным тот факт, что проблема адаптации пришлого населения к условиям севера не теряет своей значимости и требует дальнейшего изучения и внимания исследователей из различных областей наук. Важно не только продолжать все направления исследований по обустройству такого образа жизни человека в этих условиях, который позволит максимально долго сохранить здоровье и работоспособность, но и повышать уровень осведомленности населения северных регионов обо всех существующих рисках здоровью и о том, как сохранить себя в данных условиях [25]. Проблема адаптации человека к условиям севера хорошо изучена, однако существует колоссальный разрыв между накопленными рекомендациями исследователей и степенью осведомленности о них населения северных регионов. В связи с этим актуализируются все направления воспитания культуры здоровья детей, подростков и взрослых с учетом региональных аспектов проживания. Культура здоровья в таких регионах должна включать в себя не только осведомленность о факторах риска здоровью, но и специфику здорового образа жизни в этих условиях.

Список литературы / References

1. Башкатова Ю.В., Карпин В.А. Общая характеристика функциональных систем организма человека в условиях Ханты-Мансийского автономного округа – Югры // Экология человека. 2014. № 5. С. 9–16.

Bashkatova Yu.V., Karpin V.A. General characteristics of the functional systems of the human body in the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Yugra // E`kologiya cheloveka. 2014. № 5. P. 9–16 (in Russian).

2. Официальный сайт государственных органов. [Электронный ресурс]. URL: https://admhmao.ru/ (дата обращения: 18.03.2021).

Official website of state bodies. [Electronic resource]. URL: https://admhmao.ru/ (date of the application: 18.03.2021) (in Russian).

3. Луговая Е.А., Аверьянова И.В. Оценка коэффициента напряжения адаптационных резервов организма при хроническом воздействии факторов севера // Анализ риска здоровью. 2020. № 2. С. 101–109. DOI: 10.21668/health.risk/2020.2.11.

4. Lugovaya E.A., Aver`yanova I.V. Assessment of the stress coefficient of the body's adaptive reserves during chronic exposure to the factors of the north // Analiz riska zdorov`yu. 2020. № 2. P. 101–109. DOI: 10.21668/health.risk/2020.2.11 (in Russian).

5. Sato M., Matsuo T., Atmore H., Akashi M. Possible contribution of chronobiology to cardiovascular health. Front. Physiol. 2014. Vol. 4. P. 409–421.

6. Завадская Т.С., Михайлов Р.Е., Чеботарева Е.Н., Белишева Н.К. Вариабельность микрофлоры человека в зависимости от гелиогеофизических агентов в условиях Заполярья // Труды Кольского научного центра РАН. 2015. № 6 (32). С. 50–53.

Zavadskaya T.S., Mixajlov R.E., Chebotareva E.N., Belisheva N.K. Variability of human microflora depending on heliogeophysical agents in the Arctic // Trudy` Kol`skogo nauchnogo centra RAN. 2015. № 6 (32). P. 50–53 (in Russian).

7. Соловьев В.С., Бакиева Э.М., Трусевич Н.В., Церцек Т.Н. Комплексное исследование адаптивных свойств жительниц зрелого возраста северного города // Вестник НВГУ. 2016. № 2. С. 66–70.

Solov`ev V.S., Bakieva E`.M., Trusevich N.V., Cercek T.N. A comprehensive study of the adaptive properties of mature women in the northern city // Vestnik NVGU. 2016. № 2. P. 66–67 (in Russian).

8. Болотин Е.И., Лубова В.А. Новые подходы к оценке комфортности территорий Российского дальнего востока для жизнедеятельности населения // Экология человека. 2014. № 1. С. 20–26.

Bolotin E.I., Lubova V.A. New approaches to assessing the comfort of the territories of the Russian Far East for the life of the population // E`kologiya cheloveka. 2014. № 1. P. 20–26 (in Russian).

9. Багнетова Е.А. Оценка образа жизни и психофункционального состояния старшеклассников северного региона // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Образование, здравоохранение, физическая культура. 2011. № 26 (243). С. 32–35.

Bagnetova E.A. Assessment of the way of life and psychofunctional state of high school students in the northern region // Vestnik Yuzhno-Ural`skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Obrazovanie, zdravooxranenie, fizicheskaya kul`tura. 2011. № 26 (243). P. 32–35 (in Russian).

10. Овчарова В.Ф. О физиологических изменениях в организме при смене климатических условий: автореф. дис. … канд. мед. наук. Москва, 1964. 22 с.

Ovcharova V.F. On physiological changes in the body when changing climatic conditions: avtoref. dis. … kand. med. nauk. Moskva, 1964. 22 p. (in Russian).

11. Хаснулин В.И., Хаснулина А.В. Психоэмоциональный стресс и метеореакция как системные проявления дизадаптации человека в условиях изменения климата на Севере России // Экология человека. 2012. № 8. С. 3–7.

Khasnulin V.I., Khasnulin P.V. Psycho-emotional stress and meteorocia as systemic manifestations of human dysadaptation in the conditions of climate change in the North of Russia // E`kologiya cheloveka. 2012. № 8. P. 3–7 (in Russian).

12. Зенина О.Ю., Макарова И.И., Игнатова Ю.П., Аксенова А.В. Хронофизиология и хронопатология сердечно-сосудистой системы // Экология человека. 2017. № 1. С. 25–33.

Zenina O.Yu., Makarova I.I., Ignatova Yu.P., Aksenova A.V. Chronophysiology and chronopathology of the cardiovascular system // E`kologiya cheloveka. 2017. № 1. P. 25–33 (in Russian).

13. Грибанов А.В., Джос Ю.С., Рысина Н.Н. Изменения параметров биоэлектрической активности головного мозга у школьников-северян 16–17 лет в различных условиях естественной освещенности // Экология человека. 2013. № 6. С. 42–48.

Gribanov A.V., Jos Y.S., Rysina N.N. Changes in the parameters of bioelectric brain activity in schoolchildren-northern 16–17 years in different conditions of natural light // E`kologiya cheloveka. 2013. № 6. P. 42–48 (in Russian).

14. Поскотинова Л.В. Вегетативная регуляция ритма сердца и эндокринный статус молодежи в условиях Европейского Севера России. Екатеринбург: УрО РАН, 2010. 229 с.

Poskotinova L.V. Vegetative regulation of heart rhythm and endocrine status of youth in the European North of Russia. Ekaterinburg: UrO RAN, 2010. 229 p. (in Russian).

15. Хаснулин В.И. Здоровье человека и космогеофизические факторы Севера // Экология человека. 2013. № 12. С. 3–13.

Xasnulin V.I. Human Health and Cosmogeophysical Factors of the North // E`kologiya cheloveka. 2013. № 12. P. 3–13 (in Russian).

16. Хаснулин В.И., Хаснулин П.В. Современные представления о механизмах формирования северного стресса у человека в высоких широтах // Экология человека. 2012. № 1. С. 3–11.

Xasnulin V.I., Xasnulin P.V. Modern ideas about the mechanisms of northern stress formation in humans at high latitudes // E`kologiya cheloveka. 2012. № 1. P. 3–11 (in Russian).

17. Кокоричева Л.В., Манык Ф.М., Пащенко В.П., Пащенко Г.С. Влияние изменения магнитного поля Земли на человека в Арктическом регионе европейского севера // Молодой ученый. 2019. № 6 (244). С. 50–52.

Kokoricheva L.V., Many`k F.M., Pashhenko V.P., Pashhenko G.S. Influence of changes in the Earth's magnetic field on a person in the Arctic region of the European North // Molodoj ucheny`j. 2019. № 6 (244). P. 50–52 (in Russian).

18. Попова Е.А., Андронов С.В., Попов А.И. Изменения физиологических показателей жителей крайнего севера под влиянием астрономических возмущений // Вестник Челябинского государственного университета. 2014. № 13 (342). Вып. 4. С. 74–77.

Popova E.A., Andronov S.V., Popov A.I. Changes in the physiological indicators of the inhabitants of the extreme north under the influence of astronomical disturbances // Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta. 2014. № 13 (342). V. 4. P. 74–77 (in Russian).

19. Бреус Т.К., Комаров Ф.И., Рапопорт С.И. Медицинские эффекты геомагнитных бурь // Клиническая медицина. 2005. Т. 83. № 3. С. 4–11.

Breus T.K., Komarov F.I., Rapoport S.I. Medical effects of geomagnetic storms // Klinicheskaya medicina. 2005. V. 83. № 3. P. 4–11 (in Russian).

20. Казанцев Л.В., Ступин В.В. Изучение зависимости значений показателей смертности, вызванной ишемической болезнью сердца от гелиомагнитной активности // Известия Иркутской государственной экономической академии (Байкальский государственный университет экономики и права). 2012. № 4. С. 34–38.

Kazancev L.V., Stupin V.V. Study of the dependence of the values of mortality rates caused by ischemic heart disease on heliomagnetic activity // Izvestiya Irkutskoj gosudarstvennoj e`konomicheskoj akademii (Bajkal`skij gosudarstvenny`j universitet e`konomiki i prava). 2012. № 4. P. 34–38 (in Russian).

21. Пеньковская Р.М., Момоток С.А. Влияние магнитных бурь на сердечно-сосудистую систему // Экология и безопасность жизнедеятельности. 2012. № 1. С. 89–105.

Pen`kovskaya R.M., Momotok S.A. Influence of magnetic storms on the cardiovascular system // Ekologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti. 2012. № 1. P. 89–105 (in Russian).

22. Тиллес В.Ф., Побережный А.А., Самойлов В.Р. Анализ результатов мониторинга радиационной обстановки в ХМАО-Югре за период 2009–2018 гг. // Бюллетень науки и практики. 2019. Т. 5. № 12. С. 118–128. DOI: 10.33619/2414-2948/49/13.

23. Tilles V.F., Poberezhny`j A.A., Samojlov V.R. Analysis of the results of monitoring the radiation situation in the Khanty-Mansi Autonomous Okrug-Yugra for the period 2009–2018 // Byulleten` nauki i praktiki. 2019. V. 5. № 12. P. 118–128. DOI: 10.33619/2414-2948/49/13 (in Russian).

24. Старков В.Д., Александров А.С. Радиоэкологическая оценка битуминозных отложений баженовской свиты Западной Сибири // Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование. 2013. № 2. С. 29–33.

Starkov V.D., Aleksandrov A.S. Radioecological assessment of bituminous deposits of the Bazhenov formation in Western Siberia // Vestnik Tyumenskogo gosudarstvennogo univesiteta. E`kologiya i prirodopol`zovanie. 2013. № 2. P. 29–33 (in Russian).

25. Никитин Ю.П., Хаснулин В.И., Гудков А.Б. Современные проблемы северной медицины и усилия учёных по их решению // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Медико-биологические науки. 2014. № 3. С. 63–72.

Hikitin Yu.P., Xasnulin V.I., Gudkov A.B. Modern problems of northern medicine and the efforts of scientists to solve them // Bestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal`nogo universiteta. Seriya: Mediko-biologicheskie nauki. 2014. № 3. P. 63–72 (in Russian).

26. Динамика радиационных аварий. [Электронный ресурс]. URL: fedstat.ru/indicator/37323 (дата обращения: 12.03.2021).

Dynamics of radiation accidents. [Electronic resource]. URL: fedstat.ru/indicator/37323 (date of the application: 12.03.2021) (in Russian).

27. Багнетова Е.А. Культура здоровья человека на севере // Успехи современного естествознания. 2006. № 4. С. 25.

Bagnetova E.A. Culture of human health in the north // Uspexi sovremennogo estestvoznaniya. 2006. № 4. P. 25 (in Russian).