

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ – 0,778

Пятилетний импакт-фактор РИНЦ – 0,279

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

Чернева Ирина Николаевна, к.с.-х.н.

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 Кузьяков 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 – 0,778.

Пятилетний импакт-фактор РИНЦ – 0,279.

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: 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 – 27.04.2020

Дата выхода номера – 27.05.2020

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. 23,38

Тираж – 1000 экз. Заказ. УСЕ/4-2020

Подписной индекс П7816

© ООО ИД «Академия Естествознания»

СОДЕРЖАНИЕ

Сельскохозяйственные науки (06.01.00, 06.03.00)**СТАТЬИ**

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛЕСОВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В СОСНОВЫХ ЛЕСАХ ПОСЛЕ ПОЖАРОВ РАЗНЫХ ЛЕТ И РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ИСКУССТВЕННОГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ МЕГИНО-КАНГАЛАССКОГО УЛУСА РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ))	
<i>Борисов С.В., Сергучева А.И., Иванова О.Н.</i>	9
ОЦЕНКА МОРФОГЕНЕЗА ВИДОВ <i>SALIX</i> И <i>ACER NEGUNDO</i> В НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ САРАТОВСКОГО ПОВОЛЖЬЯ	
<i>Вергунова А.А., Токарева В.М., Сокольская О.Б., Проездов П.Н.</i>	15
РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОРТОИСПЫТАНИЯ НОВЫХ СРЕДНЕРАННИХ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ (ФАО 250–299) В НИЖНЕМ ПОВОЛЖЬЕ	
<i>Волков Д.П., Жужукин В.И., Зайцев С.А., Гудова Л.А., Гусева С.А., Носко О.С.</i>	22
БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕАЛИЗАЦИИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПРОЕКТА «ОЗДОРОВЛЕНИЕ ВОЛГИ» В ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ	
<i>Иозус А.П., Завьялов А.А., Крючков С.Н.</i>	30
К ВОПРОСУ ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЯ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА ЮГЕ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА	
<i>Мухина Н.В., Суржик М.М.</i>	35
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ СЕЯНЦЕВ ПИХТЫ ЦЕЛЬНОЛИСТНОЙ (<i>ABIES HOLOPHYLLA</i> MAXIM.)	
<i>Острошенко В.Ю., Острошенко Л.Ю.</i>	41
ОЦЕНКА КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ НА КОРОТКОСТЕБЕЛЬНОСТЬ И УСТОЙЧИВОСТЬ К ПОЛЕГАНИЮ	
<i>Таранова Т.Ю., Кинчаров А.И., Дёмина Е.А., Муллаянова О.С.</i>	48

Науки о Земле (25.00.00)**СТАТЬИ**

ПРИРОДНЫЕ И АНТРОПОГЕННЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ТУРИЗМА В ПРЕДЕЛАХ ГОРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ (НА ПРИМЕРЕ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЛАГОНАКСКОГО НАГОРЬЯ)	
<i>Антипцева Ю.О., Волкова Т.А.</i>	54
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ	
<i>Аракчеева О.В., Кривдина И.Ю.</i>	62
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОЙ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ТЕСТ-СИСТЕМЫ СОИ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ВОДОТОКОВ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ	
<i>Быковская Н.В., Шишлова М.А., Шишлова Т.М.</i>	68
ЛАНТАНОИДНЫЙ ТЕТРАДНЫЙ ЭФФЕКТ ФРАКЦИОНИРОВАНИЯ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ПРИМЕРЕ ЮЖНО-ЯКУТИНСКОЙ ВУЛКАНО-ТЕКТОНИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ (ПРИМОРЬЕ, ДАЛЬНИЙ ВОСТОК РОССИИ)	
<i>Гребенникова А.А., Кузьмина Т.В.</i>	73

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ПРИВОЛЖСКОГО
ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

Еремеева С.С., Караганова Н.Г., Гаврилов О.Е. 79

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ ОБСТАНОВКУ
И МЕРЫ ПО МОНИТОРИНГУ ЗА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМИ СИТУАЦИЯМИ
В ЛЕСАХ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Игнатьева А.В., Кнауб Р.В., Чупина Е.А. 85

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПЛОТНОСТИ ПОТОКА РАДОНА
НА ТЕРРИТОРИЯХ ПОДЗЕМНОЙ ДОБЫЧИ УГЛЯ

Лешуков Т.В., Легощин К.В., Ларионов А.В. 93

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ В АККУМУЛЯЦИИ МЕДИ
ДОННЫМИ ОТЛОЖЕНИЯМИ И ГИДРОБИОНТАМИ
В БАССЕЙНЕ ВЕРХНЕГО И СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ПЕЧОРА

Мазур В.В., Доровских Г.Н. 98

ЗЕМЕЛЬНЫЕ УГОДЬЯ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ОКРУГОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Мазуркин П.М. 106

РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ В ЮРСКО-МЕЛОВЫХ ТЕРРИГЕННЫХ ПОРОДАХ
БАССЕЙНОВ РЕК ЛИМУРИ И ПИЛЬДА (ДАЛЬНИЙ ВОСТОК РОССИИ)

Медведева С.А. 114

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОЧВЕННО-ЭРОЗИОННЫХ
ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ КИНЕТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СКЛОНОВОГО СТОКА

Мельникова Е.А., Лукашов С.В., Иванченкова О.А., Левкина Г.В. 120

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН
С ЭТАПА ОБРАЗОВАНИЯ ТАССР ДО СОВРЕМЕННОГО ПЕРИОДА

Мухаметов А.Р. 125

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОЧИСТКЕ ПОБЕРЕЖЬЯ ОТ МУСОРА
В ПРИМОРСКОМ КРАЕ

Охоткина В.Э., Блиновская Я.Ю., Высоцкий М.В., Высоцкая М.В. 130

СНИЖЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ИОНОВ ЦИНКА В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ ГЛИНОЙ,
СОДЕРЖАЩЕЙ МОНТМОРИЛЛОНИТ

Пимнева Л.А., Rogov Д.О., Ларионова К.А. 135

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ИСКУССТВЕННЫЕ РАДИОНУКЛИДЫ В СНЕГОВОМ ПОКРОВЕ
УСЛОВНО ЧИСТОЙ ТЕРРИТОРИИ НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

Пучков А.В., Яковлев Е.Ю., Дружинин С.В. 140

ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ, МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ
И МЕХАНИЗМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЧЕТКОВИДНЫХ РУСЕЛ МАЛЫХ РЕК
СТЕПНОЙ ЗОНЫ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

Рябуха А.Г., Поляков Д.Г. 146

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ СЕЛЕВЫХ ПОТОКОВ РЕСПУБЛИКИ ИНГУШЕТИЯ
(ВОСТОЧНЫЙ КАВКАЗ)

Сергеева Г.А., Андреева Е.С., Адамян В.Л. 151

ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ НАВОДНЕНИЯ НА РЕКАХ ЮГРЫ

Ткачев Б.П., Досанов С.С. 157

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА КАЧЕСТВА ЖИЗНИ
НАСЕЛЕНИЯ СУБЪЕКТОВ РФ

Фаронова Ю.В., Ахунов А.Р., Тельнова Т.П.163

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ВОЗРАСТЕ ВУЛКАНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ
КАЙНОЗОЙСКИХ РИФТОГЕННЫХ ВПАДИН ВОСТОЧНОГО СИХОТЭ-АЛИНЯ

Чащин А.А., Попов В.К., Будницкий С.Ю., Чащин С.А., Ноздрачев Е.А.169

ТЕРРИТОРИАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЗАКАЗНИКОВ АЛТАЙСКОГО КРАЯ
В ЦЕЛЯХ ОРГАНИЗАЦИИ ОРНИТОЛОГИЧЕСКИХ ТУРОВ

Черемисин А.А., Важов С.В., Важов В.М.176

РОЛЬ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ РЕГИОНОВ
СТЕПНОГО ПОЯСА АЗИАТСКОЙ РОССИИ В СОХРАНЕНИИ БИОРАЗНООБРАЗИЯ

Чибилёв А.А. (мл.), Мелешкин Д.С., Григоревский Д.В.182

CONTENTS

Agricultural sciences (06.01.00, 06.03.00)

ARTICLES

STUDY OF REFORESTATION PROCESSES IN PINE FOREST AFTER FIRES OF DIFFERENT YEARS AND THE DEVELOPMENT OF THE PROJECT OF ARTIFICIAL REGENERATION (ON THE EXAMPLE OF MEGINO-KANGALASSKIY DISTRICT REPUBLIC OF SAKHA (YAKUTIA)	9
<i>Borisov S.V., Sergucheva A.I., Ivanova O.N.</i>	
ASSESSMENT OF MORPHOGENESIS OF <i>SALIX</i> AND <i>ACER NEGUNDO</i> SPECIES IN LOCALITIES OF THE SARATOV VOLGA REGIO	15
<i>Vergunova A.A., Tokareva V.M., Sokolskaya O.B., Proezdov P.N.</i>	
ECOLOGICAL VARIETY RESULTS OF THE NEW MID-MEDIUM CORN HYBRIDES (FAO 250–299) IN THE LOWER VOLGA REGION	22
<i>Volkov D.P., Zhuzhukin V.I., Zaytsev S.A., Gudova L.A., Guseva S.A., Nosko O.S.</i>	
BIO-ECOLOGICAL ASPECTS OF IMPLEMENTATION OF THE NATIONAL PROJECT «HEALTH OF THE VOLGA» IN THE VOLGOGRAD REGION	30
<i>Iozus A.P., Zavyalov A.A., Kryuchkov S.N.</i>	
REVISITING THE OPERATIONAL CONTROL OF SOIL FERTILITY FOR GROWING AGRICULTURAL CROPS IN THE SOUTH OF THE FAR EAST	35
<i>Mukhina N.V., Surzhik M.M.</i>	
THE EFFECTIVENESS OF THE APPLICATION OF GROWTH STIMULANTS IN GROWING MANCHURIAN FIR (<i>ABIES HOLOPHYLLA</i> MAXIM.)	41
<i>Ostroshenko V.Yu., Ostroshenko L.Yu.</i>	
EVALUATION OF COLLECTION SAMPLES OF SPRING SOFT WHEAT FOR SHORT STALK AND LODGING RESISTANCE	48
<i>Taranova T.Yu., Kincharov A.I., Demina E.A., Mullayanova O.S.</i>	

Earth sciences (25.00.00)

ARTICLES

NATURAL AND ANTROPOGENICAL ASPECTS OF THE DEVELOPMENT OF ECOLOGICAL TOURISM IN MOUNTAIN AREAS (ON THE EXAMPLE OF EASTERN LAGONAKI PLATEAU)	54
<i>Antiptseva Yu.O., Volkova T.A.</i>	
CURRENT TRENDS IN THE POPULATION DYNAMICS OF THE NIZHNY NOVGOROD REGION	62
<i>Arakcheeva O.V., Krivdina I.Yu.</i>	
USE OF A VEGETABLE GENETIC SOYA TEST SYSTEMS FOR EVALUATING THE STATE OF WATERWATERS OF URBANIZED TERRITORIES	68
<i>Bykovskaya N.V., Shishlova M.A., Shishlova T.M.</i>	
LANTHANIDE TETRAD EFFECT FRACTIONATION OF RARE EARTH ELEMENTS AS EXEMPLIFIED BY THE SOUTH YAKUT VOLCANIC DEPRESSION (PRIMORYE, RUSSIAN FAR EAST)	73
<i>Grebennikova A.A., Kuzmina T.V.</i>	

ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL STATE OF UNDERGROUND WATERS
OF THE VOLGA FEDERAL DISTRICT

Eremeeva S.S., Karaganova N.G., Gavrilov O.E. 79

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF FOREST FIRES ON THE ECOLOGICAL SITUATION
AND MEASURES FOR MONITORING OF EMERGENCY SITUATIONS
IN THE FORESTS OF THE TOMSK REGION

Ignateva A.V., Knaub R.V., Chupina E.A. 85

GEOGRAPHIC VARIATION IN RADON FLUX DENSITY
IN TERRITORY UNDERGROUND MINES

Leshukov T.V., Legoshchin K.V., Larionov A.V. 93

GEOECOLOGICAL ASPECT IN THE ACCUMULATION OF WATER
AND BOTTOM SEDIMENTS AND HYDROBIONTS IN THE RIVER BASIN
AND THE MIDDLE COURSE OF THE PECHORA RIVER

Mazur V.V., Dorovskikh G.N. 98

LAND AREAS IN THE FEDERAL DISTRICTS OF THE RUSSIAN FEDERATION

Mazurkin P.M. 106

RARE EARTH ELEMENTS IN THE JURASSIC-CRETACEOUS TERRIGENOUS ROCKS
OF THE LIMURI AND PILDA RIVER BASINS, THE FAR EAST OF RUSSIA

Medvedeva S.A. 114

IMPROVING METHODS FOR MODELING SOIL EROSION PROCESSES
BASED ON THE KINETIC MODEL OF SLOPE RUNOFF

Melnikova E.A., Lukashov S.V., Ivanchenkova O.A., Levkina G.V. 120

DYNAMICS OF RURAL POPULATION IN THE REPUBLIC OF TATARSTAN
FROM THE PERIOD OF FORMATION OF TASSR TO THE MODERN PERIOD

Mukhametov A.R. 125

ANALYSIS OF COASTAL CLEANUP EVENTS RESULTS IN PRIMORSKY KRAY

Okhotkina V.E., Blinovskaya Ya. Yu., Vysotsky M.V., Vysotskaya M.V. 130

REDUCTION OF ZINC ION CONTENT IN NATURAL WATERS
BY MONTMORILLONITE CLAY

Pimneva L.A., Rogov D.O., Larionova K.A. 135

NATURAL AND ARTIFICIAL RADIONUCLIDES IN THE SNOW COVER
OF THE BACKGROUND TERRITORY OF THE NENETS AUTONOMOUS OKRUG

Puchkov A.V., Yakovlev E. Yu., Druzinin S.V. 140

PECULIARITIES OF DISTRIBUTION, MORPHOLOGICAL STRUCTURE
AND MECHANISMS OF FORMATION OF BEAD-SHAPED CHANNEL
OF SMALL RIVERS OF THE STEPPE ZONE OF THE ORENBURG REGION

Ryabukha A.G., Polyakov D.G. 146

CONDITIONS FOR THE FORMATION OF MUDFLOWS OF THE REPUBLIC
OF INGUSHETIA (EAST CAUCASUS)

Sergeyeva G.A., Andreeva E.S., Adamyan V.L. 151

EXTREME FLOODING ON THE RIVERS OF YUGRA

Tkachev B.P., Dosanov S.S. 157

SPACE-TIME DYNAMICS OF QUALITY OF LIFE OF THE POPULATION
OF SUBJECTS OF THE RUSSIAN FEDERATION

Faronova Yu.V., Akhunov A.R., Telnova T.P.163

NEW DATA ON THE AGE OF VOLCANIC COMPLEXES FROM THE CENOZOIC
RIFT BASINS OF THE EASTERN SIKHOTE-ALIN

Chashchin A.A., Popov V.K., Budnitskiy S.Yu., Chashchin S.A., Nozdrachev E.A.169

TERRITORIAL EVALUATION OF NATURE RESERVES OF THE ALTAI REGION
FOR THE ORGANIZATION OF ORNITOLOGICAL TOURS

Cheremisin A.A., Vazhov S.V., Vazhov V.M.176

THE ROLE OF SPECIALLY PROTECTED NATURAL TERRITORIES
OF THE ASIAN RUSSIA STEPPE REGIONS IN CONSERVATION OF BIODIVERSITY

Chibilev A.A. (jr.), Meleshkin D.S., Grigorevskiy D.V.182

СТАТЬИ

УДК 630*161(571.56)

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛЕСОВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В СОСНОВЫХ ЛЕСАХ ПОСЛЕ ПОЖАРОВ РАЗНЫХ ЛЕТ И РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ИСКУССТВЕННОГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ МЕГИНО-КАНГАЛАССКОГО УЛУСА РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ))**¹Борисов С.В., ¹Сергучева А.И., ²Иванова О.Н.**¹МБОУ «Майинский лицей имени И.Г. Тимофеева»,*Мегино-Кангаласский улус Республика Саха, Якутия, e-mail: gymnmaya@mail.ru;*²ФГБОУ ВО «Якутская государственная сельскохозяйственная академия»,*Якутск, e-mail: ysaa.ykt@gmail.com*

Данная статья посвящена исследованию лесовосстановительных процессов в сосновых лесах после пожаров разных лет и разработке проекта искусственного возобновления в Мегино-Кангаласском улусе. Здесь рассматриваются такие вопросы, как сравнение интенсивности лесовосстановительных процессов в сосновых лесах после низовых пожаров разных лет и исследование видового состава растений соснового леса. В статье использовались следующие методы исследования: изучение и анализ отечественной литературы по проблеме исследования; проведение маршрутных исследований; исследование типа почвы и видов растений; ведение учета подроста сосны на пробных площадках; проведение сбора семян сосны, выращивание саженцев сосны по экспериментальным методикам. Проведенное исследование позволило нам сделать следующие выводы: 1) сосновые леса в течение одного года и трех лет после пожаров не были восстановлены в связи с недостаточной увлажненностью почвы; 2) лесовосстановительные процессы после пожаров 10-летней давности идут медленно, подрост достигает высоты в среднем 1 м; 3) 70% территории после пожара 10-летней давности не было восстановлено в связи с вторичным пожаром 3-летней давности; 4) после низового пожара 30-летней давности сосновый лес интенсивно восстанавливается и подрост достигает высоты в среднем 8–9 м; 5) по сравнению с контрольными участками на территориях после пожаров 10-летней давности лесовосстановление идет интенсивнее в 1,5 раза; 6) за 1 год подрост сосны в возрасте до 10 лет растет медленнее (10 см), а рост подроста в возрасте до 30–40 лет идет более интенсивно (30 и 33 см соответственно); 7) выращивание саженцев сосны осуществляется по экспериментальным методикам.

Ключевые слова: подрост, низовые пожары, разновозрастные гары**STUDY OF REFORESTATION PROCESSES IN PINE FOREST AFTER FIRES OF DIFFERENT YEARS AND THE DEVELOPMENT OF THE PROJECT OF ARTIFICIAL REGENERATION (ON THE EXAMPLE OF MEGINO-KANGALASSKIY DISTRICT REPUBLIC OF SAKHA (YAKUTIA))****¹Borisov S.V., ¹Sergucheva A.I., ²Ivanova O.N.**¹*Mayinsky Lyceum named after I.G. Timofeev, Megino-Kangalassky ulus Republic of Sakha, Yakutia, e-mail: gymnmaya@mail.ru;*²*Yakut State Agricultural Academy, Yakutsk, e-mail: ysaa.ykt@gmail.com*

This article is devoted to the study of reforestation processes in pine forests after fires of different years and the development of a project of artificial regeneration in Megino-Kangalassky ulus. The article discusses such issues as comparing the intensity of reforestation processes in pine forest after fires of different years and studying the species composition of plants. The following research methods were used: study and analysis of Russian literature on the research problem; conducting route research; study of soil type and plant species; keeping records of pine undergrowth at sample plots; collecting pine seeds, growing seedlings according to experimental methods. Our study allowed us to draw the following conclusions: 1) pine forests after fires of 1 and 3 years were not restored due to insufficient soil moisture; 2) reforestation processes after fires of 10 years ago are slow, undergrowth reaches an average height of 1 m; 3) 70% of territory covered by fire of 10 years ago has not been restored due to secondary fire of 3 years ago; 4) after ground fire of 30 years ago, pine forest is being intensively restored and undergrowth reaches an average height of 8–9 meters; 5) compared to the control plots in territories covered by fires 10 years ago, reforestation is 1.5 times more intensive; 6) during a year undergrowth under age of 10 grows slower (10 cm), and growth of undergrowth under age of 30–40 years is more intensive (30 and 33 cm); 7) seedlings are grown by experimental methods.

Keywords: undergrowth, ground fires, burnt areas of different ages

В республике Саха (Якутия) из года в год возникают лесные пожары различной интенсивности и занимают большие территории. Так, в последние годы наблюдается тенденция увеличения площади и количества пожаров именно в Централь-

ной Якутии [1, с. 50]. Например, за период с 1955 по 2010 г. в Якутии зарегистрировано около 30 тыс. пожаров [2, с. 20], в том числе за последние 10 лет – более 8500 пожаров на общей площади почти 2,5 млн га [3, с. 8]. В соответствии с лесопожарным райони-

рованием лесного фонда республики, Мегино-Кангаласский улус (район) относится к Центрально-Якутской равнинной области, где средний класс пожарной опасности составляет 2,95 [4, с. 122] и где, согласно сведениям ГКУ РС (Я) «Мегино-Кангаласское лесничество», в последнее десятилетие пожаром был уничтожен лесной массив площадью 18130 га [5, с. 37]. В естественных условиях в различных типах лесов процесс лесовозобновления идёт с различной интенсивностью. Исходя из этого исследование лесовосстановительных процессов в сосновых лесах после пожаров имеет актуальное значение.

Цель: исследование лесовосстановительных процессов в сосновых лесах после пожаров разных лет и разработка проекта искусственного возобновления на месте пожара 10-летней давности.

Материалы и методы исследования

Изучение и анализ отечественной литературы по проблеме исследования; составление плана исследования и проведение маршрутных исследований на территории Мегино-Кангаласского улуса в окрестностях с. Хаптагай, а также на территории Нерюктяйского наслега в детском экологическом парке «Моро», где основными приемами явились: проведение учета подроста по породам и категориям высот по рекомендуемым учеными группам высот: 1 группа 0–10; 2 – 11–50; 3 – 51–150; 4 – свыше 150 см на этих площадках; определение возраста подроста сосны обыкновенной на исследуемых участках; вычисление прироста подроста сосны обыкновенной за 1 год; проведение сбора семян сосны обыкновенной и определение всхожести их семян, а также определение типа почвы по описанию; ис-

следование видового состава растений соснового леса и проведение сравнительного анализа естественного лесовосстановления соснового леса после пожаров разных лет и искусственного лесовосстановления (сентябрь – октябрь 2020 г.).

Также планируется экспериментальная работа по выращиванию 700 саженцев сосны обыкновенной методом гидропоники в четырех разных растворах в лабораторных условиях и в мини-питомнике и их выборка по результатам пяти экспериментов (февраль – май 2020 г.). А также разработка технологии по выращиванию и посадке саженцев сосны обыкновенной в условиях многолетней мерзлоты на основе экспериментальных работ (ноябрь – декабрь 2020 г.).

Для того чтобы выявить состояние естественного лесовозобновления на разновозрастных гарях, авторы провели маршрутные исследования на территории Мегино-Кангаласского улуса: заложены и исследованы 3 пробных участка размерами 10*10 м в детском экологическом парке «Моро» на территории Нерюктяйского наслега и 4 контрольных участка в окрестности села Хаптагай.

Результаты исследования и их обсуждение

Как было сказано выше, ежегодно лесные пожары различной интенсивности возникают в нашей республике. За период с 1955 по 2010 г., по мнению исследователей, наиболее пожароопасными были 1973, 1984–1987, 1990–1993, 1996, 2001–2003 гг., когда регистрировалось свыше 800 пожаров. В целом ученые выделяют 4–6-летние, 10–14-летние циклы высокой горимости лесов Якутии, что в общем более или менее совпадает с цикличностью природных процессов [2, с. 20].

Таблица 1
Площади лесных пожаров в Мегино-Кангаласском районе с 1973 по 2018 г.

Год	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018		
га	15842	356,6	397	7	–	281	232,1	217,2		
Год	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
га	2366	12298	1028,1	90,8	14,3	33,3	16,4	3	201	596,1
Год	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
га	197,4	1219	1111,9	1030,8	3	9342	1031	751,8	41,3	236,6
Год	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
га	47	6	47	177,95	52,3	7181,3	7324,1	84	12,3	212,7
Год	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
га	нет данных	нет данных	715	6,7	23,6	4,4	31,75	32,2	5	13,56

Примечание. Выделение: красный – свыше 10 тыс. га; желтый – свыше 5 тыс. га; фиолетовый – свыше 2 тыс. га; синий – свыше 1 тыс. га.

По мнению некоторых исследователей, лесные пожары способствуют успешному лесовозобновлению [6, с. 25]. Как отмечают П.А. Цветков, Л.В. Буряк, лесные пожары создают условия для появления нового поколения леса: пожары стимулируют быстрое и полное высвобождение из шишек оставшихся семян, а также формируют благоприятные условия для появления роста всходов.

Другие исследователи отмечают отрицательное влияние пожаров на успешность лесовосстановления. Ученые считают, что пожары сильной интенсивности разрушают лесную растительность, вследствие чего одно растительное сообщество может смениться другими, более устойчивыми к пожару. При беглых и низовых пожарах средней интенсивности повреждается только верхний слой подстилки, особенно лиственных пород. Здесь к неблагоприятным факторам среды исследователи также относят: экстремальную температуру, резкое снижение послепожарного гумуса, отсутствие обсеменителей и уничтожение лесной среды в целом [7, с. 53].

Третьи исследователи дополняют вышеизложенное следующими заключениями: они считают, что процесс послепожарного лесовосстановления может проходить по двум основным путям: 1) успешное лесовосстановление при условии сохранения устойчивости многолетнемерзлых пород; 2) неудовлетворительное лесовозобновление при нарушении устойчивости многолетнемерзлых пород. Во втором случае могут начаться термокарстовые процессы, образоваться термокарстовые просадки, провалы и, как следствие, термокарстовые озера, то есть лесовозобновление может замедлиться на десятки лет или может быть прерван лесовосстановительный процесс [8, с. 49].

Некоторые исследователи подчеркивают, что естественное лесовосстановление зависит от интенсивности и срока давности пожара, возраста и условий произрастания древесины, степени задернения почвы, наличия источников обсеменения [9, с. 56].

Итак, разделяя точку зрения Н.В. Гордея и Е.А. Тегленкова, мы, как было отмечено выше, провели маршрутное исследование в экологическом парке, расположенном на территории Нерюктяйского наслег на северной стороне от озера Моро. Здесь нами были заложены 3 участка размерами 10*10 м, был исследован видовой состав растений соснового бора, опреде-

лен тип почвы и проведены учеты подроста на этих площадках.

Участок № 1 расположен на северной стороне заповедной зоны. На участке были обнаружены 5 экземпляров подроста сосны обыкновенной высотой от 0 до 10 см, 26 штук подроста от 11 до 50 см, 10 единиц подроста от 51 см до 1,5 м, 2 подроста выше 1,5 м.

На участке № 2 были обнаружены 1 экземпляр подроста сосны обыкновенной высотой от 0 до 10 см, 25 экземпляров от 11 до 50 см, 7 экземпляров от 51 см до 1,5 м, выше 1,50 м – 3 экземпляра.

На участке № 3 был обнаружен подрост сосны обыкновенной высотой от 0 до 10 см – 5 экземпляров, от 11 см до 50 см – 19 образцов, от 51 см до 1,5 м – 9 единиц, выше 1,5 м – 3 штуки.

Более наглядно данная информация представлена в табл. 2.

Таблица 2
Сравнение количества подростов сосны на площадках эко-парка «Моро»

№ участка	0–10 см	11–50 см	51–150 см	свыше 150 см
1 участок	5	26	10	2
2 участок	1	25	7	3
3 участок	5	19	9	3

Таким образом, естественное восстановление соснового бора идет интенсивно там, где преобладает подрост сосны обыкновенной высотой до 50 см.

Также было проведено второе маршрутное исследование лесовосстановительных процессов в сосновых лесах в окрестности села Хаптагай, где были заложены 4 участка.

Участок № 1. Сосновый лес, где был пожар в 2018 г., расположен на расстоянии 9 км от села Хаптагай. Площадь пожара равна 4 га. Пожар был низовой. На I-м ярусе растет сосна обыкновенная, высотой 16 м, диаметром 15 см. Высота подпалыны деревьев в среднем 2,0–2,40 м. Полностью уничтожены пожаром кустарники, мхи и лишайники. После пожара остались «островки» брусники обыкновенной. Естественное восстановление леса не наблюдается.

Участок № 2. Сосновый лес, где был пожар 3 года назад (2017 г.), расположен на расстоянии 8 км от села Хаптагай. Площадь пожара равна 300 га. Пожар также был низовой. На I-м ярусе растет сосна обыкновенная, высотой 13 м, диаметром 15 см. Частично уничтожены пожаром кустарни-

ки, травы и сосны. Обнаружены отдельные экземпляры осои, брусники обыкновенной. Естественное восстановление леса не наблюдается.

Участок № 3. Сосновый лес, где был пожар 10 лет (2009 г.) назад, расположен на расстоянии 1,5 км от села Хаптагай. Площадь низового пожара равна 1 га. На участке одиночно растут береза плосколистная, осина, лиственница Каяндера, ива узколистная, свидина белая. Травянисто-кустарничковый ярус представлен «островками» толокнянки боровой, растут осока, иван-чай, вейник Лансдорфа. Был обнаружен подрост сосны высотой от 0 до 10 см – 2 экземпляра, от 11 до 50 см – 58 образцов, от 51 см до 1,5 м – 24 единицы, свыше 1,5 – 7 штук. В среднем прирост подроста сосны за 1 год равен 10 см.

Участок № 4. Сосновый лес, где был пожар 30 лет назад (1989 г.), расположен на расстоянии 3 км от села Хаптагай. Площадь низового пожара равна 1–2 тыс. га. Был обнаружен подрост сосны высотой

в среднем 8–9 м, диаметром 8–9 см. В среднем прирост подроста сосны обыкновенной за 1 год составил 30 см. Возраст подростов сосны равен 23–27 лет. На месте пожара не обнаружено кустарников, а травяно-кустарничковый ярус представлен осокой, толокнянкой боровой. Был обнаружен подрост сосны высотой от 0 до 10 см – 3 экземпляра, от 11 см до 50 см – 23, от 51 см до 1,5 м – 5, свыше 1,5 м – 12.

Более подробно с данной информацией можно ознакомиться в табл. 3 и 4, а также на графике (рисунок).

Таблица 3

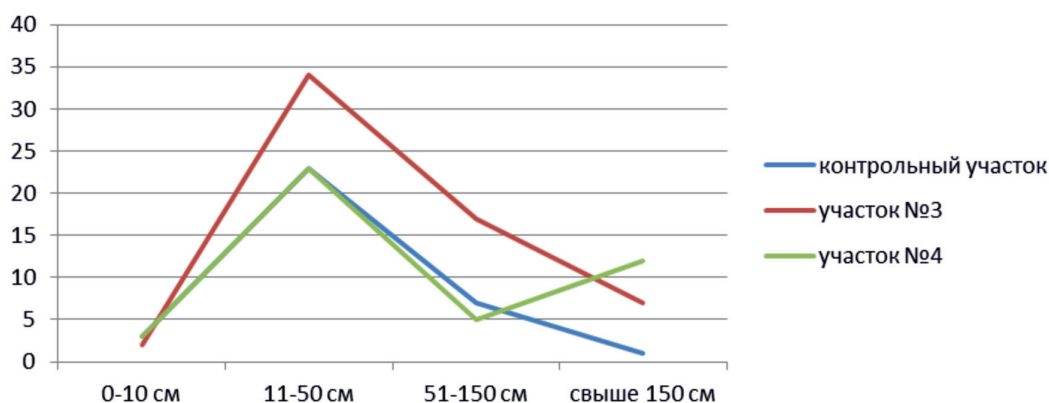
Сравнение количества подроста сосны в окрестности села Хаптагай

№ участка	0–10 см	11–50 см	51–150 см	свыше 150 см
1 участок	–	–	–	–
2 участок	–	–	–	–
3 участок	2	58	24	7
4 участок	3	23	5	12

Таблица 4

Видовой состав растений участков в окрестности с. Хаптагай

№ участка	I ярус (высота, диаметр)	II ярус	III ярус	IV ярус
1	сосна обыкновенная H = 16 м, D = 15 см высота подпалины 2–2,4 м	нет	островки брусники обыкновенной п.п. = 80–90%	нет
2	сосна обыкновенная H = 13 м, D = 15 см	нет	осока, брусника обыкновенная	частично
3	лиственница Каяндера, береза плосколистная, осина	ива узколистная, свидина белая	осока, толокнянка боровая, иван-чай, вейник Лансдорфа	нет
4	сосна обыкновенная D = 15 см	нет	осока, толокнянка боровая	нет



Сравнение количества подростов сосны на контрольных участках и горельниках 10-, 32-летней давности

Также мы посетили сосновый бор, где в 1979 г. силами учащихся Хаптагайской средней школы были посеяны семена сосны обыкновенной на пустыре площадью 1 га. Через 40 лет на этом месте вырос огромный лес.

Итак, какое решение по лесовосстановлению после пожаров разных лет предлагают исследователи?

Ученые считают, что основным способом лесовосстановления нарушенных площадей лесов является естественное лесовозобновление и меры содействия этому процессу. На нарушенных территориях, не обеспеченных достаточным количеством подроста предварительного возобновления и обсеменением, необходимо проведение специальных лесокультурных мероприятий [2, с. 39].

Авторы, в свою очередь, на основе проведенного исследования разработали проект искусственного возобновления соснового бора на территории, охваченной пожаром 10-летней давности. В конце января 2020 г. мы провели сбор семян сосны обыкновенной в сосновом бору в окрестностях с. Хаптагай. Шишки сосны просушили при температуре 25–30 °С. 13 февраля 2020 г. семена намочили и провели определение всхожести семян в процентах. Начиная с 20 февраля 2020 г. авторы проводят работу по выращиванию саженцев сосны обыкновенной в лабораторных условиях по пяти экспериментальным методикам (февраль – май 2020 г.). Эксперимент № 1 проходит по методике гидропоники, эксперименты № 2 и № 4 – на двух твердых субстратах, эксперименты № 3 и 5 – на двух твердых субстратах и на четырех разных растворах по отдельности. Здесь вначале семена были посажены на почву, в состав которой вошли листовая почва, чернозем, песок в соотношении 1:2:1 соответственно. Когда саженцы достигли определенной длины, их пересадили на гидропонные сосуды из полиэтиленовых бутылей, где снизу подаются растворы. Твердым субстратом здесь явился песок, в который пересадили саженцы. На один раствор были высажены по 50 саженцев, итого на 4 раствора потребовалось 200 саженцев. Здесь надо подчеркнуть также, что авторами используется искусственное освещение (люминесцентные лампы). В июне 2020 г. планируется посадка саженцев на территории гари 10-летней давности в окрестностях с. Хаптагай. Посадка саженцев будет проведена на 4 участках. Каждый участок имеет размер 2х5м

(участки № 1, 2, 3, 4). На участках № 1, 2 наблюдения за саженцами планируется провести 4 раза за вегетационный период (июнь – сентябрь). Эти участки являются контрольными. На участках № 3, 4 в летнее время будет уход за саженцами (полив, прополка, рыхление). Авторы также планируют создать мини-питомник закрытого типа в виде пленочной теплицы, где посадят саженцы на площадке 2х5 м. В сентябре – октябре 2020 г. будет проведен сравнительный анализ естественного лесовосстановления соснового леса, естественного лесовосстановления после пожаров разных лет и искусственного лесовосстановления.

Выводы

В результате исследования и сравнения лесовосстановительных процессов в сосновых лесах после низовых пожаров 1-, 3-, 10-, 30-летней давности, нами было выявлено:

1. Сосновые леса в течение одного и трех лет после низовых пожаров не были восстановлены в связи с недостаточной увлажненностью почвы.

2. Лесовосстановительные процессы после пожаров 10-летней давности идут медленно, возможно из-за термокарстовых процессов. Здесь подрост достигает высоты в среднем 1 м.

3. 70% территории, охваченной пожаром 10 лет назад, не были восстановлены в связи с вторичным пожаром 3-летней давности.

4. После низового пожара 30-летней давности сосновый лес интенсивно восстанавливается, и подрост достигает высоты в среднем 8–9 м.

5. По сравнению с контрольными участками, на территориях после пожаров 10-летней давности лесовосстановление идет интенсивнее в 1,5 раза, что подтверждается количеством подроста высотой 11–50 см (в среднем 23 экземпляра на контрольных участках, 34 образца – после пожара 10-летней давности), и в 9 раз больше количества подроста высотой свыше 150 см (1 экземпляр на контрольных участках, 7 и 12 экземпляров после пожаров 10-, 30-летней давности соответственно).

6. За 1 год подрост сосны обыкновенной в возрасте до 10 лет растет медленнее (10 см), а рост подроста в возрасте до 30–40 лет идет более интенсивно (30 и 33 см соответственно).

7. Работы по выращиванию саженцев сосны обыкновенной проводятся по пяти экспериментальным методикам. Экспери-

мент № 1 проходит по методике гидропоники, эксперименты № 2 и 4 – на двух твердых субстратах, эксперименты № 3 и 5 – на двух твердых субстратах и на четырех разных растворах по отдельности.

В результате изучения различных источников и проведенного нами исследования, авторы в качестве лесовосстановительной меры предлагают создание питомников закрытого типа в виде пленочных теплиц.

В перспективе основной задачей проекта будет разработка определенной технологии по выращиванию и посадке саженцев сосны обыкновенной, а также обеспечение саженцами сосны обыкновенной детских образовательных учреждений Мегино-Кангаласского района (май – июнь 2021–2022 гг.).

Список литературы / References

1. Лыткина (Габышева) Л.П., Протопопова В.В. Лесные пожары как экологический фактор формирования лесов Центральной Якутии // Наука и образование. 2006. № 2 (42). С. 50–56.
2. Lytkina (Gabysheva) L.P., Protopopova V.V. Forest fires as an environmental factor in the formation of forests in Central Yakutia // Science and Education. 2006. № 2 (42). P. 50–56 (in Russian).
3. Исаев А.П. Естественная и антропогенная динамика лиственных лесов криолитозоны (на примере Якутии): автореф. ... дис. докт. биол. наук. Якутск, 2011. 42 с.
4. Isaev A.P. Natural and anthropogenic dynamics of larch forests of the permafrost zone (on the example of Yakutia): abstract ... dis. doct. biol. sciences. Yakutsk, 2011. 42 p.
5. Анализ лесных пожаров в Якутии / С.С. Анисимов, Р.Н. Дедюкин, А.И. Борисов и др. Текст: непосредственный, электронный // Молодой ученый. 2017. № 48 (182). С. 8–11. [Электронный ресурс]. URL: <https://moluch.ru/archive/182/46912/> (дата обращения: 18.04.2020).
6. Analysis of forest fires in Yakutia / S.S. Anisimov, R.N. Dedyukin, A.I. Borisov etc. Text: direct, electronic // Young scientist. 2017. № 48 (182). P. 8–11. [Electronic resource]. URL: <https://moluch.ru/archive/182/46912/> (accessed date: 04/18/2020) (in Russian).
7. Протопопова В.В., Габышева Л.П. Лесопожарное районирование лесного фонда Республики Саха (Якутия) // Успехи современного естествознания. 2016. № 8. С. 120–125.
8. Protopopova V.V., Gabysheva L.P. Forest fire zoning of the forest fund of the Republic of Sakha (Yakutia) // Successes in modern science. 2016. № 8. P. 120–125 (in Russian).
9. ГКУ РС (Я) «Мегино-Кангаласское лесничество». [Электронный ресурс]. URL: <https://kontragent.skrin.ru/issuers/1081415000424/63> (дата обращения: 21.04.2020).
10. ГКУ РС (Я) «Мегино-Кангаласское лесничество». [Электронный ресурс]. URL: <https://kontragent.skrin.ru/issuers/1081415000424/63> (accessed date: 21.04.2020) (in Russian).
11. Цветков П.А., Буряк Л.В. Исследование природы пожаров в лесах Сибири // Сибирский лесной журнал. 2014. № 3. С. 25–42.
12. Tsvetkov P.A., Buryak L.V. Investigation of the nature of fires in the forests of Siberia // Siberian Forest Journal. 2014. № 3. P. 25–42 (in Russian).
13. Заболотский В.И., Баранник Л.П. Лесорастительные условия в горельниках юго-западной части ленточных боров Алтайского края // Лесное хозяйство. 2000. № 1. С. 52–54.
14. Zabolotsky V.I., Barannik L.P. Forest conditions in the burners of the southwestern part of the tape forests of the Altai Territory // Forestry. 2000. № 1. P. 52–54 (in Russian).
15. Габышева Л.П. Особенности послепожарного восстановления лиственницы в межлесных лесах Центральной Якутии // Научные ведомости Белгородского гос. ун-та. Серия Естественные науки. 2014. № 3 (174). Выпуск 26. С. 48–52.
16. Gabysheva L.P. Features of the post-fire restoration of larch in the interalass forests of Central Yakutia // Scientific reports of Belgorod State University. Series Natural Sciences. 2014. № 3 (174). Issue 26. P. 48–52 (in Russian).
17. Гордей Н.В., Тегленков Е.А. Исследование постпирогенных лесовозобновительных процессов в сосновых насаждениях // Труды БГТУ. № 1. Лесное хозяйство. Минск: Издательство БГТУ, 2015. № 1 С. 54–57.
18. Gordey N.V., Teglenkov E.A. The study of post-pyrogenic reforestation processes in pine stands // Works of Belorussian State Technological University. № 1. Forestry. Minsk: Publishing House of Belorussian State Technological University, 2015. № 1 (174). P. 54–57 (in Russian).

УДК 630*181.7:712.4(470.44)

ОЦЕНКА МОРФОГЕНЕЗА ВИДОВ *SALIX* И *ACER NEGUNDO* В НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ САРАТОВСКОГО ПОВОЛЖЬЯ

Вергунова А.А., Токарева В.М., Сокольская О.Б., Проездов П.Н.

Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, Саратов,
e-mail: aelestel@mail.ru, tokarevavesta@yandex.ru, sololskaya.olg@yandex.ru

В Саратовской области произрастает достаточное количество разных видов *Salix* и видов *Acer*, включая *Acer negundo* L. Эти зеленые насаждения растут рядом с водоемами, оврагами, в городских парках, садах, скверах, на бульварах, улицах. Исследовались деревья и кустарники городского парка в г. Вольске и на территориях объектов ландшафтной архитектуры в г. Саратове. Определены онтогенетические состояния рассмотренных зеленых насаждений. В статье анализируются ход роста и развитие видов ивы и клена ясенелистного. Установлено, что максимальный средний прирост ($\max Z_{\text{сп}}$) саженцев составляет 139–163 см, а для кустарников $\max Z_{\text{сп}}$ – 79–189 см. Определено, что ряд видов *Salix* в течение двух вегетативных периодов перешли из одного возрастного состояния в другое. Например, кустарниковые виды *Salix*, находящиеся при посадке в состоянии имматурного растения (im_1) – 80%, оказались в фазе im_2 (30%) и виргинильного насаждения (v_1) – 70%. Показания для деревьев вида *Salix* следующие: в момент посадки саженцы (15%) находились в состоянии v_1 , соответственно, часть из них перешли в фазу v_2 (10% из общих 15%), остальные 5% – в фазу состояния g_1 . Однако 85% саженцев, находившихся в состоянии im_2 , перешли в фазу v_2 – это также имеет высокий показатель развития. Приживаемость новых посадок видов *Salix* составляет 96%. Выявлено, что *Acer negundo* L. на территории г. Саратова имеет в основном три возрастных состояния: 60% – g_1 ; 30% – g_2 ; 10% – g_3 . Несмотря на наличие старых генеративных деревьев этого вида, прирост у них присутствует и в среднем составляет 5–20 см ежегодно. Даны приложения и рекомендации по использованию видов *Salix* и *Acer negundo*.

Ключевые слова: виды *Salix*, *Acer negundo*, прирост, озеленение, морфогенез, онтогенетические состояния, дерево, кустарник

ASSESSMENT OF MORPHOGENESIS OF *SALIX* AND *ACER NEGUNDO* SPECIES IN LOCALITIES OF THE SARATOV VOLGA REGIO

Vergunova A.A., Tokareva V.M., Sokolskaya O.B., Proezdov P.N.

Saratov State Agrarian University N.I. Vavilov, Saratov,
e-mail: aelestel@mail.ru, tokarevavesta@yandex.ru, sololskaya.olg@yandex.ru

In the Saratov region, a sufficient number of different types of *Salix* and *Acer* species grow, including *Acer negundo* L. These green spaces grow near reservoirs, ravines, in city parks, gardens, squares, boulevards, and streets. The study involved trees and shrubs of the city Park in Volsk and on the territories of landscape architecture objects in Saratov. The ontogenetic States of the studied green spaces were determined. The article analyzes the growth and development of willow and ash maple species. It was found that the max average growth ($\max Z_{\text{сп}}$) of seedlings is 139–163 cm, and for shrubs $\max Z_{\text{сп}}$ – 79–189 cm. It was determined that a number of *Salix* species moved from one age state to another during two vegetative periods. For example, *Salix* shrub species that were planted in the immature plant state (im_1) – 80% were in the im_2 phase (30%) and virginal planting (v_1) – 70%. Indications for *Salix* trees are as follows: at the time of planting, seedlings (15%) were in the v_1 state, respectively, some of them moved to the v_2 phase (10% of the total 15%), and the remaining 5% – to the g_1 state phase. However, 85% of seedlings that were in the im_2 state moved to the v_2 phase – this also has a high rate of development. The survival rate of new plantings of *Salix* species is 96%. It was revealed that *Acer negundo* L. on the territory of Saratov has basically three age States: 60% – g_1 ; 30% – g_2 ; 10% – g_3 . Despite the presence of old generative trees of this species, their growth is present and averages 5–20 cm annually. Applications and recommendations for using *Salix* and *Acer negundo* types are given.

Keywords: *Salix* species, *Acer negundo*, growth, landscaping, morphogenesis, ontogenetic States, tree, shrub

В населенных пунктах Саратовского Поволжья большинство посадок зеленых насаждений создано в период 1940–1960-х гг., в них были включены клены (30%) и ивы (15%). В последний период многие из них элиминируются по разным обстоятельствам. Тем не менее муниципальные службы городов высаживают деревья и кустарники, не приспособленные к местным природно-климатическим условиям и негативным экологическим факторам, в результате чего у растений происходят патоморфологические изменения или они погибают. Однако существует районирован-

ная устойчивая флора, с хорошей приживаемостью и быстрорастущая, включая перечисленные выше растения. В связи с этим требуется изучение морфогенеза зеленых насаждений в урбанизированной среде. Несмотря на то что одними из самых устойчивых лиственных насаждений являются ряд видов *Salix* и *Acer negundo* L., на территориях Саратовского Поволжья их не изучали последние полвека, и их редко высаживают в городской среде. И это несмотря на то, что разные виды ивы обладают «экологической пластичностью», морозоустойчивостью, устойчивостью к агрессивной среде, где ат-

мосфера загрязнена выхлопными газами автотранспорта, газообразными выбросами многих промышленных производств, пылью и иным, присутствующими в исследуемом регионе. Такими проблемами занимались последние десять лет следующие специалисты: Лысиков, 2011; Сапелин, 2011; Недосеко, 2011; Ситников, 2013; Мокин, 2015 [1]; Марченко, 2017 и иные, включая последние исследования зарубежных авторов: McInerney, Paul. (2016) [2]; Ohlsson, Jonas & Hallingbäck, Henrik & Jebrane, Mohamed & Harman-Ware, Anne & Shollenberger, Todd & Decker, Stephen & Sandgren, Mats & Ronnberg-Wastljung, Ann-Christin. (2019) [3]. Клены ясенелистные содействуют снижению шума, обладают газо- и дымоустойчивостью. Например, нами установлено, что экземпляры *Acer negundo* L., растущие на территории городского Воскресенского кладбища (между 4-й Выселочной улицей и Безымянным проездом) в количестве 200 экземпляров на площади 5000 кв. м (0,5 га), на поверхности листьев за вегетативный период 2018 г. удержали более 396 кг пыли. Аналогичные вопросы на всевозможных территориях населенных пунктов РФ апробированы аналитиками в разные периоды, последние работы в данной области известны у следующих специалистов: Иванова, 2010; Инфантов, 2012; Костюков, 2012; Антонов, 2013; Герасимова, 2017 и иные, в том числе у иностранных исследователей: L.J. Lamarque, A.J. Porte, C. EymERIC et al., 2013 [4]; S. Kostic, J. Cukanovic, M. Ljubojevic et al., 2019 [5]; Dumas Y., 2019 [6]. Вопреки многообразию видов кленов в современных практиках озеленения населенных пунктов Саратовского Поволжья изучается в основном клен остролистный, притом не всегда эффективно, а клен ясенелистный полностью игнорируется, хотя в городах с плохой экологией и с аридными условиями такое дерево самое распространенное.

Исследуемые 29 видов *Salix*, выбранные нами для реконструкции городского парка г. Вольска Саратовской области, обладают не только свойствами осушать территорию, но и декоративностью. Ивы привлекательны как в летний сезон, так и в зимний период. Они улучшают антураж, добавляют краски в монохромный, серый ландшафт. Аппетитивность в озеленении – важный критерий, поэтому предложенные нами сочетания видов и сортов необходимы в местах, где свет и легкость должны быть выражены, как у *Salix ledebouriana* Trautv. var. *pyramidalis* и *Salix blanda* x *alba* (S.X 'Fantasia'

V. Schaburov et I. Beljaeva) с белым цветом кроны при особом освещении и экземпляров *Salix Integra Hakuro-Nishiki* с розовыми листьями при распускании. В качестве крупномерных посадок применялись солитерные экземпляры ивы *Salix 'Sverdlovskaja Isvilistaja 1'* и *Salix 'Sverdlovskaja Isvilistaja 2'* с «кудрявой кроной – извилистостью побегов и листьев» [7, с. 40]. Есть оригинальные экземпляры ивы краснотал – «голубовато-сизый каскад» (из ее кроны мы создаем топиарные формы в виде шаров). Форма *Salix purpurea 'Nana'* – компактная, а у *Salix fragilis* – полусфера. Их серебристые листья сочетаются почти с любыми представителями флоры на антитезе фактуры и окраски или применяются в качестве нюансного дополнения.

Другой пример – клен ясенелистный. Он известен благодаря скорости роста, неприхотливости, легкости размножения и хорошему распространению в ландшафтах. *Acer negundo* L. обладает рядом декоративных форм (*f. californica*, *f. pseudo-californica*, *f. violacea*, *f. argenteo-variegata*, *f. aurea*, *f. aureo-marganata*, *f. crispa*, 'Auratum' (var. *californica aurea*, 'Odessanum'), включая «сорт 'Kelly's Gold' – с золотисто-зеленоватой листвой, а сорт 'Flamingo' – пяти- или семилопастные листья покрыты пятнами бело-розового цвета» [8, 9]. Тем не менее на общественных территориях Саратова такие декоративные виды *A. negundo* отсутствуют. Однако обычный таксон встречается в виде живой изгороди на бульварах, как солитер – на улицах, а также в группах и массивах – на территориях других объектов ландшафтной архитектуры.

Цель исследования – оценка морфогенеза видов ив и клена ясенелистного в населенных пунктах Саратовского Поволжья на примере городского парка в г. Вольске и объектов ландшафтной архитектуры г. Саратова.

Задачи: проанализировать ход роста ряда видов ив и клена ясенелистного, определить онтогенетическое состояние этих зеленых насаждений; дать рекомендации по использованию некоторых видов ив и клена ясенелистного в озеленении населенных пунктов.

Материалы и методы исследования

Исследования проводились в форме экспериментального проектирования: высадка разных видов ив, а затем – оценка хода роста и их развития, а также обмеры кленов ясенелистных; осуществлен сравнительный анализ полученных результатов. Определены

онтогенетические состояния исследуемых зеленых насаждений. Установлены размеры летнего прироста по почечным кольцам ветвей у молодых экземпляров видов *Salix* по И.Г. Серебрякову, а у *Acer negundo* L. прирост по высоте – по Р. Уиттекер. Обработка материалов проводилась на персональном компьютере с использованием табличного процессора Microsoft Excel, Statistica 9, Statistica Advanced Linear/Non-Linear Models, а также с применением действующих нормативных документов (СНиП 2.07.01-89* [10], ГОСТ 16128-70, ОСТ 56-69-83, ГОСТ 28329-89, Методические указания к Правилам благоустройства Саратова и др.).

Исследование проводилось в вегетативный период 2018–2019 гг. Обследовали 140 деревьев и 250 кустарников видов *Salix*, а также 110 экземпляров *Acer negundo*. Материалами исследования нами были выбраны следующие зеленые насаждения: виды ив в парке г. Вольска: деревья – *Salix Sverdlovskaja isvilistaja* II (14 экз.), *S. alba* var. *Argentea* (10 экз.), *S. "Shater I"* (5 экз.), *S. "Pamyati Bazhova"* (10 экз.), *S. "Pamyati Mindovskogo"* (10 экз.), *S. "Record"* (10 экз.), *S. "Fantaziya"* (15 экз.), *S. Schwerinii*, (*S. schwerinii* x *S. udnensis*) (13 экз.), *S. "Shater II"* (10 экз.), *S. matsudana Erythroflexuosa* (3 экз.), *S. fragilis* var. *spaerica* (20 экз.), *S. Viminalis* (20 экз.); кустарники – *S. Triandra* (10 экз.), *S. "Sverdlovskaja Isvilistaja I"* (10 экз.), *S. "Sharovidny Karlik"* (15 экз.), *S. "Placutshii Gnom"* (10 экз.), *Salix sp. Sukaczeevii* (10 экз.), *S. ledebouriana* var. *Pyramidalis* (5 экз.), *S. purpurea 'Usni'* (15 экз.), *S. Microgosa* (50 экз.), *S. Caesia* (20 экз.), *S. hybrid 'Sverdlovskaja Isvilistaja 476'* (5 экз.), *S. purpurea Nana / Gracilis* (100 экз.), а также клен ясенелистный (*A. negundo* L.) на территории объектов озеленения г. Саратова: Астраханский бульвар (20 экз.), территория Воскресенского кладбища (30 экз.), парк Свободы в п. Юбилейный (20 экз.), Проспект 50 лет Октября (25 экз.), Проспект Энтузиастов (15 экз.). Данные по каждому году исследований сопоставлялись и анализировались с применением сравнительных методов исходя из общей научной методологии и с помощью сообразного аналитического инструментария.

Результаты исследования и их обсуждение

В результате испытаний нами установлен ход роста и развития видов *Salix*, высаженных по нашему проекту в Вольском

городском парке, и *A. negundo* L. – на территориях объектов ландшафтной архитектуры г. Саратова. Для изучения закономерностей роста древесных и кустарниковых видов были выбраны контрольные экземпляры ветвей (побегов), по которым проводились исследования. Графики ритма летнего увеличения побегов некоторых видов *Salix* представлены на рис. 1 и 2.

Из рис. 1, 2 видно, что прирост практически у всех перечисленных видов *Salix* есть. Прирост у ряда видов древесных и кустарниковых в первый год высадки (2018 г.) был незначительным по сравнению с видовыми показателями. Предположительно, это могло произойти из-за жаркого летнего периода и поздней посадки зеленых насаждений (кустарник высаживали в мае при температуре +26–30 °C из-за поздних строительно-планировочных работ, осуществленных подрядчиком). Контрольное обследование 15.07.2018 г. показала, что 96% высаженных видов *Salix* прижились – прирост у кустарников составил 1,2–14 см, а у деревьев – 0,5–12 см. Показания в сентябре 2018 г. (12.09.2018 г.) подтвердили данные о благополучной приживаемости и росте исследуемых видов – у кустарниковых пород прирост составил 4–55 см. Из рис. 1, 2 видно, что особенно хороший летний прирост (Z_{cp}) по высоте (42–55 см) дали следующие виды *Salix*: у деревьев – *S. schwerinii*, (*S. schwerinii* x *S. udnensis*) $Z_{cp} = 55$ см; *S. Sverdlovskaja isvilistaja II* $Z_{cp} = 50$ см; *S. "Record"* $Z_{cp} = 46$ см; *S. "Shater I"* $Z_{cp} = 43$ см; *S. matsudana Erythroflexuosa* $Z_{cp} = 42$ см; у кустарников – *S. "Sverdlovskaja Isvilistaja I"* $Z_{cp} = 53$ см; *S. Sukaczeevii* $Z_{cp} = 42$ см; *S. triandra* $Z_{cp} = 39$ см. Высота (H) у ряда ивовых видов деревьев в 2019 г. увеличилась в 1,3–2 раза, а некоторых ивовых кустарников – в 1–1,5 раза, что, возможно, произошло из-за высокого снежного покрова зимой 2018–2019 г., хорошо увлажненных почв весной и умеренного летнего периода (+24–28 °C). Высокий летний прирост 2019 г. (контроль 08.09.2019 г.) выявлен у следующих видов *Salix*: у деревьев – *S. schwerinii*, (*S. schwerinii* x *S. udnensis*) $Z_{cp} = 98$ см; *S. Sverdlovskaja isvilistaja II* $Z_{cp} = 107$ см; *S. "Record"* $Z_{cp} = 102$ см; *S. "Shater I"* $Z_{cp} = 120$ см; *S. matsudana Erythroflexuosa* $Z_{cp} = 94$ см; *S. Salix viminalis* $Z_{cp} = 97$ см; у кустарников – *S. "Sverdlovskaja Isvilistaja I"* $Z_{cp} = 114$ см; *S. Sukaczeevii* $Z_{cp} = 147$ см; *S. triandra* $Z_{cp} = 141$ см; *S. "Sharovidny Karlik"* $Z_{cp} = 83$ см; *S. "Placutshii Gnom"* $Z_{cp} = 52$ см; *S. ledebouriana* var. *Pyramidalis* $Z_{cp} = 59$ см.

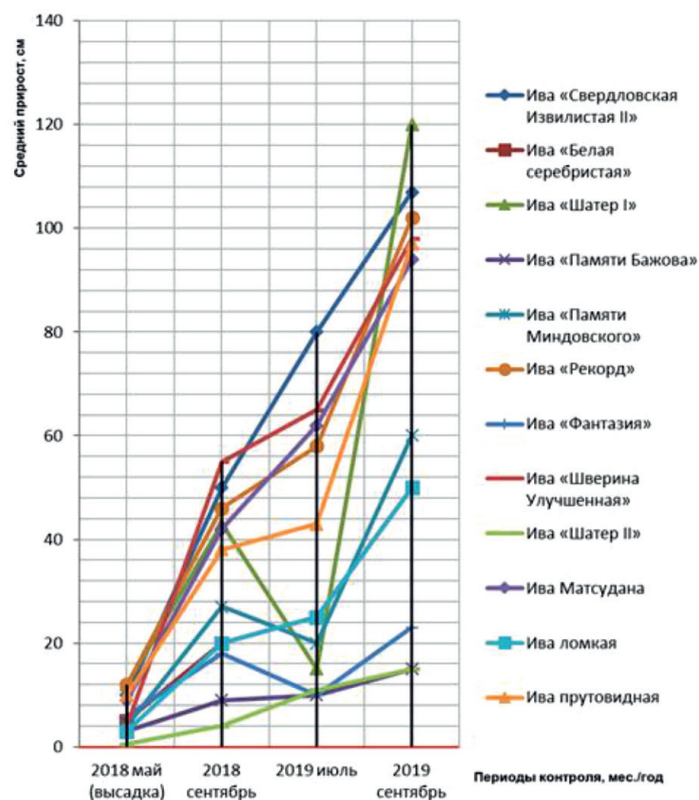


Рис. 1. Средний прирост по высоте деревьев видов *Salix* на территории городского парка г. Вольска за период 2018–2019 гг.

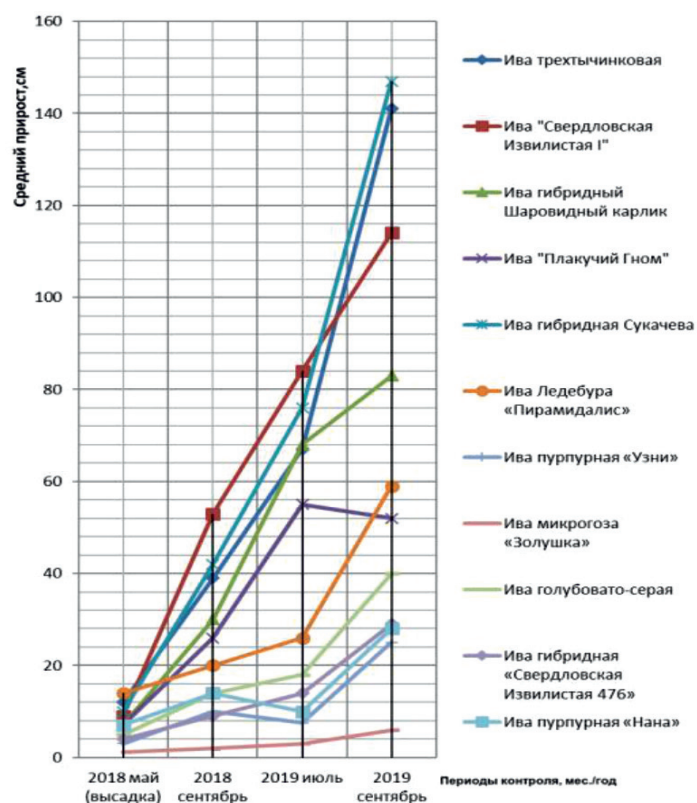


Рис. 2. Средний прирост по высоте кустарников видов *Salix* на территории городского парка г. Вольска за период 2018–2019 гг.

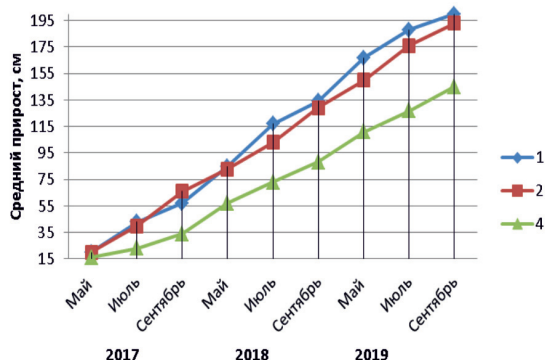


Рис. 3. Средний прирост по высоте у деревьев в возрастном состоянии g_1 за 2017–2019 гг. Участок № 1 – Парк Свободы в п. Юбилейный; Участок № 2 – Район Воскресенского кладбища; Участок № 4 – Проспект Энтузиастов

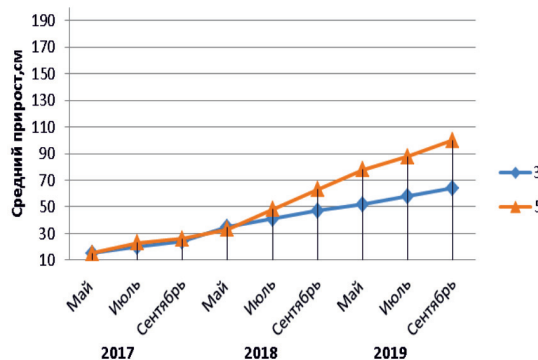


Рис. 4. Средний прирост по высоте у деревьев в возрастном состоянии g_3, g_2 за 2017–2019 гг. Участок № 3 – Астраханский бульвар; Участок № 5 – Проспект 50 лет Октября

Следовательно, нами определено, что ряд видов ив в течение двух вегетативных периодов перешли из одного возрастного состояния в другое. Так, кустарниковые виды *Salix*, находящиеся при посадке в состоянии имматурного растения (im_1) – 80%, оказались в фазе im_2 (30%) и виргинильного насаждения (v_1) – 70%, когда полностью или частично сформированы черты исследуемых экземпляров, у них есть ствол и крона, а прирост в высоту максимальный за весь онтогенез. Величины текущего прироста ствола по длине значительно превышают таковые у крупных ветвей. Показания для деревьев вида *Salix* следующие: в момент посадки саженцы (15%) находились в состоянии v_1 , соответственно, часть из них перешли в фазу v_2 (10% из общих 15%), остальные 5% – в фазу состояния g_1 , т.е. в молодые генеративные деревья, у которых рост ствола в высоту интенсивный, в нижней части ствола начинает формироваться корка, а порядок ветвления достигает 7–9–10 и более. Однако 85% саженцев, находившихся в состоянии im_2 , перешли в фазу v_2 – это тоже определяет высокий показатель развития.

Acer negundo L. достаточно распространен среди зеленых насаждений г. Саратова. Графики хода роста побегов клена ясенелистного за период 2017–2019 гг. указаны на рис. 3, 4 по участкам объектов исследования. Нами установлено, что *Acer negundo L.* имеет разное возрастное состояние на пяти исследуемых участках: 60% – молодые генеративные деревья (g_1) с интенсивным ростом ствола в высоту, а порядок ветвления достигает 10 и более, в нижней части ствола начинает формироваться корка, возраст деревьев в городской среде – 25–40 лет;

30% – средневозрастные генеративные деревья (g_2), где порядок ветвления, размеры кроны и корневой системы максимальны, корка более грубая и покрывает значительную часть ствола, а семена развиваются в верхней и средней частях кроны, а также уменьшается прирост ствола в высоту, прекращается верхушечный рост некоторых крупных ветвей, возраст таких деревьев 41–60 лет; 10% – старые генеративные деревья (g_3), которые практически прекращают рост в высоту, а прирост ствола по диаметру заметно уменьшается, возраст от 60 лет и более.

На контрольном участке № 1 *A. negundo L.* исследовался в парке Свободы п. Юбилейный, было установлено: насаждение чистого состава, следовательно, не наблюдается конкурентных отношений, относятся к молодым генеративным деревьям (g_1) – 30% от исследуемых насаждений (рис. 3). Они имеют средний возраст 25–40 лет, среднюю высоту 10,2 м, средний диаметр ствола 8,5 см, $Z_{cp} = 70–90$ см, есть экземпляры клена до 25 лет, где средний прирост составляет 90–130 см. На контрольном участке № 2 клен ясенелистный, произрастающий среди насаждений в районе Воскресенского кладбища, в 35–40 лет имеет среднюю высоту до 12,8 м, средний диаметр ствола 10,2 см, средний прирост (Z_{cp}) составил 60–80 см (рис. 3). На контрольном участке № 3 – Астраханский бульвар – возраст клена ясенелистного от 60 до 80 лет, средняя высота насаждений достигает 19,1 м, средний диаметр ствола 24,7 см, $Z_{cp} = 5–20$ см (рис. 4). На контрольном участке № 4 – проспект Энтузиастов – число деревьев порослевого происхождения в несколько раз

превышает количество экземпляров семенного происхождения. Их возраст составляет 35–40 лет, деревья имеют среднюю высоту 13,8 м, средний диаметр ствола 13,8 см, $Z_{cp} = 50–70$ см (рис. 3). Участок № 5 – Проспект 50 лет Октября, где произрастают деревья *A. negundo* L., средний возраст которых 50 лет, они имеют среднюю высоту 16,1 м и средний диаметр ствола 17,9 см, $Z_{cp} = 30–45$ см (рис. 4). Таким образом, насаждения участков № 1, 2, 4 составляют молодые генеративные деревья – g1 с частично виргинильными деревьями (v1), занимающие 60 % от исследуемых насаждений, в состав насаждений участка № 3 входят старые генеративные деревья (g3) *A. negundo* L., составляющие 10 % от всех исследуемых, а состав участка № 5 располагает средневозрастными генеративными деревьями (g2) – 30 % от исследуемых.

Нами были определены статистические показатели среднего прироста для *Acer negundo* L. по высоте (таблица).

Статистические показатели среднего прироста по высоте у *Acer negundo* L. в различном возрастном состоянии за 2017–2019 гг.

№ участка	Возраст <i>A. negundo</i> , лет	Статистические показатели прироста			
		Среднее, см	Среднее квадратическое отклонение, см	Доверительный интервал, см	Коэффициент вариации, %
1	25–30	22,9	10,4	22,9±10,4	45,4
2	31–34	21,6	6,8	21,6±6,8	31,5
3	35–40	15,9	5,6	15,9±5,6	35,2
4	41–60	12,8	3,6	13,1±3,1	27,5
5	>60	6,0	3,9	6,0±3,9	65,0

Анализ таблицы подтверждает снижение средних показателей прироста с увеличением возраста клена ясенелистного до 3,8 раза, причем от 20 до 40 лет – до 44,0 %, от 41 до 60 лет – до 2,1 раза. Наибольшее значение коэффициента вариации присуще молодым и старым генеративным деревьям в силу их большей зависимости от погодных условий, технологии ухода и др.

Заключение

Таким образом, по результатам исследования можно сделать следующие выводы и рекомендации.

1. Установлено, что большинство видов *Salix* прижились (96 %) и имеют высокий прирост, из них *S. alba* var. *Argentea*, *S. "Pamyati Bazhova"* плохо растут в тени, *S. "Pamyati Mindovskogo"* не переносит переувлажнения почвы, в связи с этим образовали небольшой прирост, но состоя-

ние хорошее, а *S. "Fantaziya"*, *S. "Shater II"* и *S. fragilis* var. *spaerica* – медленно растущие виды, поэтому их следует высаживать в возрасте im или v.

2. Перспективными видами *Salix* у деревьев являются: *S. schwerinii*, (*S. schwerinii* x *S. udnesis*); *S. Sverdlovskaja isvilistaja II*; *S. "Record"*; *S. "Shater I"*; *S. matsudana Erythroflexuosa*; *S. Salix viminalis*, у которых средний летний прирост за два года составил 139–163 см.

3. Рекомендуются следующие кустарниковые виды *Salix* для озеленения скверов, садов, парков, набережных и широких бульваров, а также в целях укрепления склонов: *S. "Sverdlovskaja isvilistaja I"*; *S. Sukaczewii*; *S. triandra*; *S. "Sharovidny Karlik"*; *S. "Placutshii Gnom"*; *S. ledebouriana* var. *Pyramidalis*, их прирост составил 79–189 см за период 2018–2019 гг.

4. Выявлено, что основной возрастной состав насаждений *Acer negundo* L. (60 %) – это молодые генеративные деревья, дающие

хороший ежегодный прирост до 90 см, а за летние периоды 2017–2019 гг. средний прирост составил около 200 см.

5. Для высаживания в городе рекомендуется клен ясенелистный как быстрорастущий и устойчивый вид, достигающий зрелости к 10–15 годам, в целях озеленения улиц и живых изгородей, периметрального озеленения скверов, садов, парков, укрепления склонов. Следует обратить внимание на декоративные сорта: *A. "Flamingo"*, *A. "Auratum"*, *A. "Elegans"*, *A. "Baron"* как в биогруппах, так и в солитерных посадках.

Список литературы / References

1. Мокин А.А. Адаптивные морфологические реакции белой ивы (*Salix alba* L.) в экстремальных условиях произрастания: автореф. дис. ... канд. биол. наук (03.02.01). Оренбург, 2015. 21 с.

Mokin A.A. Adaptive morphological reactions of the white willow (*Salix alba* L.) in extreme growing conditions: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk (03.02.01). Orenburg, 2015. 21 p. (in Russian).

2. Paul J. McInerney, Gavin N. Rees, Ben Gawne, Phil Suter, Garth Watson, Rick J. Stoffels. Effects of invasive willows (*Salix* spp.) On stream ecosystem dynamics. *Freshwater Biology*. 2016. Vol. 61. № 9. P. 1379–1391.
3. Jonas A. Ohlsson, Henrik R. Hallingbäck, Mohamed Jibrane, Anne E. Harman-Ware, Todd Shollenberger, Stephen R. Decker, Mats Sandgren, Ann-Christin Rönnberg-Wästljung. Genetic variation of biomass recalcitrance in a natural *Salix viminalis* (L.) population. *Biotechnology for Biofuels*. 2019. Vol. 12:135. DOI: 10.1186/s13068-019-1479-7.
4. Lamarque L.J., Porté A.J., Eymeric C., Lasnier J.-B., Lortie C.J., Delzon S. A Test for Pre-Adapted Phenotypic Plasticity in the Invasive Tree *Acer negundo* L. *PLoS*. 2013. Vol. 8(9). [Electronic resource]. URL: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0074239> (date of access: 21.02.2020). DOI: 10.1371/journal.pone.0074239.
5. Kostic S., Cukanovic J., Ljubojevic M., Hiel K., Mladenović E. Influence of an Urban Paved Environment on Tree Dimensions and Vitality Characteristics: A Case Study of Sycamore Maple (*Acer pseudoplatanus* L.). *Pol. J. Environ. Stud.* 2019. Vol. 28. № 6. P. 4247–4255. DOI: 10.15244/pjoes/97355.
6. Dumas Y. Que savons-nous de l'Érable négondo *Acer negundo* L. *Naturae*. 2019. № 10. P. 257–283. DOI: 10.5852/naturae2019a10.
7. Вергунова А.А., Сокольская О.Б. Роль различных видов *Salix* L. для объектов ландшафтной архитектуры // Ландшафтная архитектура и природообустройство: от проекта до экономики – 2019. Материалы международной научно-технической конференции / под науч. ред. О.Б. Сокольской и И.Л. Воротникова. Саратов: ООО "Центр социальных агроинноваций СГАУ", 2019. С. 38–41.
8. Vergunova A.A., Sokolskaya O.B. The Role of different types of *Salix* L. for landscape architecture objects // Landshaftnaya arkhitektura i prirodoobustroystvo: ot proyekta do ekonomiki – 2019. Materialy mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskaya konferentsii / pod nach. red. O.B. Sokol'skoy i I.L. Vorotnikova. Saratov: ООО «Tsentr sotsial'nykh agroinnovatsiy SGAU», 2019. P. 38–41 (in Russian).
9. Энциклопедия декоративных садовых растений. [Электронный ресурс]. URL: http://flower.onego.ru/kustar/acer_n.html (дата обращения: 21.02.2020).
10. Encyclopedia of decorative garden plants [Electronic resource]. URL: http://flower.onego.ru/kustar/acer_n.html (date of access: 21.02.2020) (in Russian).
9. Ефимова И.В., Антонова И.С. Развитие однолетних проростков *Acer negundo* L. в разных климатических и экологических условиях // Вестник СПбГУ. 2012. № 3. С. 31–37.
10. Efimova I.V., Antonova I.S. Seedlings development of *Acer negundo* L. in different climatic and ecological conditions // Vestnik SPbGU. 2012. № 3. P. 31–37 (in Russian).
10. «СП 42.13330.2011. Свод правил. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89*» (утв. Приказом Минрегиона РФ от 28.12.2010 N 820) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.dostupnigorod.ru/wp-content/uploads/2015/11/sp-42.13330.2011.pdf> (дата обращения: 21.02.2020).

УДК 633.15:631.559:631.527.8

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОРТОИСПЫТАНИЯ НОВЫХ СРЕДНЕРАННИХ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ (ФАО 250–299) В НИЖНЕМ ПОВОЛЖЬЕ

¹Волков Д.П., ²Жужукин В.И., ¹Зайцев С.А., ¹Гудова Л.А., ¹Гусева С.А., ¹Носко О.С.¹ФГБНУ Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго
и кукурузы «Россорго», Саратов, e-mail: genomix@mail.ru;²ФГБОУ ВО Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

В статье рассматриваются результаты экологического испытания гибридов кукурузы (ФАО 250–299), созданных в разных селекционных центрах России. Объем питомника экологического испытания гибридов варьировал в интервале 20–39 наименований. В целом незначительное значение коэффициентов асимметрии (исключение 2010 г.) и эксцесса (исключение 2009 г.) характеризует выборку гибридов как соответствующую нормальному распределению. Важной особенностью довольно длительного изучения гибридов в пункте испытания ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» является значительное варьирование гидротермического коэффициента (0,32–1,1). Диапазоны варьирования и коэффициенты вариации урожайности зерна указывают на разнообразие гибридов и их реакцию на условия среды. Урожайность наиболее продуктивных экспериментальных гибридов кукурузы варьировала в следующих пределах: Краснодарский 291AMB (st) – 2,13–6,88 т/га, Ик – 2,24–6,84 т/га, Кр – 2,33–6,97 т/га, КС – 2,03–7,80 т/га, Фо – 2,06–6,25 т/га, По – 1,89–4,85 т/га, Зе – 2,05–6,12 т/га, Во – 2,06–6,95 т/га, Дп – 3,01–7,43 т/га. Размах варьирования влажности зерна гибридов при уборке наблюдали в следующих пределах: Краснодарский 291AMB (st) – 18,6–35,6%, Ик – 19,3–42,6%, Кр – 16,5–41,6%, Кс – 17,4–37,5%, Фо – 16,0–36,8%, Зе – 19,4–38,2%, Во – 17,0–36,7%, По – 22,9–34,5%, Дп – 15,6–29,7%. Среднее содержание сырого протеина в зерне раннеспелых гибридов кукурузы (ФАО 100–149) варьировало в следующих пределах: Краснодарский 291AMB (st) – 7,86–14,67%, Ик – 8,41–12,79%, Кр – 7,80–12,10%, Кс – 7,83–14,04%, Фо – 8,68–12,70%, Зе – 8,23–12,98%, Во – 8,47–12,19%, По – 8,79–13,40%, Дп – 8,99–12,80%. Относительно средняя степень варьирования высоты прикрепления початка (во всех случаях V ниже 15%), а также значения A и E позволяют оценивать распределение признака как нормальное. Следует отметить, что в период 2013–2017 гг. наметилось значительное различие гибридов по высоте прикрепления початка, чем в предшествующие 2008–2012 гг.

Ключевые слова: кукуруза, гибриды, производство семян, урожайность, семеноводство, продуктивность, протеин, изменчивость, ФАО

ECOLOGICAL VARIETY RESULTS OF THE NEW MID-MEDIUM CORN HYBRIDES (FAO 250–299) IN THE LOWER VOLGA REGION

¹Volkov D.P., ²Zhuzhukin V.I., ¹Zaytsev S.A., ¹Gudova L.A., ¹Guseva S.A., ¹Nosko O.S.¹Russian Research and Design Institute of Sorghum and Maize, Saratov, e-mail: genomix@mail.ru;²Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Saratov

The article examines the results of the ecological testing of maize hybrids (FAO 250–299), created in different selective centers of Russia. The volume of nursery ecological testing of hybrids varied in the range of 20–39 titles. In general, the unimportant value of the asymmetry coefficients (2010 exception) and kurtosis (2009 exception) characterize the sample of hybrids as corresponding to the normal distribution. An important feature of a fairly long study of hybrids in the test point of the FGIBNU RosNIISK «Rosorgo» is a significant variation of the hydrothermal coefficient (0,32–1,1). Variation ranges and coefficients of grain yield variation indicate the diversity of hybrids and their response to environmental conditions. The yield of the most productive experimental maize hybrids varied within the following limits: Krasnodar 291AMV (st) – 2,13–6,88 t/ha, Ik – 2,24–6,84 t/ha, Kr – 2,33–6,97 t/ha, KS – 2,03–7,80 t/ha, Fo – 2,06–6,25 t/ha, Po – 1,89–4,85 t/ha, Se – 2,05–6,12 t/ha, Bo – 2,06–6,95 t/ha, Dp – 3,01–7,43 t/ha. The range of variation in moisture content of grain hybrids during harvesting was observed in the following ranges: Krasnodar 291AMV (st) – 18,6–35,6%, Ik – 19,3–42,6%, Kr – 16,5–41,6%, Ks – 17,4–37,5%, Fo – 16,0–36,8%, Se – 19,4–38,2%, Bo – 17,0–36,7%, Po – 22,9–34,5%, Dp – 15,6–29,7%. The average content of crude protein in the grain of early ripening hybrids of maize (FAO 100–149) varied within the following limits: Krasnodar 291AMV (st) – 7,86–14,67%, Ik – 8,41–12,79%, Kr – 7,80–12,10%, Ks – 7,83–14,04%, Fo – 8,68–12,70%, Se – 8,23–12,98%, Bo – 8,47–12,19%, Po – 8,79–13,40%, Dp – 8,99–12,80%. The relatively moderate degree of variation in the attachment height of the cob (in all cases, V is below 15%), and also the values of A and E allow us to estimate the distribution of the characteristic as normal. It should be noted that in the period 2013–2017 years there was a significant difference in hybrids over the height of the cob attachment, than in the preceding 2008–2012 years.

Keywords: corn, hybrids, seed production, yield, seed-breeding, productivity, protein, variability, FAO

В стратегии адаптивной интенсификации растениеводства агроэкологическое районирование территории занимает центральное место [1]. В этой связи сложной и важной практической задачей при агро-

экологическом районировании является оптимизация сортового состава наиболее урожайных культур в соответствии с зональной структурой посевных площадей [2–4]. Зависимость хозяйственно ценных параме-

тров кукурузы от продолжительности вегетационного периода, выраженной через число ФАО, определяет отбор адаптированных гибридов [5]. На основании многолетних исследований установлено, что в условиях Саратовской области ежегодно вызревают гибриды кукурузы не позднее ФАО 300. Наступление фазы спелости у гибридов кукурузы с более длительным периодом вегетации носит вероятностный характер [6]. Проведенные исследования позволяют оценить гибриды из различных селекционных центров РФ по важнейшим хозяйственно ценным характеристикам [7–9].

Цель работы: провести анализ урожайности и биохимического состава зерна гибридов кукурузы (ФАО 250–299), полученных в различных научно-исследовательских учреждениях России.

Задачи исследований:

- установить преимущество экспериментальных гибридов по показателям продуктивности и технологичности в зависимости от происхождения зародышевой плазмы;
- рассчитать статистические параметры вариационных рядов хозяйственно ценных показателей.

Материалы и методы исследования

Климат региона характеризуется как резко континентальный и суровый. ГТК во влажные годы – 1,20–1,45; в среднеобеспеченные – 0,70–0,95; в засушливые – 0,60–0,68. Среднегодовая сумма осадков – 360–455 мм.

Почва опытного участка – чернозем южный малогумусный среднесильный тяжело-суглинистый. В пахотном слое содержание гумуса (по Тюрину) составляет 3,80–4,60 %, общего азота – 0,17–0,22 %, валового фосфора – 0,11–0,14 %, калия – 1,10–1,38 %, подвижного фосфора (по Мачигину) – 18,0–22,0 мг/кг, обменного калия (по Мачигину) – 28,0–32,0 мг/100 г почвы; pH близка к нейтральной ($pH_{\text{сол}} - 6,1$; $pH_{\text{водн}} - 7,0$); сумма поглощенных оснований – 38,0–41,0 мг-экв/100 г почвы. Плотность почвы составляет 1,20 – 1,32 г/см³, наименьшая влагоемкость (НВ) слоя 0–30 см – 101,1 мм, слоя 0–100 см – 295,6 мм, влажность устойчивого завядания растений (ВУЗ) – 36,3; 151,4 мм соответственно.

В изучение включены гибриды кукурузы, созданные в различных селекционных центрах России. Общее количество гибридов в питомнике экологического испытания (ЭСИ-2, ФАО 250–299) варьирует по годам ис-

следований (20–39). Такой объем выборки объясняется тем, что в разные годы селекционные центры представляли для сортоиспытания разное количество гибридов. Принята система сокращенных наименований гибридов, созданных в различных учреждениях РФ: Ик – ФГБНУ Всероссийский НИИ кукурузы (г. Пятигорск), Кр – ФГБНУ КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко (г. Краснодар), КС – ООО НПО «Семеноводство Кубани» (Краснодарский край), Фо – ООО ИПА «Отбор» (Республика Кабардино-Балкария), По – Поволжский филиал ФГБНУ ВНИИОЗ (Волгоградская область), Во – Воронежский филиал ФГБНУ ВНИИ кукурузы (Воронежская область), Зе – ФГБНУ ВНИИ зерновых культур им. Калиненко И.Г. (г. Зерноград), ДП – ФГБНУ «НИИСХ ЦЧП» (Воронежская область). Из каждого селекционного центра в изучение ежегодно поступало 3–5 гибридов. Стандартом для группы спелости кукурузы (ФАО 250–299) принято считать гибрид Краснодарский 291 АМВ.

Площадь делянки 14,8 м². Густота стояния растений к уборке в условиях Саратовской области – 45 тыс. раст/га. Повторность трехкратная. Агротехника выращивания – зональная. Гидротермический коэффициент в период вегетации варьировал от 0,32 до 1,1. Содержание в зерне сырого протеина определяли согласно методике [ГОСТ 10846-91].

Для обсуждения результатов исследований использованы следующие статистические параметры: стандарт – st , средняя – x , ошибка средней – sx , дисперсия – s^2 , стандартное отклонение – s , коэффициент вариации – V , коэффициент асимметрии – A , ошибка коэффициента асимметрии – sA , коэффициент эксцесса – E , ошибка коэффициента эксцесса – sE , минимальное значение признака – min , максимальное значение признака – max , выборка – n [10].

Результаты исследования и их обсуждение

Диапазоны варьирования и коэффициенты вариации урожайности зерна указывают на некоторое разнообразие гибридов и их реакцию на условия среды (табл. 1). В целом несущественное значение коэффициентов асимметрии (исключение 2010 г.) и эксцесса (исключение 2009 г.) характеризует выборку гибридов как соответствующую нормальному распределению.

Урожайность наиболее продуктивных экспериментальных гибридов кукурузы варьировала в следующих пределах: Крас-

нодарский 291 AMB (st) – 2,13–6,88 т/га, Ик – 2,24–6,84 т/га, Кр – 2,33–6,97 т/га, Кс – 2,03–7,80 т/га, Фо – 2,06–6,25 т/га, По – 1,89–5,32 т/га, Зе – 2,05–6,12 т/га, Во – 2,06–6,95 т/га, Дп – 3,01–7,43 т/га (рис. 1). Ранжирование гибридов по средней урожайности располагается в следующей последовательности: По (4,07 т/га) < Ик (4,42 т/га) < Зе (4,58 т/га) < Фо (4,59 т/га) < Во (4,60 т/га) < Дп (4,92 т/га) < Кс (5,00 т/га) < Краснодарский 291 AMB (5,18 т/га) < Кр (5,22 т/га).

Нормальность распределения влажности зерна гибридов кукурузы в годы исследований подтверждается значениями статистических параметров А и Е, кроме 2010, 2016, 2017 гг. (табл. 2). Размах варьирования влажности зерна гибридов при уборке наблюдали в следующих пределах: Краснодарский 291 AMB (st) – 18,6–35,6%, Ик – 19,3–42,6%, Кр – 16,5–41,6%, Кс – 17,4–37,5%, Фо – 16,0–36,8%, Зе – 19,4–38,2%, Во – 17,0–36,7%, По – 22,9–34,5%, Дп – 15,6–29,7%. Ранжировка гибридов по среднему значению уборочной влажности зерна: Дп < Фо < Кс < st (Краснодарский 291 AMB) < Во < Ик < Зе < Кр < По.

Среднее содержание сырого протеина в зерне среднеранних гибридов кукурузы (ФАО 250–299) варьировало в следующих пределах: Краснодарский 291 AMB (st) – 7,86–14,67%, Ик – 8,41–12,79%, Кр – 7,80–12,10%, Кс – 7,83–14,04%, Фо – 8,68–12,70%, Зе – 8,23–12,98%, Во – 8,47–12,19%, По – 8,79–13,40%, Дп – 8,99–12,80% (рис. 2). Ранжировка лучших гибридов по среднему значению содержания сыро-

го протеина: Кр, Дп < По < Краснодарский 291 AMB (st) < Ик < Фо < Кс < Зе < По.

Большое значение имеет улучшение качества зерна одновременно с повышением его урожайности. Сырого протеина и отдельных незаменимых аминокислот в зерне кукурузы накапливается несколько меньше, чем у других зерновых культур. Однако размещение экстремумов значений подтверждает данное высказывание, но также и обязывает учитывать сдвиги (отклонения) содержания протеина в зерне кукурузы в сторону значительного превышения значения гибрида-стандарта, а также среднего показателя по опыту (рис. 2).

В Поволжье определённая часть посевов кукурузы используется на силос. В настоящее время на силос используются гибриды универсального или зернового направления использования, так как гибридов, использование которых ориентировано только на силос, значительно меньше. Хотя известно, что гибриды зернового типа из-за грубого стебля и малого количества листьев обеспечивают получение силоса с низкими кормовыми показателями.

Принято считать, что растения силосной кукурузы отличаются высокой урожайностью биомассы, что, как правило, сопряжено с высотой растений. Следует отметить, что за анализируемый период в питомнике ФАО 250–299 отмечается нормальное распределение признака по высоте растений за исключением результатов 2014 г., так как определена значимая величина коэффициента асимметрии А (табл. 3).

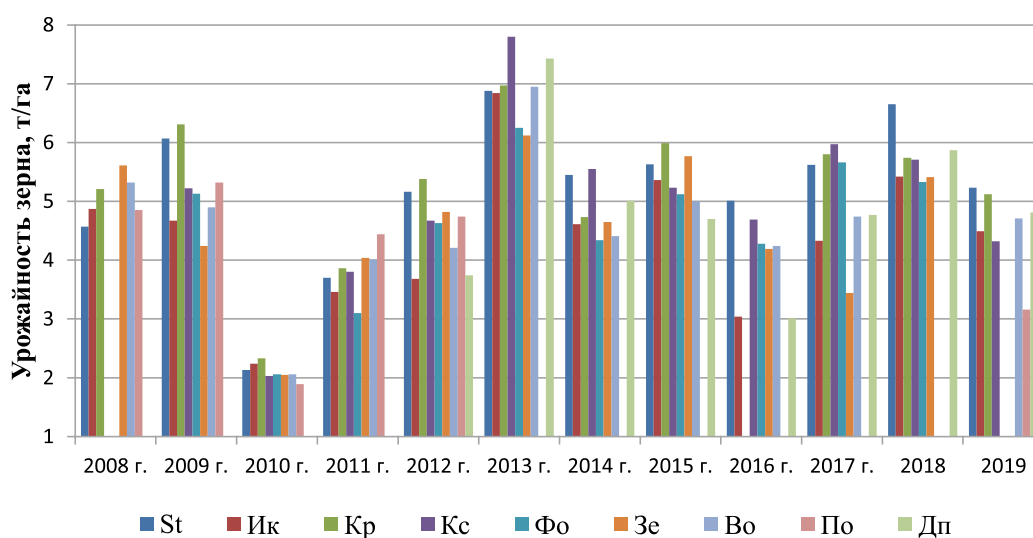


Рис. 1. Урожайность зерна гибридов кукурузы, созданных в селекцентрах РФ

Таблица 1

Общая характеристика изменчивости урожайности зерна гибридов кукурузы (группа спелости ФАО 250–299), т/га

Параметр	Год											
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
st	4,57	6,07	2,13	3,70	5,16	6,88	5,45	5,63	5,01	5,62	6,65	5,23
x	4,87	5,12	2,05	3,73	4,45	6,89	4,78	5,31	3,91	5,07	5,54	4,47
sx	0,172	0,18	0,07	0,13	0,15	0,17	0,15	0,16	0,14	0,20	0,13	0,131
s ²	0,595	0,80	0,13	0,46	0,88	0,96	0,71	0,77	0,75	1,25	0,45	0,60
s	0,77	0,89	0,36	0,68	0,94	0,98	0,84	0,88	0,87	1,12	0,702	0,78
V, %	15,8	17,4	17,4	18,1	21,1	14,2	17,6	16,5	22,2	22,0	12,7	17,3
A	-0,434 ns	0,015 ns	1,437*	0,117 ns	0,091 ns	-0,276 ns	-0,029 ns	0,354 ns	-0,162 ns	-0,369 ns	0,384 ns	-0,384 ns
sA	0,511	0,471	0,471	0,455	0,378	0,414	0,426	0,42	0,392	0,426	0,426	0,397
E	-0,302 ns	2,056*	2,767 ns	-0,031 ns	-0,677 ns	-0,514 ns	-0,646 ns	0,13 ns	-0,552 ns	-0,191 ns	-0,075 ns	-0,763 ns
sE	0,98	0,91	0,91	0,88	0,739	0,805	0,828	0,816	0,765	0,828	0,828	0,775
min	3,23	2,79	1,48	2,30	2,70	5,04	2,88	3,50	2,04	2,33	4,33	2,67
max	6,02	7,31	3,01	5,07	6,45	8,51	6,32	7,41	5,40	7,19	7,32	5,60
n	20	24	24	26	39	32	30	31	36	30	30	35

Таблица 2

Общая характеристика изменчивости влажности зерна при уборке гибридов кукурузы (группа спелости ФАО 250–299), %

Параметр	Год											
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
st	27,3	27,5	24,9	32,7	35,6	21,8	18,6	20,2	24,5	27,1	24,2	39,6
x	27,3	28,9	20,8	32,1	36,3	22,9	17,0	19,5	26,0	29,1	22,1	36,0
sx	0,62	0,58	1,15	0,73	0,84	0,94	0,34	0,45	0,45	0,43	0,30	0,66
s ²	7,77	8,12	31,97	13,89	27,58	28,17	3,42	3,75	7,41	5,66	2,68	15,02
s	2,79	2,85	5,65	3,73	5,25	5,31	1,85	1,94	2,72	2,38	1,64	3,88
V, %	10,2	9,9	27,2	11,6	14,5	23,2	10,9	9,90	10,5	8,2	7,4	10,8
A	-0,025 ns	0,252 ns	-0,939*	-0,043 ns	0,172 ns	-0,032 ns	0,40 ns	-0,507 ns	1,013*	0,994*	0,234 ns	0,265 ns
sA	0,511	0,471	0,471	0,455	0,378	0,414	0,426	0,42	0,392	0,426	0,426	0,397
E	-0,929 ns	0,153 ns	0,129 ns	0,693 ns	0,817 ns	-0,967 ns	-0,591 ns	-0,223 ns	0,330 ns	0,733 ns	-1,227 ns	-0,181 ns
sE	0,98	0,91	0,91	0,88	0,739	0,805	0,828	0,816	0,765	0,828	0,828	0,775
min	22,6	22,9	7,54	24,7	24,9	13,5	14,2	15,1	22,2	25,6	19,3	27,9
max	32,3	34,4	27,9	41,4	51,3	31,9	20,8	23,2	33,0	35,2	25,0	44,4
n	20	24	24	26	39	32	30	31	36	30	30	35

Рассчитанные значения коэффициентов вариации указывают на слабую изменчивость высоты гибридов, созданных в разных НИУ (V меньше 10% в 9 случаях из 10). Однако размах варьирования гибридов по высоте растений изменяется в значительном диапазоне 33,9–76,3 см, что указывает на отдельные варианты отклонений от среднего

значения. Визуальный подход к оценке высоты растений, полученных в разных селекцентрах РФ, не позволяет установить чёткую их дифференциацию (рис. 3). Подобное заключение позволяет утверждать, что в селекции гибридов группы спелости ФАО 250–299 используется зародышевая плазма близкая или родственная по происхождению.

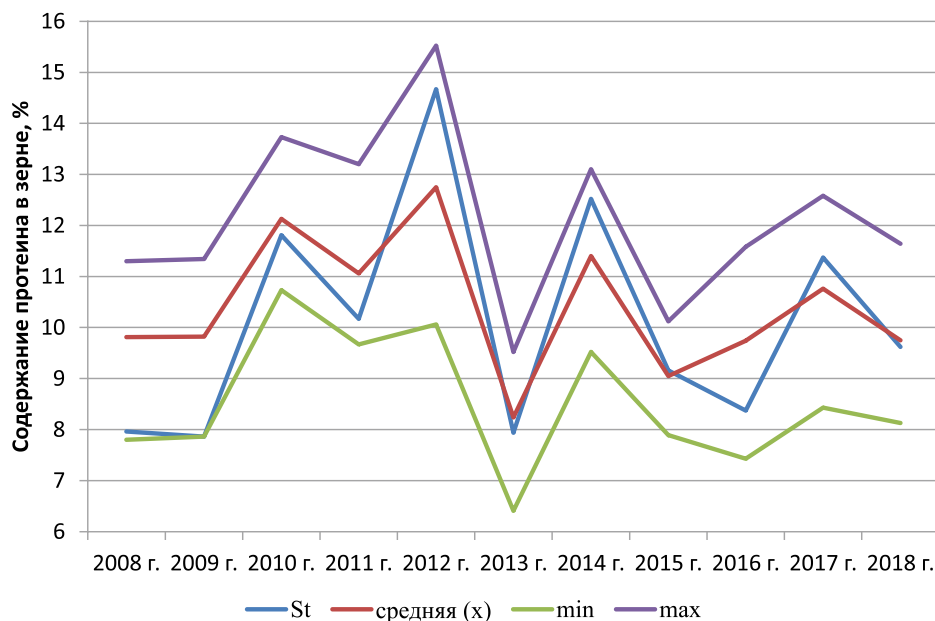


Рис. 2. Содержание сырого протеина в зерне гибридов кукурузы, созданных в селекцентрах РФ

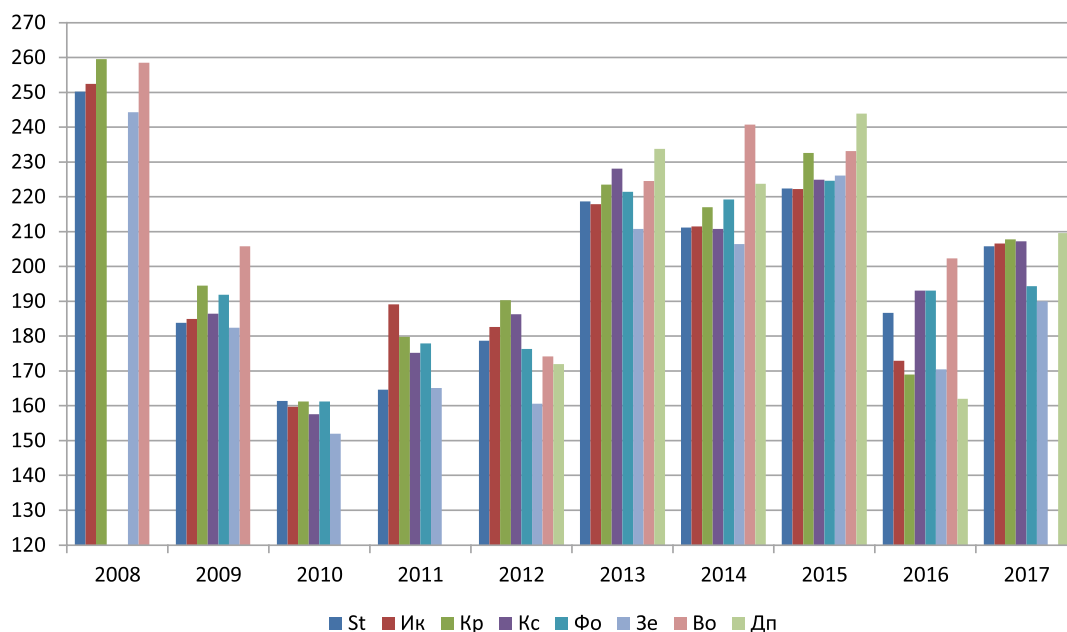


Рис. 3. Высота растений гибридов кукурузы, созданных в селекцентрах РФ

Таблица 3

Общая характеристика изменчивости высоты растений гибридов кукурузы (группа спелости ФАО 250–299), см

Параметр	Год													
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019		
st	250,2	183,8	161,4	164,6	178,7	218,7	211,2	222,4	186,7	205,8	195,8	195,0		
x	248,8	188,2	159,4	179,7	179,0	223,9	218,5	229,7	181,9	207,9	196,7	171,1		
sx	3,2	2,5	1,7	2,5	1,9	2,6	2,1	1,7	3,2	2,2	3,3	2,6		
s ²	206,9	145,5	67,8	166,7	138,2	215,8	126,7	92,8	356,6	189,6	322,8	239,0		
s	14,4	12,1	8,2	12,9	11,8	14,7	11,3	9,6	18,9	13,8	18,0	15,5		
V, %	5,8	6,4	5,2	7,2	6,6	6,6	5,2	4,2	10,4	6,6	9,1	9,0		
A	-0,787 ns	-0,094 ns	-0,094 ns	0,707 ns	-0,515 ns	-0,748 ns	0,904*	0,803 ns	0,062 ns	0,086 ns	0,693 ns	0,437 ns		
sA	0,511	0,471	0,471	0,455	0,378	0,414	0,426	0,42	0,392	0,426	0,426	0,397		
E	0,722 ns	0,07 ns	0,062 ns	0,548 ns	-0,607 ns	0,608 ns	0,323 ns	0,956 ns	-0,506 ns	-0,339 ns	0,128 ns	0,204 ns		
sE	0,980	0,910	0,910	0,880	0,739	0,805	0,828	0,816	0,765	0,828	0,828	0,775		
min	214,6	160,1	142,1	159,8	155,4	186,8	201,9	212,4	145,9	180,4	168,4	143,3		
max	274,6	212,7	176,0	214,5	200,5	248,0	245,8	257,8	222,2	236,8	241,8	212,1		
n	20	24	24	26	39	32	30	31	36	30	30	35		

Таблица 4

Общая характеристика изменчивости высоты прикрепления початка гибридов кукурузы (группа спелости ФАО 250–299), см

Параметр	Год													
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019		
st	106,8	73,0	67,7	67,6	57,3	80,8	87,2	74,3	69,7	97,0	67,85	55,8		
x	97,3	74,65	65,95	68,32	59,56	86,40	91,45	83,42	64,13	87,3	71,9	55,9		
sx	2,763	1,68	0,97	1,431	1,064	1,919	1,768	1,378	1,583	2,04	1,79	1,129		
s ²	152,67	67,73	22,60	53,25	44,15	117,79	93,82	58,86	90,26	124,38	96,22	44,58		
s	12,36	8,23	4,754	7,297	6,645	10,85	9,686	7,672	9,501	11,15	9,81	6,68		
V, %	12,7	11,0	7,2	10,7	11,2	12,6	10,6	9,2	14,8	12,8	13,65	11,95		
A	-0,52 ns	0,46 ns	-0,54 ns	0,52 ns	-0,57 ns	-0,10 ns	-0,23 ns	0,35 ns	0,26 ns	-0,76 ns	0,573 ns	-0,621 ns		
sA	0,511	0,471	0,471	0,455	0,378	0,414	0,426	0,42	0,392	0,426	0,426	0,394		
E	-0,62 ns	-0,429 ns	-0,656 ns	1,392 ns	-0,125 ns	-0,243 ns	1,029 ns	-0,095 ns	-0,395 ns	0,018 ns	0,079 ns	1,805*		
sE	0,98	0,91	0,91	0,88	0,739	0,81	0,83	0,82	0,77	0,83	0,828	0,775		
min	74,4	62,6	56,4	54,5	42,3	60,0	64,7	70,4	43,3	63,0	56,0	36,2		
max	115,8	90,8	72,0	88,7	70,5	107,0	111,9	102,2	85,1	105,8	97,0	608,9		
n	20	24	24	26	39	32	30	31	36	30	30	35		

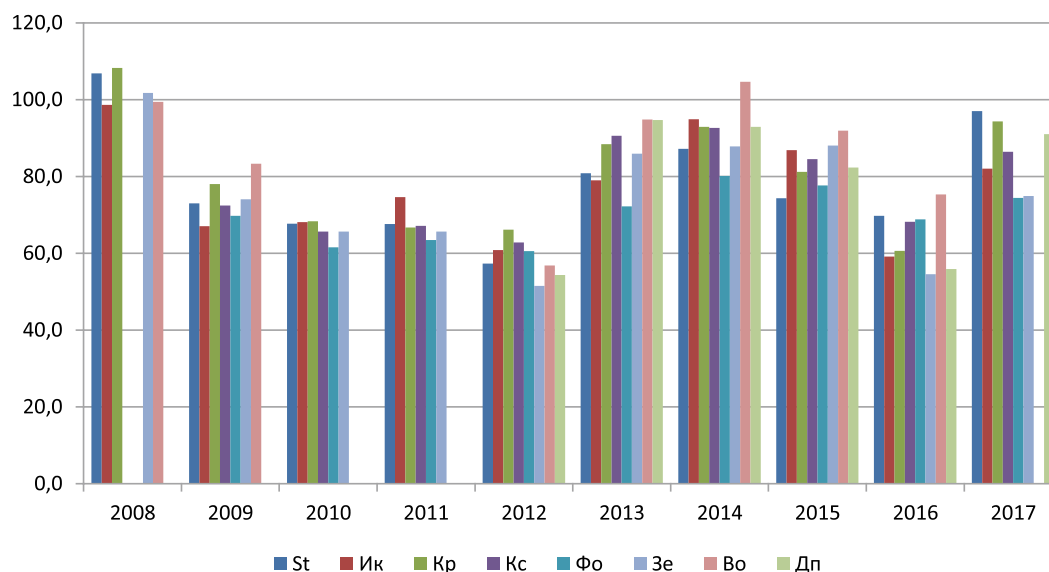


Рис. 4. Высота прикрепления початка гибридов кукурузы, созданных в селекцентрах РФ

В целях оценки технологичности уборки измеряли высоту прикрепления початка в фазу восковой спелости. Все изучаемые отечественные гибриды являлись однопочатковыми, в редких случаях встречались двухпочатковые растения, у которых второй початок нельзя назвать полноценным. Хотя в опыте ежегодно установлено значительное различие по экстремумам высоты прикрепления початка, но наблюдается также незначительное отклонение значений *st* и *х*, что указывает на приверженность селекционеров требованиям агротехники (табл. 4).

Относительно средняя степень варьирования высоты прикрепления початка (во всех случаях *V* ниже 15%), а также значения *A* и *E* позволяют оценивать распределение признака как нормальное. Следует отметить, что в 2013–2017 гг. наметилось значительное различие гибридов по высоте прикрепления початка, чем в предшествующие 2008–2012 гг. (рис. 4).

Выводы

Таким образом, в результате проведенных исследований выявлено существенное преимущество по урожайности зерна гибридов ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», однако они отличаются более высокой уборочной влажностью. По среднему значению уборочной влажности зерна наименьшие затраты на подсушивание потребуются при возделывании гибридов Фо, Дп, Кс.

Стабильного преимущества по высоте растений не выявлено у гибридов, создан-

ных в каком-либо определенном селекцентре. Некоторое разнообразие гибридов кукурузы по высоте прикрепления развитого початка свидетельствует о различиях в приоритетах при выборе критических характеристик в оценке селекционного материала. По содержанию протеина в зерне выявлено преимущество гибридов Ик, Фо, Кс, Зе, По. Использование результатов экологических сортоиспытаний гибридов кукурузы позволяет оценить различные статистические характеристики специфичности проявлений генотипических различий на фоне изменчивости условий внешней среды. Поэтому использование методов экологической селекции в комплексе позволяет более обоснованно выбирать местности, как для селекции, так и для сети экологических испытаний, с целью получения наиболее полной информации о перспективных экспериментальных гибридах.

Список литературы / References

1. Сотченко В.С., Горбачёва А.Г., Панфилов А.Э., Ветошкина И.А., Казакова Н.И. Урожай и уборочная влажность зерна гибридов кукурузы в разных экологических условиях в зависимости от сроков посева // Кормопроизводство. 2019. № 4. С. 26–31.

Sotchenko V.S., Gorbacheva A.G., Panfilov A.E., Vetoshkina I.A., Kazakova N.I. Crop and harvest humidity of corn hybrids in different environmental conditions depending on the timing of sowing // Fodder production. 2019. no. 4. P. 26–31 (in Russian).

2. Жужукин В.И., Горбунов В.С., Зайцев С.А., Волков Д.П. Совершенствование методических подходов в селекции среднеранних гибридов кукурузы в Нижнем Поволжье // Зерновое хозяйство России. 2017. № 5. С. 25–29.

Zhuzhukin V.I., Gorbunov V.S., Zaitsev S.A., Volkov D.P. Improvement of methodological approaches in the selection of

medium-early maize hybrids in the Lower Volga region // Grain economy of Russia. 2017. no. 5. P. 25–29 (in Russian).

3. Solomon A., Mandefro N., Habtamu Z. Genotype-Environment Interaction and Stability Analysis for Grain Yield of Maize (*Zea mays* L.) in Ethiopia. Asian Journal of Plant Sciences. 2008. Volume: 7. Issue: 2. P. 163–169.

4. Kassa Y., Asea G., Demissew A.K., Ligeyo D., Demevoz N., Saina E., Serumaga J., Twumasi-Afryie S., Opio F., Rwomushana I., Gelase N., Gudeta N., Wondimu F., Solomon A., Habtamu Z., Andualem W.B.A., Habte J., Mduruma Z. Stability in Performance of Normal and Nutritionally Enhanced Highland Maize Hybrid Genotypes in Eastern Africa. Asian Journal of Plant Sciences. 2013. Vol. 12. Issue 2. P. 51–60.

5. Панфилов А.Э., Казакова Н.И. Продуктивность кукурузы в лесостепи Зауралья как функция скороспелости гибридов // АПК России. 2018. Т. 25. № 5. С. 586–591.

Panfilov A.E., Kazakova N.I. Productivity of maize in the forest-steppe of the TRANS-Urals as a function of early maturity of hybrids. 2018. Vol. 25. no. 5. P. 586–591 (in Russian).

6. Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений как самостоятельная научная дисциплина. Краснодар: ВНИИ риса, 2010. 485 с.

Zhuchenko A.A. Ecological genetics of cultivated plants as an independent scientific discipline. Krasnodar: all-Russian research Institute of rice, 2010. 485 p. (in Russian).

7. Жученко А.А. Стратегия адаптивной интенсификации сельского хозяйства (концепция). Пушкино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1994. 148 с.

Zhuchenko A.A. The Strategy of adaptive intensification of agriculture (a concept). Pushchino: ONTI PNC RAS, 1994. 148 p. (in Russian).

8. Воронин А.Н., Хорошилов С.А., Журба Г.М., Клименко М.В., Шемякина Л.Н. Основные направления селекции гибридов кукурузы в Белгородском НИИСХ // Селекция. Семеноводство. Технология возделывания кукурузы. Материалы научно-практической конференции, посвящённой 25-летию ГНУ ВНИИ кукурузы. 2012. С. 22–30.

Voronin A.N., Khoroshilov S.A., Zhurba G.M., Klimenko M.V., Shemyakina L.N. The Main directions of selection of maize hybrids in the Belgorod research Institute // Selection. Seed production. Corn cultivation technology. Materials of the scientific and practical conference dedicated to the 25th anniversary of the wildebeest research Institute of corn. 2012. P. 22–30 (in Russian).

9. Орлянский Н.А., Орлянская Н.А. Методика выделения скороспелых гибридов кукурузы для северных регионов России // Селекция. Семеноводство. Технология возделывания кукурузы. Материалы научно-практической конференции, посвящённой 25-летию ГНУ ВНИИ кукурузы. 2012. С. 38–46.

Orlyansky N.A., Orlyanskaya N.A. Method of selection of precocious maize hybrids for the Northern regions of Russia // Selection. Seed production. Corn cultivation technology. Materials of the scientific and practical conference dedicated to the 25th anniversary of the wildebeest research Institute of corn. 2012. P. 38–46. (in Russian).

10. Лакин Г.Ф. Биометрия. Учебное пособие для биологических специальностей вузов – 4-е изд., перераб. и доп. М.: Высшая школа, 1990. 352 с.

Lakin G. F. Biometrics. Textbook for biological specialties of higher education institutions-4th edition, revised and supplemented. Moscow: Higher school, 1990. 352 p. (in Russian).

УДК 630*161(470.45)

БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕАЛИЗАЦИИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПРОЕКТА «ОЗДОРОВЛЕНИЕ ВОЛГИ» В ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ¹Иозус А.П., ¹Завьялов А.А., ²Крючков С.Н.¹Камышинский технологический институт (филиал) ГОУ «Волгоградский государственный технический университет», Камышин, e-mail: phis@kti.ru;²ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения» Российской академии наук, Волгоград

В рамках реализации национального проекта «Оздоровление Волги» предполагается создать систему водоохраных защитных лесных полос вдоль берегов р. Волги. На территории Волгоградской области лесные полосы придется размещать на малопродуктивных, засоленных, щебенчатых и эродированных почвах. Поэтому для создания насаждений предлагаем использовать отобранный в результате многолетней селекционной работы посадочный материал, отличающийся повышенной солеустойчивостью, морозоустойчивостью и долговечностью. Исследованиями определено 5 пригодных групп деревьев в зависимости от их солевыносливости. Данные группы целесообразно использовать для увеличения ассортимента и оптимизации видового состава в определенных почвенно-климатических условиях Волгоградской области. По маршруту будущих лесных защитных насаждений в рамках проекта предполагается использовать наиболее адаптированные, долговечные и устойчивые группы. Промораживанием в климате отобранного селекционного материала получены математические модели сохранности в зависимости от температуры промораживания для *Quercus robur* L., *Fraxinus lanceolata* F., *Acer negundo* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Haloxylon aphyllum* M. В экстремальных почвенно-климатических условиях региона при подборе ассортимента защитных лесных насаждений следует учитывать аддитивное воздействие засоления и засухи на древесно-кустарниковую растительность, особенно на засоленных малопродуктивных и эродированных почвах. Целесообразно все многообразие почвенных условий аридного региона дифференцировать по степени лесопригодности и выделить три основные категории – лучшие, средние и худшие. Подбор пород для каждой из этих категорий осуществлять с учетом их биологических характеристик, основными из которых являются солевыносливость, морозостойкость и их аддитивное действие. Сделаны предположения о средней продолжительности жизни древесных видов в этих категориях типичных лесорастительных условий лесостепных ландшафтов Волгоградской области.

Ключевые слова: солеустойчивость, морозоустойчивость, долговечность, *Quercus robur* L., *Fraxinus lanceolata* F., *Acer negundo* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Haloxylon aphyllum* M.

BIO-ECOLOGICAL ASPECTS OF IMPLEMENTATION OF THE NATIONAL PROJECT «HEALTH OF THE VOLGA» IN THE VOLGOGRAD REGION¹Iozus A.P., ¹Zavyalov A.A., ²Kryuchkov S.N.¹Kamyshin Technological Institute (branch) of the State Educational Institution «Volograd State Technical University», Kamyshin, e-mail: phis@kti.ru;²Federal Research Center for Agroecology, Comprehensive Land Reclamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences, Volgograd

As part of the implementation of the national project «Improvement of the Volga», it is planned to create a system of water-protective forest belts along the banks of the Volga River. On the territory of the Volgograd region, forest strips will have to be created on unproductive, saline, gravelly and eroded soils. Therefore, to create plantings, we propose to use planting material selected as a result of many years of selection work, characterized by increased salt tolerance, frost resistance and durability. Studies have identified 5 suitable groups of trees depending on their salt tolerance. It is advisable to use these groups to increase the assortment and optimize the species composition in certain soil and climatic conditions of the Volgograd region. The project will use the most adapted, durable and sustainable groups along the route of future forest protection plantings. Mathematical models of preservation depending on the freezing temperature for *Quercus robur* L., *Fraxinus lanceolata* F., *Acer negundo* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Haloxylon aphyllum* M. Were obtained by freezing in the climacamera of the selected breeding material. In extreme soil and climatic conditions of the region, when selecting a range of protective forest stands, it is necessary to take into account the additive effect of salinization and drought on tree and shrub vegetation, especially on saline unproductive and eroded soils. It is advisable to differentiate the whole variety of soil conditions in the arid region according to the degree of suitability and distinguish three main categories – the best, medium and worst. Selection of breeds for each of these categories is carried out taking into account their bioecological characteristics, the main of which are salt tolerance, frost resistance and their additive effect. Assumptions are made about the average life expectancy of woody species in these categories of typical forest growing conditions of forest-agrarian landscapes of the Volgograd region.

Keywords: salt resistance, frost resistance, durability, *Quercus robur* L., *Fraxinus lanceolata* F., *Acer negundo* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Haloxylon aphyllum* M.

На совещании по реализации национального проекта «Оздоровление Волги» под руководством председателя правитель-

ства озвучили, что в качестве действенной защиты реки специалисты предлагают создавать искусственные биотические барьеры

в виде защитных лесных насаждений – полос по берегам в водоохранной защитной зоне. Этот же метод рассматривается экспертами лесной отрасли как решение проблем лесовосстановления и улучшения экологической обстановки на прибрежных территориях [1–3].

По предварительной оценке, для посадки лесных защитных полос в водоохранной зоне р. Волги необходимо вырастить и высадить свыше 80 млн сеянцев на лесокультурной площади около 40 тыс. га. В соответствии с требованиями по реализации национального проекта насаждения должны создаваться в километровой зоне от береговой черты [1]. В Волгоградской области протяженность этих земель составляет 570 км вдоль р. Волги. От границы Саратовской области до г. Волгограда идут в основном каштановые, солонцеватые и солончаковые почвы, а от г. Волгограда до границы с Астраханской областью располагаются солонцы, бурые солонцеватые и солончаковые почвы. Эти земли к тому же малопродуктивные, щебенистые, эродированные, а частые в данной климатической зоне засухи и суховеи делают ситуацию особо напряженной. Поэтому для создания насаждений предлагаем использовать отобранный селекционный посадочный материал, отличающийся повышенной солеустойчивостью, морозоустойчивостью и долговечностью [2–4]. Защитные насаждения в данных условиях должны отличаться биоразнообразием и включать разные виды и формы древесных пород, по которым нами ранее был проведен комплекс селекционных мероприятий, позволивший отобрать наиболее устойчивый к экстремальным факторам и производительный селекционный материал [2–5]. Посадочный материал необходимо выращивать только на питомниках Волгоградской области, а семена получать на созданных ранее селекционных семенных плантациях. Данная статья является рекомендацией к разрабатываемому проекту о создании водоохранных защитных лесных полос, направленному на решение проблем национального проекта «Оздоровление Волги».

Цель исследования: провести комплексную оценку биоэкологических характеристик древесных видов, произрастающих в тяжелых почвенно-климатических условиях Нижнего Поволжья. Дать предложения по оптимизации видового состава, а также прогноз их долговечности в определенных

почвенно-климатических условиях Волгоградской области при реализации национального проекта «Оздоровление Волги».

Материалы и методы исследования

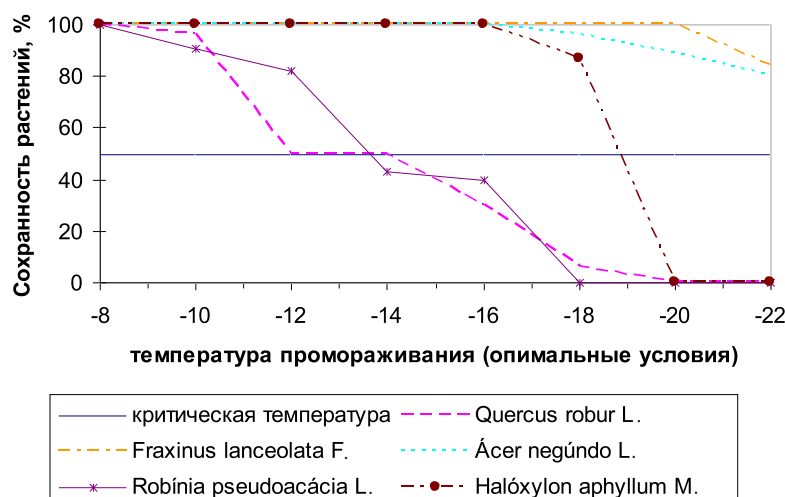
Объектами исследования являлись посаженные в период с 1948 по 1988 г. разные виды защитных лесных насаждений в сухостепной зоне. Оценка морозоустойчивости в вариантах опыта проводилась по обмерзанию побегов и состоянию после морозных зим. В климатических камерах моделировали экстремальные условия прямым промораживанием 1–2-летних опытных образцов с сохраненной корневой системой. Оценка повреждаемости проводилась окрашиванием материала солями тетразолия через двое суток. Критической считалась температура, приводящая к отпаду 50% опытных растений. Ввиду дифференциации тканей, по значимости для объективной оценки морозоустойчивости были введены условные коэффициенты и единицы. Были предложены следующие значения коэффициентов: камбий – 10, флоэма – 4, ксилема – 4, сердцевина – 2. В конце выводилась суммарная оценка с применением условных единиц.

По методике Е.С. Мигуновой изучали влияние разных солей на древесные породы, их рост, состояние, продуктивность [6].

Результаты исследования и их обсуждение

Фактор низкой температуры серьезно уменьшает продолжительность жизни защитных лесных насаждений в зоне сухих степей. В малоснежные зимы вымерзание корневых систем усиливается, что ведет к отпаду растений [2, 3]. Эффективной мерой является выделение древесных видов с географически обусловленной морозоустойчивостью [2]. Предложено по каждому виду определить температуру, приводящую к гибели до 50% растений, и считать ее критической.

Опытами установлено, что в условиях зимнего покоя температуры до –16...–18°C не вызывают гибели растений ясеня ланцетного и саксаула черного. Полная гибель сеянцев ясеня, клена и саксаула отмечается при температурах –20...–24°C, тогда как у сеянцев дуба и робинии полная гибель отмечалась при температурах –18...–19°C, а отмирание более 50% наблюдалось при температуре –13...–14°C, частичные повреждения при температурах –10...–12°C (рисунок).



Моделирование зависимости сохранности разных видов в условиях воздействия низких температур, г. Камышин

При этом для каждого вида были получены математические модели сохранности в зависимости от температуры промораживания: для *Quercus robur* L. $y = -15,857x + 112,86$; *Fraxinus lanceolata* F. $y = -1,3333x + 104$; *Acer negundo* L. $y = -2,4643x + 106,71$; *Robinia pseudoacacia* L. $y = -16,714x + 119,71$; *Haloxylon aphyllum* M. $y = -14,75x + 139,75$. Где x – температура промораживания, °C, y – сохранность растений, %.

Если суровым зимам предшествуют засухи, то морозоустойчивость видов значительно понижается. Иногда при оптимальном водном режиме и относительно высокой температуре после крайне засушливого лета робиния лжеакация возобновляет рост побегов, при этом растения ослабляются и снижается их морозостойкость. У других видов, ясеня ланцетного, клена ясенелистного, дуба черешчатого и саксаула черного, роста побегов не наблюдалось. Поэтому при температуре -8°C у робинии лжеакация отмечалась гибель растений. Морозоустойчивость у других пород не имеет такой линейной зависимости от засухи.

Распределим селекционный материал на 5 групп по возрастанию устойчивости к засолению, используя собственные наблюдения и литературные данные [2–4] (табл. 1).

При создании защитных насаждений в рамках реализации национального проекта «Оздоровление Волги» в Волгоградской области необходимо учитывать наши предложения по солеустойчивости древесных видов.

При проведении работ по созданию защитных лесных насаждений в аридной зоне, особенно при реализации «Плана преобразования природы», принятого в 1948 г., для обеспечения необходимых объемов посадки лесных защитных насаждений семена заготавливались в разных лесорастительных зонах, имеющих значительное отличие комплекса почвенно-климатических характеристик аридного региона.

Предполагалось, что процессы деградации и распада вновь создаваемых насаждений будут идти достаточно быстро, 30–40 лет до полной гибели. Однако действие естественного отбора привело к тому, что ильмовые, а также кустарниковые виды вопреки прогнозу достаточно эффективно адаптировались к почвенно-климатическим условиям региона и перешли в разряд климаксных насаждений, как, например, созданная в 1916 г. «Громославская дубрава» и созданные в период с 1948 по 1954 г. гослесополосы Камышин – Волгоград, Элиста – Черкесск, Пенза – Каменск, защитные лесные насаждения Нижневолжской станции ВНИАЛМИ и др. [2].

В табл. 2 приводятся результаты наших исследований по долговечности семенного потомства по группам лесопригодности в условиях сухостепной зоны Юго-Востока Европейской территории России.

При этом целесообразно все многообразие почвенных условий аридного региона дифференцировать по степени лесопригодности и выделить три основные категории согласно изданным ранее «Научно-методическим указаниям по сортоводству деревьев

и кустарников для защитного лесоразведения в аридных регионах» [4] и соответствующему приказу Рослесхоза по осуществлению лесозащитного районирования [7]:

I – лучшие, темноцветные, увлажненные интразональные почвы (до 15 % площади);

II – средние, выщелоченные зональные почвы, с глубоким залеганием солей (до 65 % площади);

III – худшие, солонцовые и солончаковые почвы с неглубоким залеганием солевых горизонтов (до 20 % площади).

Таблица 1

Концентрации легкорастворимых солей, оказывающих угнетающее воздействие на селекционный материал

Категория выносливости пород	Порог токсичности; сумма солей, %	Деревья, кустарники
1	2	3
Очень слабо солевыносливые	>0,3	Ель (<i>Picea Excelsa</i> L.), сосна (<i>Pinus silvestris</i> L.), лиственница (<i>Larix sibirica</i> L.)
Слабо солевыносливые	>0,4	Береза (<i>Betula pendula</i> Ehrh), липа (<i>Tilia cordata</i> Mill), клен ясенелистный (<i>Acer negundo</i> L.), дуб черешчатый (<i>Quercus robur</i> L.), тополь белый (<i>Populus alba</i> L.), тополь черный (<i>P. Nigra</i> L.) гледичия (<i>Gleditschia triacanthos</i> L.), вяз обыкновенный (<i>U. laevis</i> Pall.)
Солевыносливые	>0,5	Лох (<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.), абрикос (<i>Armenica vulgaris</i> Lam), Ясень ланцетный (<i>Fraxinus lanceolata</i> F.), робиния лжеакация (<i>Robinia pseudoacacia</i> L.), вяз приземистый (<i>Ulmus pumila</i> L.), карагана древовидная (<i>Caragana arborescens</i> Lam), смородина золотая (<i>Ribes aureum</i> L.), скумпия (<i>Cotinus coggigria</i> Scop.), жимолость (<i>Lonicera</i> L.), вишня степная (<i>Cerasus fructica</i> G.), боярышник (<i>Crataegus</i> L.), ирга (<i>Amelanchier</i> Medic), миндаль низкий (<i>Amygdalus nana</i> L.), яблоня лесная (<i>Malus silvestris</i> L.)
Наиболее солевыносливые	>0,7	Тамарикс ветвистый (<i>Tamarix ramosissima</i>), терескен серый (<i>Surotia ceratodes</i>)
Солеустойчивые	>1,5	Саксаул черный (<i>Haloxylon aphyllum</i> M), солянка (<i>Salsola</i> L.)

Таблица 2

Долговечность семенного поколения деревьев и кустарников в условиях сухостепной зоны юго-восточного региона ЕТР

Порода	Долговечность видов в зависимости от группы лесопригодности (лет)		
	I	II	III
Деревья			
Дуб черешчатый (<i>Quercus robur</i> L.)	40–50	25–30	–
Вяз приземистый (<i>Ulmus pumila</i> L.)	25–30	20–25	10–15
Вяз обыкновенный (<i>U. laevis</i> Pall.)	25–40	20–30	20–25
Берест (<i>U. foliacea</i> Gilib.)	40–50	30–35	25–30
Спонтанные гибриды вяза	30–50	30–35	10–15
Робиния лжеакация (<i>Robinia pseudoacacia</i> L.)	40–50	30–35	10–15
Ясень ланцетный (<i>Fraxinus lanceolata</i> F.)	40–50	25–30	15–20
Кустарники			
Скумпия (<i>Cotinus coggigria</i> Scop.)	40–50	30–40	20–25
Клен татарский (<i>Acer tataticum</i> L.)	30–50	25–40	15–20
Тамарикс (<i>Tamarix</i> L.)	40–60	30–50	20–30
Карагана древовидная (<i>Caragana arborescens</i> Lam.)	50–70	40–50	30–40
Смородина золотая (<i>Ribes aureum</i> L.)	20–25	20–25	10–15

Результаты, приведенные в табл. 2, можно использовать для дальнейшего отбора селекционного материала с целью создания биологически адаптированных и устойчивых защитных лесных насаждений при реализации проекта «Оздоровление Волги».

Выводы

1. В аридных условиях региона при выделении ассортимента защитных лесных насаждений, создаваемых в рамках проекта «Оздоровление Волги», следует учитывать аддитивное воздействие засоления и засухи на древесно-кустарниковую растительность, особенно на малопригодных засоленных территориях. Исследованиями определено 5 пригодных групп деревьев в зависимости от их солевыносливости, для увеличения ассортимента и оптимизации видового состава для определенных почвенно-климатических условий Волгоградской области при реализации национально-го проекта.

2. Промораживанием в климокамере отобранного селекционного материала получены математические модели его сохранности в зависимости от температуры промораживания: для *Quercus robur* L. $y = -15,857x + 112,86$; *Fraxinus lanceolata* F. $y = -1,3333x + 104$; *Acer negundo* L. $y = -2,4643x + 106,71$; *Robinia pseudoacacia* L. $y = -16,714x + 119,71$; *Haloxylon aphyllum* M. $y = -14,75x + 139,75$, где x – температура промораживания, °C, y – сохранность растений, %.

3. Сделаны предположения о средней продолжительности жизни древесных видов в трех категориях типичных лесорастительных условий лесоаграрных ландшафтов Волгоградской области.

Список литературы

1. Паспорт приоритетного проекта «Сохранение и предотвращение загрязнения Волги» (утв. Президиумом Совета при президенте РФ по стратегическому развитию и приоритетным проектам: протокол от 30 августа 2017 г. № 9 // Правительство России. [Электронный ресурс]. URL: <http://government.ru/projects/selection/670/29362/> (дата обращения: 20.03.2020).

Passport of the priority project «Conservation and prevention of Volga pollution» (approved By the Presidium of the Council under the President of the Russian Federation for strategic development and priority projects Protocol No. 9 dated August 30, 2017 // Government of Russia. [Electronic resource]. URL: <http://government.ru/projects/selection/670/29362/> (accessed: 20.03.2020) (in Russian).

2. Иозус А.П., Крючков С.Н., Морозова Е.В. Селекция и репродукция древесных пород для защитного лесоразведения: монография. Волгоград: ВолгГТУ, 2016. 184 с.

Iosus A.P., Kryuchkov S.N., Morozova E.V. Breeding and reproduction of tree species for protective afforestation: a monograph. Volgograd: VSTU, 2016. 184 p. (in Russian).

3. Семенютина А.В., Костюков С.М., Кашенко Е.В. Методы выявления механизмов адаптации древесных видов в связи с их интродукцией в засушливые регионы // Успехи современного естествознания. 2016. № 2. С. 103–109.

Semenyutina A.V., Kostyukov S.M., Kashchenko E.V. Methods for detection of mechanisms of adaptation of woody species in connection with their introduction in arid regions // Successes of modern natural science. 2016. № 2. P. 103–109 (in Russian).

4. Научно-методические указания по сортоводству деревьев и кустарников для защитного лесоразведения в аридных регионах. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2013. 51 с.

Scientific and methodological guidelines for cultivating trees and shrubs for protective afforestation in arid regions. Volgograd: VNIALMI, 2013. 51 p. (in Russian).

5. Kulik K.N., Salugin A.N., Sidorova E.A. Dynamic stability of arid ecosystems Arid Ecosystems. 2012. T. 2. № 2. P. 86–90.

6. Мигунова Е.С. Лесонасаждение на засоленных почвах. М.: Лесная промышленность, 1978. 144 с.

Migunova E.S. Forest Planting on saline soils. M.: Forest industry, 1978. 144 p. (in Russian).

7. Об утверждении Методических указаний по осуществлению лесозащитного районирования: Приказ Рослесхоза от 25.04.2017 № 179. [Электронный ресурс]. URL: <http://base.garant.ru/71723350> (дата обращения: 20.03.2020).

About the approval of Methodical instructions on implementation of forest protection zoning: Order of Rosleskhoz of 25.04.2017 No. 179. [Electronic resource]. URL: <http://base.garant.ru/71723350> (accessed: 20.03.2020) (in Russian).

УДК 631.458:632.125

К ВОПРОСУ ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЯ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА ЮГЕ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Мухина Н.В., Суржик М.М.

ФГБОУ ВО «Приморская государственная сельскохозяйственная академия», Уссурийск,
e-mail: muxina-847@mail.ru, mariams2003@mail.ru

Мониторинг почвенного плодородия на юге Дальнего Востока является актуальной задачей в связи с интенсивным развитием земледелия в последнее десятилетие. Это обусловлено специфическими условиями почвообразования и особенностями ведения сельскохозяйственного производства в области растениеводства, такими как несоблюдение научно обоснованных севооборотов и недостаточное внесение удобрений в почву. Производство зерна сои и кукурузы не является весьма востребованным в регионе, но создает риски для деградации почв. Целью исследования является изучение изменений основных параметров почвенного плодородия на основе мониторинга реперных площадок. Объектом исследования служат почвы пахотных угодий на территории сельскохозяйственных предприятий Приморского края. Использованы общепринятые методики. В статье показаны изменения основных показателей плодородия почв в пределах заложенных реперных площадок. За 3 года, в которые проводились исследования, на ряде площадок отмечено снижение показателей почвенного плодородия. Особенно это коснулось содержания гумуса, резкое снижение которого обусловлено совокупностью природных и антропогенных факторов. Содержание гумуса понизилось на 1–15%. Причинами этого послужили интенсивные ливневые дожди, выпавшие в период вегетации растений, и несоблюдение агротехники выращивания растений в условиях эрозионной опасности земель. Содержание подвижного фосфора и обменного калия снизилось не так резко. Кислотность почв изменилась в сторону увеличения на большинстве реперных площадок. На некоторых реперных площадках отмечено устойчивое содержание либо повышение показателей почвенного плодородия, что зависит также от типов почв и их местоположения относительно рельефа. Мониторинг почв на реперных площадках позволит производить своевременный контроль за изменением показателей почвенного плодородия. Это может явиться основой для расчета количества удобрений и проведения мероприятий, предотвращающих деградацию пахотных угодий.

Ключевые слова: Дальний Восток, Приморский край, почвы, оперативный контроль, мониторинг, плодородие

REVISITING THE OPERATIONAL CONTROL OF SOIL FERTILITY FOR GROWING AGRICULTURAL CROPS IN THE SOUTH OF THE FAR EAST

Mukhina N.V., Surzhik M.M.

Primorye State Agricultural Academy, Ussuriysk, e-mail: muxina-847@mail.ru, mariams2003@mail.ru

Monitoring of the soil fertility in the Southern Part of the Far East is an actual task for the intensive agricultural development. This is due to the specific conditions of soil formation and the peculiarities of agricultural production in the field of crop production, such as non-compliance with science-based crop rotations and insufficient fertilization in the soil. The production of soybeans and corn is highly demanded in the region, but it creates risks for the occurrence of soil degradation. The aim of the current research is to study changes in the basic parameters of soil fertility. It based on monitoring of bench-mark sites. Materials and methods. The object of study is the arable soils in the territory of agricultural enterprises of Primorye region. Conventional techniques used. Results. The article shows the changes in the main indicators of soil fertility within the established reference areas. Over the 3 years in which research was conducted, a decrease in soil fertility indicators was observed on a number of sites. This especially affected the humus content, a sharp decrease in which is due to a combination of natural and anthropogenic factors. The humus content decreased by 1–15%. The critical decrease in humus was influenced by intense rain showers that fell during the growing season, and non-compliance with the agro technology of growing plants in conditions of erosion risk. The content of labile phosphorus and exchangeable potassium decreased not so sharply. Soil acidity has changed upward on most reference sites. On some bench-mark sites, a stable content, or an increase in soil fertility indicators, is noted, which also depends on the types of soils and their location relative to the relief. Conclusions. Soil monitoring at bench-mark sites will allow timely monitoring of changes in soil fertility indicators. This can be the basis for calculating the amount of fertilizer and carrying out measures to prevent the degradation of arable land.

Keywords: Far East, Primorye region, soils, operational control, monitoring, fertility

В последние годы на юге Дальнего Востока активно развивается земледелие, что связано с высокой востребованностью продукции сельского хозяйства как на внутреннем рынке, так и в странах Азиатско-Тихоокеанского региона. В связи с этим увеличивается площадь пашни, находящаяся в интенсивном использовании. Однако

большинство почв юга Дальнего Востока не обладают высоким естественным плодородием. Они уязвимы в отношении процессов эрозии и деградации, вызываемых как естественными причинами, так и высокой антропогенной нагрузкой. Большая часть почв юга Дальнего Востока обладает общим недостатком, существенным с агро-

номической точки зрения. Наиболее ценные пахотнопригодные почвы равнинной части в естественном состоянии обладают маломощным гумусовым горизонтом, высокой обменной и гидролитической кислотностью и низким содержанием подвижных элементов питания, особенно это касается фосфора [1, 2]. В условиях высокой интенсивности использования пашни существует проблема своевременного слежения за изменением показателей плодородия почв. Наблюдается общее снижение содержания органического вещества и основных элементов питания в пахотных почвах, что является следствием несоблюдения севооборотов и недостаточного удобрения почвы в большинстве сельскохозяйственных предприятий [3, 4]. В этой ситуации мониторинг почвенного плодородия необходимо проводить регулярно на всех интенсивно используемых пахотных землях. Это позволит своевременно реагировать на изменение показателей плодородия почвы, рационально планировать мероприятия по недопущению деградации почв. Поэтому оперативный мониторинг основных показателей почвенного плодородия становится одним из актуальных вопросов исследования. Для решения этой проблемы важным является налаживание системы контроля почвенного плодородия на уровне сельскохозяйственных предприятий юга Дальнего Востока.

Целью исследования является изучение изменений основных параметров почвенного плодородия в различных сельскохозяйственных предприятиях юга Дальнего Востока за период интенсивного выращивания сельскохозяйственных культур (сои и кукурузы) на основе мониторинга реперных площадок.

Научная новизна исследования заключается в выявлении изменений плодородия интенсивно используемых почв в различных почвенно-ландшафтных условиях, а практическая новизна состоит в организации регулярных наблюдений за изменениями показателей почвенного плодородия.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования являются почвы пахотных угодий на территории сельскохозяйственных предприятий, специализирующихся на выращивании сои и кукурузы на зерно, в Октябрьском, Михайловском, Пограничном, Черниговском муниципальных районах, Уссурийском и Артемовском городских округах Приморского края (рис. 1). Земли в указанных райо-

нах являются наиболее интенсивно используемыми, поскольку, во-первых, находятся в наиболее удобных условиях в отношении рельефа и почв, и, во-вторых, расположены в непосредственной близости от пунктов переработки и сбыта продукции сельского хозяйства. Исследования изменений почвенного плодородия проводились в 2012, 2014 и 2017 гг.

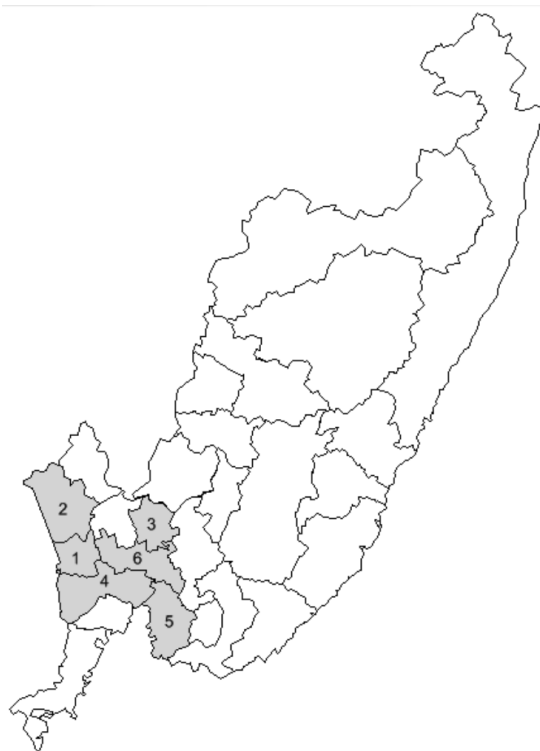


Рис. 1. Местоположение муниципальных районов Приморского края, в которых расположены реперные площадки: 1 – Октябрьский, 2 – Пограничный, 3 – Черниговский, 4 – Уссурийский ГО, 5 – Артемовский ГО и Шкотовский, 6 – Михайловский

Исследования опираются на метод организации мониторинга, основанный на периодических наблюдениях на реперных площадках [5]. На землях сельскохозяйственных предприятий были выделены площадки с учетом почвенно-экологического районирования и варьирования свойств почв. Границы площадок закреплены на территории реперными знаками с точными координатами. Исследовался пахотный горизонт почв. Почвенные пробы отбирались весной с помощью тростевого бура по 36 уколов для каждой реперной площадки. Из отобранных проб готовились смешанные образцы почв.

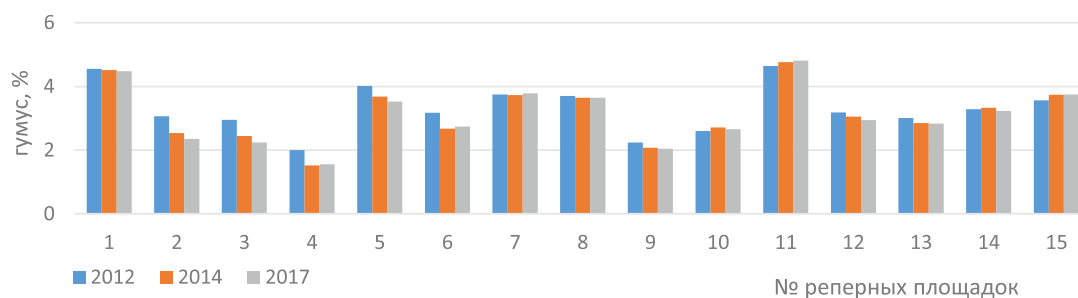


Рис. 2. Содержание гумуса (%) на реперных площадках в 2012, 2014 и 2017 гг.

Почвы обследовались на содержание гумуса, подвижного фосфора, обменного калия, величины обменной кислотности по солевой вытяжке в пахотном слое по общепринятым методикам [6–8].

Результаты исследования и их обсуждение

Приморский край находится в особых климатических условиях, носящих умеренно-муссонные черты с признаками континентальности в центральной его части. Особенности климата, такие как холодная и сырая весна и ливневые дожди в летний период, чередующийся с сухой осенью и малоснежной зимой, формируют специфические условия почвообразования. Интенсивное антропогенное воздействие на почвы равнин Приморья вызывает необходимость принятия мер к систематическому контролю их агрохимического состояния [5].

Контроль за состоянием почв опирается на законодательно установленные критерии снижения почвенного плодородия [9]. Для оценки почвенного плодородия согласно этому документу необходимо систематически отслеживать следующие основные показатели: содержание органического вещества (гумуса), показатель кислотности, содержание подвижного фосфора, содержание обменного калия.

При рассмотрении изменения содержания гумуса за период с 2012 г. на 4 площадках отмечено его критическое снижение. В отношении почвенной приуроченности такое изменение имело место на агроземах текстурно дифференцированных и агрогумусовых подбелов, располагающихся на более выраженном рельефе, чем прочие наблюдаемые почвы. Согласно существующим критериям [9] почва имеет признаки деградации, когда содержание гумуса в пахотном горизонте снижается на 15% от исходного. В данном исследовании за точку отсчета приняты данные 2012 г. Выявлено,

что на реперной площадке № 4 содержание гумуса в почве понизилось более чем на 15%. На площадках № 2, 3 и 6 отмечено резкое его снижение на 9–13%, когда гумусовое состояние свидетельствует о начале деградации почвы (таблица).

По результатам наблюдений на 11 реперных площадках за годы наблюдения 2012, 2014 и 2017 произошло снижение содержания гумуса в почвах пахотных угодий (рис. 2). Это является результатом нескольких причин, наиболее распространенных при производстве основных сельскохозяйственных культур на юге Дальнего Востока. К ним относятся: недостаточное внесение удобрений, выращивание сельскохозяйственных культур (преимущественно сои и кукурузы) как монокультур, несоблюдение противоэрозионных агротехнических мероприятий.

При анализе причин такого значительного снижения содержания гумуса становится понятным, что оно произошло вследствие негативных явлений природного характера, усиленных антропогенным воздействием. Это ливневые дожди высокой интенсивности, выпавшие в конце июня – начале июля 2014 г. К причинам антропогенного характера относятся посевы сои и кукурузы с междурядьями вдоль склона, которые провоцируют смыв поверхностного слоя почвы (рис. 3).



Рис. 3. Смыв почвы в районе реперной площадки № 6 (посевы кукурузы), июнь 2014 г.

Средние показатели почвенного плодородия на реперных площадках за период наблюдения

№ реперного участка	Почвы	Глубина гумусового горизонта, см	Показатели плодородия, среднее за 2012, 2014 и 2017 гг.							
			Гумус, %	Изменение к 2012 г., ±	P ₂ O ₅ , мг/кг	Изменение к 2012 г., ±	K ₂ O, мг/кг	Изменение к 2012 г., ±	pH сол	Изменение к 2012 г., ±
1	Агрозоны текстурно-дифференцированные	0-12	4,51	-0,81	4,73	-0,13	105,33	-0,51	3,97	1,71
3		0-24	2,54	-13,7	5,56	-0,08	108,02	-2,81	3,83	-1,71
6		0-22	2,86	-9,78	5,73	-0,13	101,30	-1,79	4,93	-1,33
7		0-18	3,75	0,09	6,21	-0,67	92,93	-1,50	4,83	-1,36
10		0-23	2,66	2,18	24,79	-0,50	138,50	3,87	4,33	-3,70
13		0-20	2,90	-3,77	50,59	0,94	84,35	-9,30	5,30	1,92
2	Агроземногумусовые подбелы глеевые	0-23	2,65	-13,4	3,64	-0,06	124,59	-3,89	4,27	4,07
4		0-27	1,69	-15,3	4,95	-0,15	65,95	-3,54	3,53	-1,85
8		0-23	3,66	-1,08	6,54	-0,22	88,22	-0,04	5,07	-4,40
9		0-25	2,12	-5,36	9,44	-0,60	107,72	-3,06	4,43	-7,64
11		0-35	4,74	2,08	15,12	0,14	137,02	-2,17	4,03	0,83
14		0-32	3,28	0,00	68,10	-3,24	91,73	-1,49	5,57	-2,34
12	Агрообразимые текстурно-метаморфические	0-22	3,06	-3,88	56,63	-1,89	73,60	-5,98	5,07	1,33
5		0-22	3,74	-6,82	4,13	-0,25	80,62	2,54	4,60	0,00
15	Агрозоны альфегумусовые	0-30	3,68	3,46	127,57	-0,36	124,26	-2,27	5,60	1,82

Содержание фосфора в почве является одним из самых сложных и динамичных показателей, который зависит от ряда факторов природной среды. Почвы юга Дальнего Востока в своем естественном состоянии имеют низкое содержание подвижного фосфора при его повышенной валовой форме, что было доказано многими исследованиями [1, 10, 11]. В 1960-е гг. более 80% обследованной территории Приморского края относили к слабо обеспеченной подвижным фосфором. Однако в последующие годы, когда проходил так называемый период химизации сельскохозяйственных почв, эту ситуацию искусственно изменили. В почву были внесены в значительном объеме минеральные удобрения с большим содержанием фосфора, что способствовало улучшению фосфатного режима задействованных в этом процессе почв. В то же время внесение фосфорсодержащих удобрений не везде проводилось с одинаковой интенсивностью. В дальнейшем это стало причиной неравномерности и резких различий в обеспеченности почв Приморского края подвижными формами фосфора. Поэтому одни пахотные угодья имеют признаки избытка подвижных форм фосфора, другие им не обеспечены [11].

Наблюдения на реперных площадках показали значительные различия по содержанию подвижного фосфора в пахотном слое (рис. 4). Это может быть следствием значительных антропогенных нагрузок 1960–1990-х гг. [10], при которых внесение фосфорсодержащих минеральных удобрений

не всегда контролировалось должным образом. Поэтому в части пахотных почв юга Дальнего Востока до сих пор наблюдается повышенное содержание фосфора, даже при умеренном его внесении действующими на этих землях производителями сельскохозяйственной продукции.

Калий – один из элементов минерального питания растений, который является основным по уровню потребления сельскохозяйственными культурами. Он влияет на увеличение устойчивости растений к стрессовым факторам окружающей среды, таким как засуха, переувлажнение, понижение температуры в период вегетации [12]. Использование почв продолжительный период экстенсивным способом повлияло на изменение содержания калия. Современные обрабатываемые земли отличаются по содержанию обменного калия вне зависимости от типа почв, нередко наблюдается значительное варьирование этого элемента в пределах одного почвенного типа [13]. Поэтому оперативный мониторинг содержания обменного калия важен для контроля плодородия обрабатываемых земель. Определение содержания обменной формы калия в почве служит основой для расчета доз минеральных удобрений, оптимальные величины которых определены на основе экспериментов [14]. Содержание калия в почве более 100 мг/кг является высоким, 50–100 мг/кг – средним, менее 50 мг/кг – низким [1, 10]. Согласно этой градации содержание обменного калия в почвах наблюдаемых реперных площадок среднее и высокое (рис. 5).

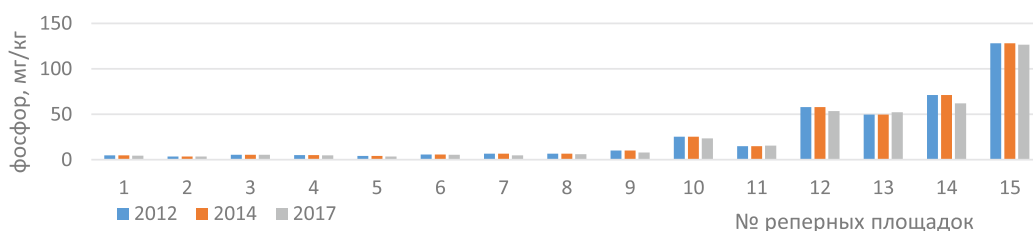


Рис. 4. Содержание подвижного фосфора (мг/кг) на реперных площадках в 2012, 2014 и 2017 гг.

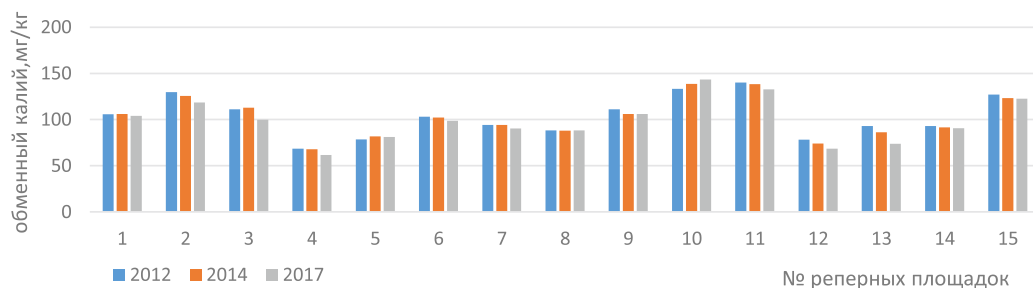


Рис. 5. Содержание обменного калия (мг/кг) на реперных площадках в 2012, 2014 и 2017 гг.

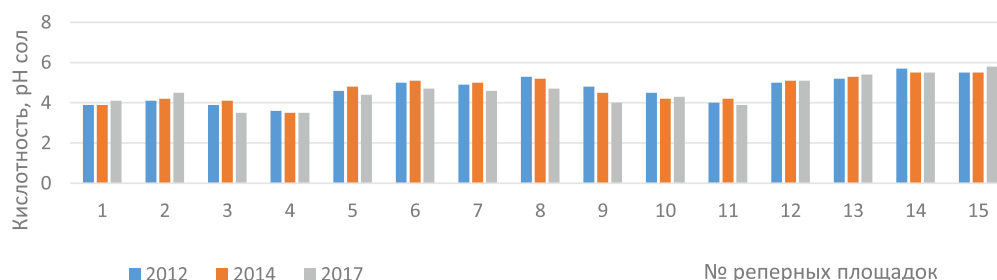


Рис. 6. Кислотность почв ($pH_{сол}$) на реперных площадках в 2012, 2014 и 2017 гг.

Кислотность почв служит показателем доступности элементов питания для растений. Изменение этого показателя за период наблюдения произошло как в сторону снижения на 1–4%, так и повышения на 1–7% (рис. 6).

Выводы

1. Основные параметры почвенного плодородия при интенсивном использовании почв ухудшаются в среднем на 4% по гумусу, на 2% по калию, около 1% по кислотности. Содержание фосфора снижается в меньшей степени.

2. Мониторинг почв на основе реперных площадок позволяет оперативно регулировать поступление основных элементов питания в почву и может стать основой для получения исходных и контрольных данных о плодородии почв отдельных земельных участков.

Список литературы / References

1. Синельников Э.П. Оптимизация свойств и режимов периодически переувлажняемых почв / Под ред. Оздобихина. Уссурийск: ДВО ДОП, 2000. 296 с.

Sinelnikov E.P. Optimization of properties and regimes of periodically wetted soils / Pod red. Oznobikhina. Ussurijsk: DVO DOP, 2000. 296 p. (in Russian).

2. Блохин В.Д., Моисеенко А.А., Ступин В.М. Научные основы земледелия на Дальнем Востоке России. Владивосток: Дальнаука, 2011. 216 с.

Blohin V.D., Moiseenko A.A., Stupin V.M. Scientific foundations of agriculture in the Far East of Russia. Vladivostok: Dal'nauka, 2011. 216 p. (in Russian).

3. Суржик М.М., Оздобихин В.И., Чеканникова Т.А., Черняк Д.М. К оценке плодородия почв пашенных земель юга российского Дальнего Востока // Успехи современного естествознания. 2016. № 12–1. С. 105–109.

Surzhik M.M., Oznobikhin V.I., Chekanikova T.A., Chernjak D.M. To the assessment of soil fertility of the arable lands of the South of the Russian Far East // Advances in current natural sciences. 2016. № 12–1. P. 105–109 (in Russian).

4. Суржик М.М. Зависимость продуктивности кормового севооборота от различных систем удобрений в условиях Приморского края // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2011. № 9 (60). С. 72–76.

Surzhik M.M. The dependence of the productivity of fodder crop rotation on various fertilizer systems in Primorye region // Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2011. № 9 (60). P. 72–76 (in Russian).

5. Мухина Н.В., Оздобихин В.И. Мониторинг агрогенных почв. Уссурийск: Изд. ФГБОУ ВПО «Приморская ГСХА», 2014. 124 с.

Mukhina N.V., Oznobikhin V.I. Monitoring of the agro-genic soils. Ussurijsk: Izd. FGBOU VPO «Primorskaya GSXA», 2014. 124 p. (in Russian).

6. ГОСТ 26213-91. Почвы. Методы определения органического вещества. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200023481> (дата обращения: 20.02.2020).

7. ГОСТ Р 54650-2011. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-54650-2011> (дата обращения: 20.02.2020).

8. ГОСТ 26483-85. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-26483-85> (дата обращения: 20.02.2020).

9. Постановление Правительства РФ от 22 июля 2011 г. № 612 «Об утверждении критериев существенного снижения плодородия земель сельскохозяйственного назначения». [Электронный ресурс]. URL: <http://base.garant.ru/12188226> (дата обращения: 20.02.2020).

Decree of the Government of the Russian Federation of July 22, 2011 No. 612 «On the approval of criteria for a significant decrease in the fertility of agricultural land». [Electronic resource]. URL: <http://base.garant.ru/12188226> (date of access: 20.02.2020) (in Russian).

10. Синельников Э.П., Слабко Ю.И. Агрогенез почв Приморья / Под ред. академ. А.К. Чайка. М.: ГНУ ВНИИА, 2005. 280 с.

Sinelnikov E.P., Slabko Yu.I. Agrogenesis of Primorye soils / Pod red. akadem. A.K. Chajka. M.: GNU VNIIA, 2005. 280 p. (in Russian).

11. Григорьева Л.Г., Слабко Ю.И., Синельников Э.П. Оценка фосфатного состояния пахотных почв Приморья // Плодородие. 2007. № 3 (36). С. 2–4.

Grigorjeva L.G., Slabko Yu.I., Sinelnikov E.P. Assessment of the phosphate state of arable land in Primorye // Plodородие. 2007. № 3 (36). P. 2–4 (in Russian).

12. Афанасьев Р.А., Мерзлая Г.Е. Содержание подвижного калия в почвах при длительном применении удобрений // Агрохимия. 2018. № 6. С. 5–11.

Afanasjev R.A., Merzlaya G.E. Content of exchangeable potassium in soils under long-term fertilization // Agrohimiya. 2018. № 6. P. 5–11 (in Russian).

13. Жарикова Е.А., Костенков Н.М. Потенциальная буферная способность почв в отношении калия при проведении агроэкологического мониторинга // Плодородие. 2011. № 2. С. 48–49.

Zharikova E.A., Kostenkov N.M. Potential soil buffering capacity for potassium during agroecological monitoring // Plodородие. 2011. № 2. P. 48–49 (in Russian).

14. Сакара Н.А., Колодкин В.Г., Тарасова Т.С., Оздобихин В.И., Кольев Н.В. Влияние хлористого калия на урожай и качество продукции в овощных севооборотах на окультуренных почвах юга Приморья // Вестник ДВО РАН. 2018. № 3. С. 64–68.

Sakara N.A., Kolodkin V.G., Tarasova T.S., Oznobikhin V.I., Koljev N.V. Effect of potassium chloride on yield and product quality in vegetable crop rotation on cultivated soils of southern Primorye // Vestnik DVO RAN. 2018. № 3. P. 64–68 (in Russian).

УДК 633.877

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ СЕЯНЦЕВ ПИХТЫ ЦЕЛЬНОЛИСТНОЙ (*ABIES HOLOPHYLLA* MAXIM.)

¹Острошенко В.Ю., ²Острошенко Л.Ю.

¹ФНЦ Биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН,
Владивосток, e-mail: OstroshenkoV@mail.ru;

²Приморская государственная сельскохозяйственная академия,
Уссурийск, e-mail: mila.ostroshenko@inbox.ru

Изучено влияние корневой подкормки стимуляторами Крезацин, Рибав-Экстра, Циркон, Экопин, Эпин-Экстра на биометрические показатели роста сеянцев пихты цельнолистной (*Abies holophylla* Maxim.) при выращивании посадочного материала. Наблюдается высокая активность их нарастания (высоты, диаметра шейки, длины мочки корня и биомассы) у сеянцев, подкормленных стимуляторами роста Крезацин, Циркон, Рибав-Экстра и Экопин концентрацией раствора 1 мл / 10 л. Так, при концентрации препарата 1 мл / 10 л воды, в первый год роста сеянцев, превышение длины мочки корня, по отношению к контролю, составило при подкормке Цирконом – 22,1%; Рибав-Экстра и Крезацином соответственно 16,2 и 19,1%. При более низкой концентрации (1 мл / 5 л) величина превышений снизилась до 11,8–19,1%, по диаметру шейки корня она составила 4,5–13,6%; по высоте – при подкормке Эпин-Экстра – 21,6%. Стимуляторы Крезацин и Циркон повысили показатели роста по высоте – на 33,3–35,3%, а Рибав-Экстра и Экопин – на 27,5 и 29,4%. При концентрации раствора 1 мл / 5 л превышения над контролем составили 15,7–25,5%. Во второй год роста сеянцев превышения к контролю по высоте находились в пределах 19,4–44,9%; диаметру шейки корня – 3,6–28,6%, по длине мочки корня – 1,2–51,6%. На третий год роста сеянцы достигли стандартных размеров, а в конце вегетации – значительно их превышали. На нарастание массы сеянцев в сухом состоянии активное влияние оказали все стимуляторы. Превышение к контролю составило 100,3–179,9%.

Ключевые слова: лесной питомник, сеянцы, посадочный материал, корневая подкормка, стимуляторы роста, Крезацин, Рибав-Экстра, Циркон, Экопин, Эпин-Экстра

THE EFFECTIVENESS OF THE APPLICATION OF GROWTH STIMULANTS IN GROWING MANCHURIAN FIR (*ABIES HOLOPHYLLA* MAXIM.)

¹Ostroshenko V.Yu., ²Ostroshenko L.Yu.

¹Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity FEB RAS,
Vladivostok, e-mail: OstroshenkoV@mail.ru;

²The Primorskiy State Agricultural Academy, Ussurisk, e-mail: mila.ostroshenko@inbox.ru

The effect of root dressing by the stimulants Krezacin, Ribav-Extra, Zircon, Ecopin, Epin-Extra on the growth of biometric indicators of Manchurian fir seedlings (*Abies holophylla* Maxim.) when growing planting material was studied. The high activity of their increasing (height, the root neck diameter, the root lobe length and biomass) in seedlings fed with growth stimulants Krezacin, Zircon, Ribav-Extra and Ecopin with a concentration of 1ml/10l is observed. So, at a drug concentration of 1ml/10l, in the first year of seedling growth, the excess of the root lobe length, in relation to the control, was 22.1% when fed with Zircon; Ribav-Extra and Krezacin, respectively: 16.2 and 19.1%. At a concentration (1ml/5l), the excess was reduced to 11.8-19.1%; by the root neck diameter it was 4.5-13.6%; in height – when feeding with Epin-Extra – by 21.6%. The growth stimulants Krezacin and Zircon increased the growth index in height – by 33.3-35.3%, and Ribav-Extra and Ecopin – by 27.5 and 29.4%. When using the solution concentration 1ml/5l the excess to the control was 15.7-25.5%. In the second year of seedlings growth, the excess the control in height was 19.4-44.9%; the root neck diameter – 3.6-28.6%, along the root lobe length – 1.2-51.6%. In the third year, seedlings reached standard sizes, and at the end of the vegetation period they significantly exceeded them. All the stimulants had an active influence on the increase in seedlings mass in the dry state. The excess to control was 100.3-179.9%.

Keywords: forest nursery, seedlings, planting stock, root dressing, growth stimulants, Krezacin, Ribav-Extra, Zircon, Ecopin, Epin-Extra

Приморский край – один из самых крупных регионов Дальнего Востока Российской Федерации [1]. Территория края простирается вдоль побережья Японского моря, которое оказывает значительное воздействие на климат и растительность Приморья.

По последним данным учета лесного фонда, общая площадь лесов края составляет 10295,2 тыс. га. На площади

5341,5 тыс. га произрастают хвойные древесные породы [2]. В лесном фонде повсеместно распространены представители семейства Сосновые – Pinaceae Lindl., которое представлено четырьмя родами: сосной (*Pinus* L.), пихтой (*Abies* Mill.), елью (*Picea* A. Dietr.) и лиственницей (*Larix* Mill.).

Леса Дальнего Востока богаты и разнообразны по флористическому составу. Толь-

ко представителей рода пихта (*Abies* Mill.) в лесном фонде насчитывается пять видов: почкочешуйная (белокорая, амурская) (*A. nephrolepis* Maxim.), цельнолистная (*A. holophylla* Maxim.), Майра (*A. mayriana* Miyabe et Kudo), сахалинская (*A. sachalinensis* Mast.), Вильсона (*A. wilsonii* Miyabe et Kudo) [3].

В общей площади лесного фонда Дальневосточного федерального округа пихтарники составляют 18,4% [2].

На крайнем юге Приморского края на площади около 23,4 тыс. га произрастает пихта цельнолистная. Самая крупная хвойная порода на российском Дальнем Востоке [4]. Стройное дерево, высотой 45–50, редко – 55 м и 1,5–2 м в диаметре ствола с густой ширококонической раскидистой кроной [5].

Чернопихтово-широколиственные леса, где основной лесообразующей породой является пихта цельнолистная, отличаются своей уникальностью от других формаций юга Дальнего Востока. Этим лесам свойственна сложность фитоценозов и высокое биологическое разнообразие.

Древесина пихты цельнолистной широко применяется в народном хозяйстве. Она также высоко ценится как экспортный товар. Используется в виде круглых сортиментов, для производства превосходных пиломатериалов, шахтных стоек, столбов, шпал, бруса. Из отборных стволов получается резонансная древесина. Служит сырьем для производства целлюлозы, бумаги, используется в гидролизной промышленности. Хвоя пихты используется для изготовления хвойных эфирных масел [6].

Приказом Федерального агентства лесного хозяйства (Рослесхоз) от 05 декабря 2011 г. № 513 утвержден Перечень видов (пород) деревьев и кустарников, заготовка древесины которых не допускается [7–8].

Однако запасы пихты цельнолистной в лесном фонде ограничены. Массовые бессистемные и хищнические рубки ее начались еще во времена хозяйничанья интервентов и частных коммерсантов. Отборные экземпляры повсеместно вырубались в приисковом порядке [6].

Некоторый ущерб чернопихтовым лесам наносят дикие животные (олени, изюбры и др.), поедающие подрост пихты, а также несанкционированные рубки местным населением деревьев пихты на «новогонные елки» [6, 9].

В этой связи необходимы эффективные меры по сохранению и ускоренному восстановлению данной ценной древесной

породы. Ключевыми направлениями по сохранению дальневосточной пихты цельнолистной являются защита лесов от лесных пожаров, незаконных рубок спелой древесины и интенсификация работ по лесовосстановлению, за счет применения стимуляторов роста, которые положительно зарекомендовали себя в сельском хозяйстве [10]. В последние годы стимуляторы роста широко используются в лесном хозяйстве России [11–12] и за рубежом [13–14].

Целью настоящего исследования является изучение влияния корневой подкормки стимуляторами роста Крезацин, Рибав-Экстра, Циркон, Экопин, Эпин-Экстра однодвулетних сеянцев пихты цельнолистной на их рост и развитие.

Материалы и методы исследования

Объект исследования – питомник ГТС – филиал ФНЦ Биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, который расположен в с. Горно-Таежное, в 25 км к юго-востоку от г. Уссурийска. Исследования проведены в 2016–2019 гг. Шишки пихты цельнолистной заготовлены осенью в лесном массиве, прилегающем к территории станции. Семена извлечены из шишек, очищены от крылаток и весной высеяны в ряды питомника на площади 0,02 га. Повторность опыта – трехкратная. Подготовку почвы и дальнейшее выращивание сеянцев проводили по указанной ранее методике [3, 15].

Материалы полевых опытов были подвергнуты статистической обработке в прикладной программе MS Excel 2007. Полученные результаты сравнивали по вариантам опыта и с контролем. Существенность различий с контролем рассчитывалась с использованием t-критерия Стьюдента [16].

Результаты исследования и их обсуждение

Эффективность применения стимуляторов на рост сеянцев пихты цельнолистной отмечена в первый год их роста (рис. 1–3).

Наблюдается активизация нарастания корневой системы. Наиболее эффективное воздействие стимуляторов роста отмечено при подкормке сеянцев растворами Крезацина, Рибав-Экстра и Циркона.

Так, при концентрации препарата 1 мл / 10 л воды превышение длины мочки корня, по отношению к контролю составило при подкормке Цирконом – 22,1%, Рибав-Экстра и Крезацином соответственно 16,2 и 19,1%.

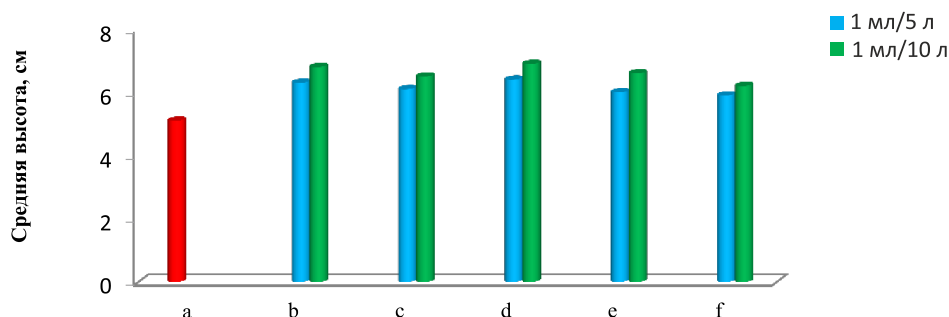


Рис. 1. Влияние корневой подкормки стимуляторами роста на среднюю высоту однолетних сеянцев пихты цельнолистной (*Abies holophylla* Maxim.): a – контроль, b – Крезацин, c – Рибав-Экстра, d – Циркон, e – Эпин, f – Эпин-Экстра

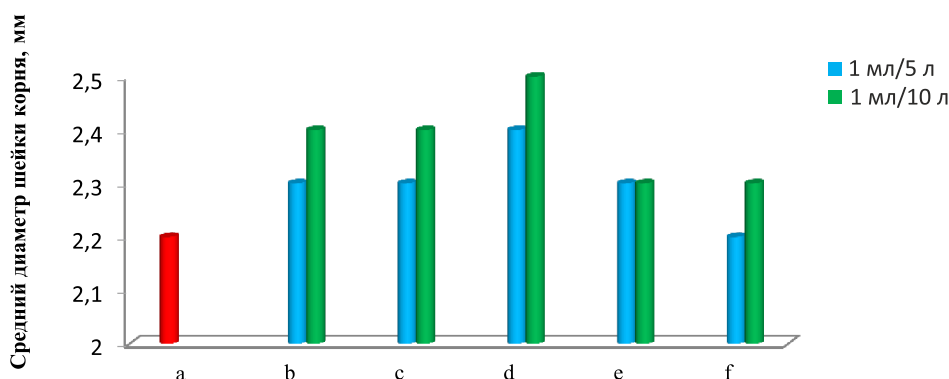


Рис. 2. Влияние корневой подкормки стимуляторами роста на средний диаметр шейки корня однолетних сеянцев пихты цельнолистной (*Abies holophylla* Maxim.): a – контроль, b – Крезацин, c – Рибав-Экстра, d – Циркон, e – Эпин, f – Эпин-Экстра

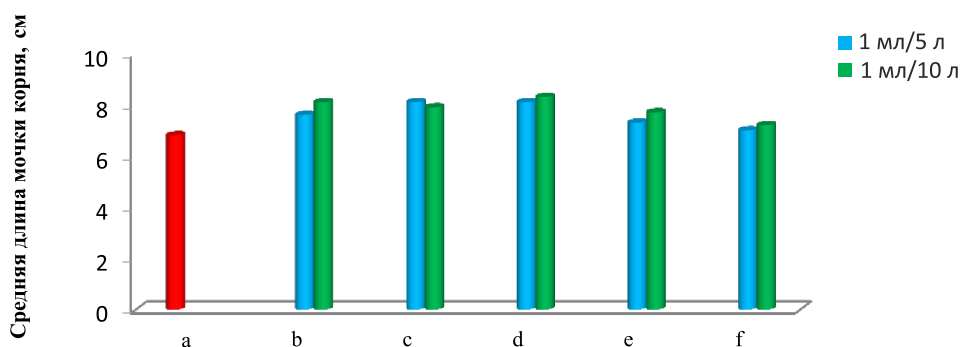


Рис. 3. Влияние корневой подкормки стимуляторами роста на среднюю длину мочки корня однолетних сеянцев пихты цельнолистной (*Abies holophylla* Maxim.): a – контроль, b – Крезацин, c – Рибав-Экстра, d – Циркон, e – Эпин, f – Эпин-Экстра

При более низкой концентрации растворов (1 мл / 5 л) величина превышений снизилась до 11,8% (Крезацин) – 19,1% (Рибав-Экстра и Циркон).

Одновременно, с нарастанием длины мочки корня, происходила активизация роста сеянцев и по диаметру корневой шейки, которая по сравнению с контролем и, в зависимости от концентрации препарата, превышала контроль на 4,5–13,6%.

Положительное влияние стимуляторов роста на нарастание корневой системы активизировало рост сеянцев и по высоте. Так, при концентрации препаратов 1 мл / 10 л показатели роста сеянцев превышали контроль: при подкормке раствором стимулятора Эпин-Экстра – на 21,6%. Крезацин и Циркон способствовали повышению роста по высоте – на 33,3–35,3%, а Рибав-Экстра и Эпин – на 27,5 и 29,4%.

Более высокая активность наблюдается у Циркона. Слабая концентрация раствора (1 мл / 5 л) менее эффективна: превышения к контролю снизились до 15,7% (Эпин-Экстра) –25,5% (Циркон). Различия с контролем существенны.

Активное развитие однолетних сеянцев стимулировало их рост во второй год и, в сочетании с проведенной корневой подкормкой, обусловило дальнейшее нарастание биометрических показателей их роста (рис. 4–6).

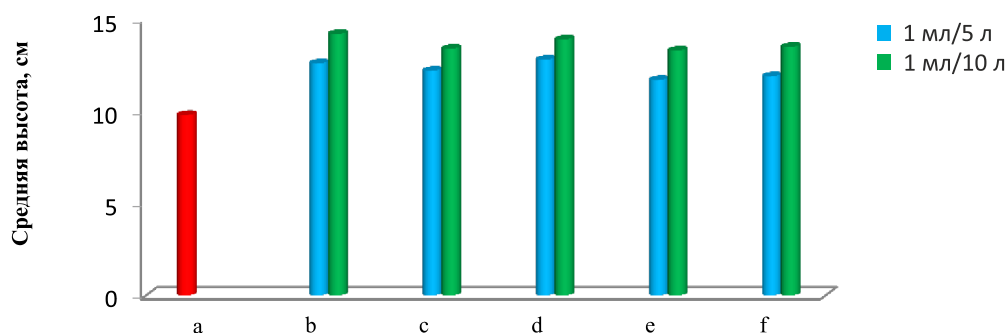


Рис. 4. Влияние корневой подкормки стимуляторами роста на среднюю высоту двухлетних сеянцев пихты цельнолистной (*Abies holophylla* Maxim.): a – контроль, b – Крезацин, c – Рибав-Экстра, d – Циркон, e – Эпин, f – Эпин-Экстра

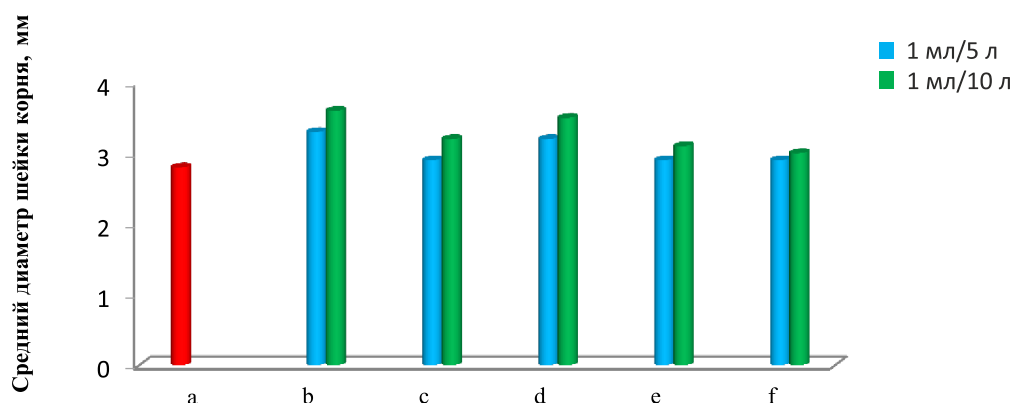


Рис. 5. Влияние корневой подкормки стимуляторами роста на средний диаметр шейки корня двухлетних сеянцев пихты цельнолистной (*Abies holophylla* Maxim.): a – контроль, b – Крезацин, c – Рибав-Экстра, d – Циркон, e – Эпин, f – Эпин-Экстра

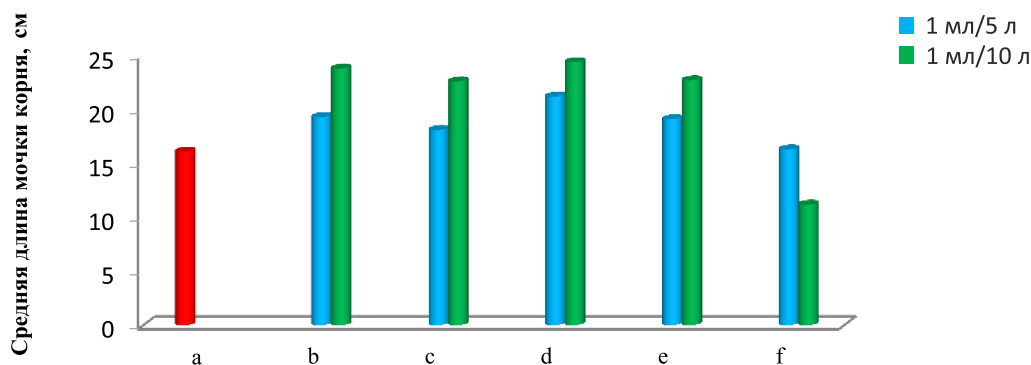


Рис. 6. Влияние корневой подкормки стимуляторами роста на среднюю длину мочки корня двухлетних сеянцев пихты цельнолистной (*Abies holophylla* Maxim.): a – контроль, b – Крезацин, c – Рибав-Экстра, d – Циркон, e – Эпин, f – Эпин-Экстра

Так, превышения по высоте составили 19,4–44,9%; диаметру шейки корня – 3,6–28,6%, по длине мочки корня – 1,2–51,6%. Наиболее эффективна подкормка препаратами концентрацией растворов 1 мл / 10 л.

Более высокие показатели роста сеянцев наблюдались при корневой подкормке препаратами Крезацин и Циркон концентрацией растворов 1 мл / 10 л.

В конце второго года роста у опытных сеянцев отмечено начало образования кро-

ны. Наблюдалось заложение почек боковых побегов.

В начале следующего, третьего вегетационного периода, после прекращения подкормки, продолжался активный рост опытных сеянцев (рис. 7–9).

Сеянцы достигли стандартных размеров, а в конце вегетации – значительно их превышали. Наиболее активный рост наблюдался у сеянцев, подкормленных стимуляторами Крезацин, Циркон, Экопин, Рибав-Экстра.

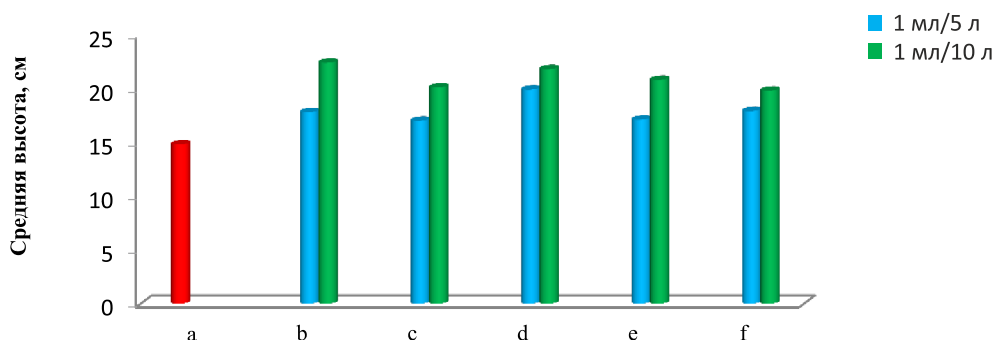


Рис. 7. Влияние корневой подкормки стимуляторами роста на среднюю высоту трехлетних сеянцев пихты цельнолистной (*Abies holophylla* Maxim.): а – контроль, б – Крезацин, с – Рибав-Экстра, d – Циркон, е – Экопин, f – Эпин-Экстра

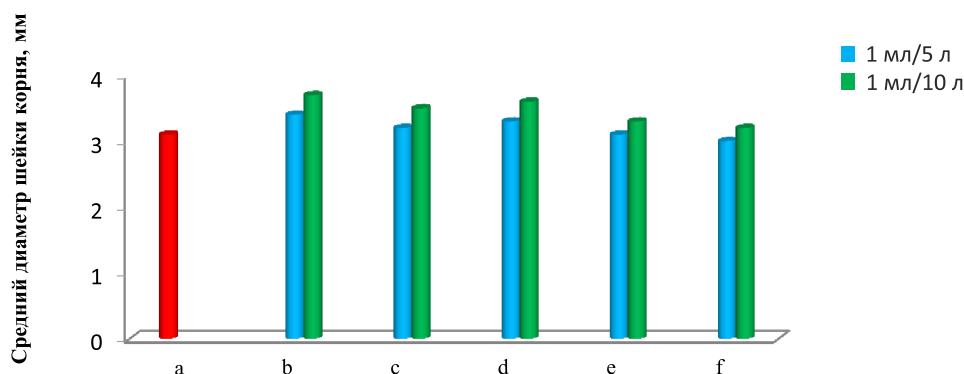


Рис. 8. Влияние корневой подкормки стимуляторами роста на средний диаметр шейки корня трехлетних сеянцев пихты цельнолистной (*Abies holophylla* Maxim.): а – контроль, б – Крезацин, с – Рибав-Экстра, d – Циркон, е – Экопин, f – Эпин-Экстра

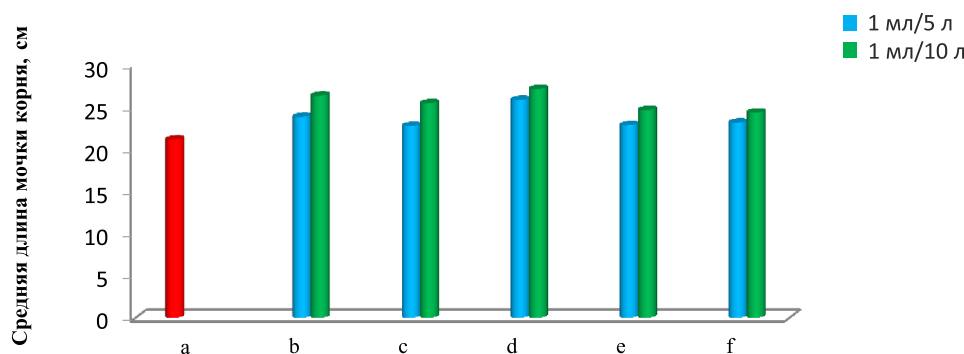


Рис. 9. Влияние корневой подкормки стимуляторами роста на среднюю длину мочки корня трехлетних сеянцев пихты цельнолистной (*Abies holophylla* Maxim.): а – контроль, б – Крезацин, с – Рибав-Экстра, d – Циркон, е – Экопин, f – Эпин-Экстра

Более активный рост сеянцев отмечен при корневой подкормке растворами стимуляторов концентрацией 1 мл / 10 л. Также отмечена активизация роста сеянцев, подкормленных растворами более низких концентраций. Различия с контролем достоверны.

Одновременно с активизацией роста сеянцев после проведения корневой подкормки наблюдается и эффективность их развития. У трехлетних сеянцев началось развитие боковых побегов.

На нарастание массы сеянцев в сухом состоянии активное влияние оказали все используемые в опытах стимуляторы. Наиболее эффективны стимуляторы: Крезацин, Рибав-Экстра, Циркон и Экопин (превышение к контролю, в зависимости от концентрации раствора, составило 140,1–179,7%, 125,4–158,5%, 142,1–179,9% и 100,3–126,3%). При концентрации 1 мл / 10 л различия с контролем существенны: $t_{\text{факт}} > t_{\text{табл}}$ при $P = 0,05\%$. Эпин-Экстра менее эффективен (превышение к контролю 97,2–111,3%) (таблица).

Влияние стимуляторов роста на формирование биомассы трехлетних сеянцев пихты цельнолистной (*Abies holophylla* Maxim.)

Номер п/п	Стимулятор	Количество веточек первого порядка, шт.	Сухая масса сеянца в воздушно-сухом состоянии, г					
			ствол	веточки	хвоя	итого надземная часть	корневая система	общая масса
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Контроль	3	0,56	0,43	1,19	2,18	1,36	3,54
Концентрация раствора 1 мл / 5 л								
1	Эпин-Экстра	2	1,54	0,87	0,87	3,28	3,70	6,98*
	Процент к контролю	–33,3	+175,0	+102,3	–26,9	+50,5	+172,1	+97,2
2	Циркон	2	1,75	0,61	1,48	3,84	4,73	8,57*
	Процент к контролю	–33,3	+212,5	+41,9	+24,4	+76,1	+247,8	+142,1
3	Крезацин	2	1,92	0,54	1,07	3,53	4,97	8,50
	Процент к контролю	–33,3	+242,9	+25,6	–10,1	+61,9	+265,4	+140,1
4	Рибав-Экстра	3	1,86	0,48	1,34	3,68	4,30	7,98
	Процент к контролю	–	+232,1	+11,6	+12,6	+68,8	+216,2	+125,4
5	Экопин	3	1,57	0,41	1,03	3,01	4,08	7,09
	Процент к контролю	–	+180,4	–4,7	–13,4	+38,1	+200,0	+100,3
Концентрация раствора 1 мл / 10 л								
1	Эпин-Экстра	2	1,85	0,45	0,92	3,22	4,26	7,48
	Процент к контролю	–33,3	+230,4	+4,7	22,7	+47,7	+213,2	+111,3
2	Циркон	5	2,07	0,67	1,94	4,68	5,23	9,91*
	Процент к контролю	+66,7	+269,6	+55,8	+63,0	+114,7	+284,6	+179,9
3	Крезацин	4	2,11	0,56	1,82	4,49	5,41	9,90*
	Процент к контролю	+33,3	+276,8	+30,2	+52,9	+106,0	+297,8	+179,7
4	Рибав-Экстра	3	1,96	0,51	1,71	4,18	4,97	9,15*
	Процент к контролю	–	+250,0	+18,6	+43,7	+91,7	+265,4	+158,5
5	Экопин	2	1,62	0,49	1,47	3,58	4,43	8,01*
	Процент к контролю	–33,3	+189,3	+14,0	+23,5	+64,2	+225,7	+126,3

Примечание: * различия достоверны.

Заключение

1. Таким образом, опыты показали, что для выращивания сеянцев пихты цельнолистной наиболее эффективны стимуляторы роста Крезацин, Рибав-Экстра, Циркон и Экопин при концентрации раствора 1 мл / 10 л. Стимулятор Эпин-Экстра менее эффективен.

2. Наблюдалась активизация роста сеянцев по биометрическим показателям. Трехлетние сеянцы, выращенные при корневой подкормке указанными выше стимуляторами, по показателям роста соответствуют требованиям действующего ОСТ 56–98–93, превышая его [17].

Список литературы / References

1. Петропавловский Б.С. Леса Приморского края (Эколого-географический анализ). Владивосток: Дальнаука, 2004. 317 с.
Petropavlovskiy B.S. Forests of the Primorsky Territory (Ecological and geographical analysis). Vladivostok: Dalnauka, 2004. 317 p.
2. Официальный сайт Администрации Приморского края и органов исполнительной власти Приморского края. 2019. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.primorsky.ru/authorities/executive-agencies/departments/forestry/folder2/index.php> (дата обращения: 04.04.2020).
3. Острошенко В.В., Острошенко Л.Ю., Острошенко В.Ю. Влияние корневой подкормки стимуляторами роста одно-двухлетних сеянцев пихты почкочешуйной на их дальнейший рост // Вестник КрасГАУ. 2015. № 10. С. 160–167.
Ostroschenko V.V., Ostroschenko L.Yu., Ostroschenko V.Yu. The effect of root dressing with growth stimulants of one-year-old seedlings of bud-scaled fir on their further growth // Vestnik KrasGAU. 2015. № 10. P. 160–167 (in Russian).
4. День пихты. [Электронный ресурс]. URL: <http://botsad.ru/menu/activity/environmental-centr/meropriyatiya/den-pihty/> (дата обращения: 04.04.2020).
Fir day. [Electronic resource]. URL: <http://botsad.ru/menu/activity/environmental-centr/meropriyatiya/den-pihty/> (date of access: 04.04.2020) (in Russian).
5. Гуков Г.В., Гриднев А.Н., Гриднева Н.В. Пихта цельнолистная в Приморском крае (современное состояние, проблемы искусственного лесоразведения) // Успехи современного естествознания. 2017. № 10. С. 29–34.
Gukov G.V., Gridnev A.N., Gridneva N.V. Manchurian fir in the Primorsky Territory (current state, problems of artificial afforestation) // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. 2017. № 10. P. 29–34 (in Russian).
6. Острошенко В.Ю. Влияние корневой подкормки стимуляторами роста одно-двухлетних сеянцев пихты цельнолистной (*Abies holophylla* Maxim.) на их дальнейший рост // Региональные и национальные достижения ведущих и молодых ученых, XIX-й междунар. форум по проблемам науки, техники и образования. 2015. С. 64–68.
Ostroschenko V.Yu. Effect of root top dressing with growth stimulants of one-year-old Manchurian fir seedlings (*Abies holophylla* Maxim.) on their further growth // Regional'nyye i natsional'nyye dostizheniya vedushchikh i molodykh uchenykh, XIX mezhduar. forum po problemam nauki, tekhniki i obrazovaniya. 2015. P. 64–68 (in Russian).
7. Приказ Федерального агентства лесного хозяйства (Рослесхоз) от 05.12.2011 г. № 513 «Об утверждении Перечня видов (пород) деревьев и кустарников, заготовка древесины которых не допускается // Российская газета. 19 января 2012 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://rg.ru/2012/01/30/perechen-dok.html> (дата обращения: 04.04.2020).
The order of the Federal Forestry Agency (Rosleskhoz) from 5/12/2011 of No. 513. About the approval of the List of species of trees and shrubs whose harvesting of wood is not allowed // Rossiyskaya Gazeta. 19 yanvarya 2012 g. [Electronic resource]. URL: <https://rg.ru/2012/01/30/perechen-dok.html> (date of access: 04.04.2020).
8. Клепицкий И. Комментарий к Уголовному кодексу Российской Федерации (постатейный). 9-е изд. М.: РИОР: ИНФРА-М. 2017. 710 с. DOI: 10.12737/24764.
Klepitskiy I. Commentary on the Criminal Code of the Russian Federation (post-article). 9th ed. M.: RIOR: INFRA-M. 2017. 710 p. DOI: 10.12737/24764 (in Russian).
9. Гриднева Н.В. Пихта цельнолистная (*Abies holophylla* Maxim.) в Приморском крае (ресурсная оценка и перспективы интродукции): дис. ... канд. биол. наук: 03.00.32. Владивосток, 2009. 180 с.
Gridneva N.V. Manchurian fir (*Abies holophylla* Maxim.) in the Primorsky Territory (resource assessment and introduction prospects): dis. ... cand. ... biol. sciences: 03.00.32. Vladivostok, 2009. 180 p (in Russian).
10. Krawczynska M., Kolwzan B., Rybak J. The influence of biopreparation on seed germination and growth. Pol. J. Environ. Stud. 2012. Vol. 21. No. 6. P. 1697–1702.
11. Острошенко В.Ю., Острошенко Л.Ю. Влияние стимулятора роста Экопин на посевные качества семян и биометрические показатели проростков пихты цельнолистной (*Abies holophylla* Maxim.) // Евразийский Союз Ученых. 2020. № 2 (71). С. 17–23.
Ostroschenko V.Yu., Ostroschenko L.Yu. Effect of the growth stimulator Ekopin on sowing qualities of seeds and biometric parameters of Manchurian fir seedlings (*Abies holophylla* Maxim.) // Yevraziyskiy soyuz uchenykh. 2020. № 2 (71). P. 17–23 (in Russian).
12. Остробородова Н.И., Уланова О.И. Влияние регуляторов роста на биологические свойства сосны обыкновенной // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2014. № 1 (17). С. 33–37.
Ostrobodova N.I., Ulanova O.I. The influence of growth regulators on the biological properties of Scots pine // XXI vek: itogi proshlogo i problemy nastoyashchego plyus. 2014. № 1 (17). P. 33–37 (in Russian).
13. Bert C., Brent A. Gibberellic acid inhibitors control height growth and cone production in *Abies fraseri*. Scandinavian Journal of forest Research. 2017. Vol. 32 (5). P. 391–396.
14. Kunes I., Balas M., Linda R., Gallo J. Effects of brassinosteroid application on seed germination of Norway spruce, Scots pine, Douglas fir and English oak. iForest. 2016. Vol. 10. P. 121–127. DOI: 10.3832/ifor1578-009.
15. Острошенко В.В., Острошенко Л.Ю., Острошенко В.Ю. Применение стимулятора роста Крезацин при выращивании сеянцев рода пихта (*Abies*) // Вестник КрасГАУ. 2015. № 5. С. 184–189.
Ostroschenko V.V., Ostroschenko L.Yu., Ostroschenko V.Yu. The use of the growth stimulator Crezacin in the cultivation of seedlings of the genus Fir (*Abies*) // Vestnik KrasGAU. 2015. № 5. P. 184–189 (in Russian).
16. Доев С.К. Математические методы в лесном хозяйстве: учебное пособие. Уссурийск: ПГСХА, 2001. 124 с.
Doev S.K. Mathematical methods in forestry: a training manual. Ussuriysk: PGSKHA, 2001. 124 p. (in Russian).
17. ОСТ 56-98-93. Сеянцы и саженцы основных древесных и кустарниковых пород. Технические условия. М., 1993. 40 с.
OST 56-98-93. Seedlings and seedlings of the main tree and shrub species. Technical conditions. M., 1993. 40 p.

УДК 633.111:632.165:631.527

ОЦЕНКА КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ НА КОРОТКОСТЕБЕЛЬНОСТЬ И УСТОЙЧИВОСТЬ К ПОЛЕГАНИЮ**Таранова Т.Ю., Кинчаров А.И., Дёмина Е.А., Муллаянова О.С.**

Поволжский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства имени П.Н. Константинова – филиал ФГБУН Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Кинель, Усть-Кинельский, e-mail: kincharov_ai@mail.ru

В статье представлены многолетние исследования (2013–2019 гг.) по оценке высоты растений и устойчивости к полеганию коллекционных образцов яровой мягкой пшеницы. В изучении находилось 350 отечественных и зарубежных образцов различного эколого-географического происхождения. Оценка устойчивости к полеганию сортов проводилась в естественных полевых условиях по специальной пятибалльной шкале. В годы изучения средняя высота растений изменялась и находилась в большой зависимости от условий вегетации и генетических особенностей сортов. Признак высота растений в среднем по выборке образцов достаточно варьировался по годам, коэффициент вариации составлял 10,84–26,13 %. Короткостебельные сорта и гибриды в основном имели зарубежное происхождение, это образцы из Республики Беларусь, Германии, Канады, Мексики, США, Чехии и Чили. Среди образцов выделены 18 генетических источников, средняя высота которых составляла 38,3–56,2 см, высота стандартного сорта Кинельская нива 82 см. Выделенные короткостебельные образцы во все годы изучения имели максимально высокую оценку устойчивости к полеганию – 5 баллов и отличались более толстой и прочной на излом соломиной. В то же время надо отметить, что урожайность сортов, с выделенным признаком короткостебельности в среднем по годам была невысокая (182–380 г/м²). В качестве источников короткостебельности и устойчивости к полеганию, в аналогичных местах проведения исследований природно-климатических условиях, рекомендованы образцы: Кампанин (Германия), VZ-602, сложные гибриды к-30663 и к-31467 (Мексика), Tercie, Seance (Чехия) и другие выделенные формы. Отмеченные образцы рекомендуются для дальнейшего использования в селекционных программах скрещиваний в качестве родительских форм и для незначительной коррекции выделенного селекционного материала по высоте растений.

Ключевые слова: яровая пшеница, селекция, высота растений, устойчивость к полеганию, короткостебельность, урожайность, образец

EVALUATION OF COLLECTION SAMPLES OF SPRING SOFT WHEAT FOR SHORT STALK AND LODGING RESISTANCE**Taranova T.Yu., Kincharov A.I., Demina E.A., Mullayanova O.S.**

Volga Region Research Institute of Selection and Seed Production named after P.N. Konstantinov – branch of the Federal State Budgetary Institution of Science of the Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Kinel, Ust-Kinelskiy, e-mail: kincharov_ai@mail.ru

The article presents long-term research (2013-2019) on the assessment of plant height and lodging resistance of collection samples of spring soft wheat. In the study were included 350 domestic and foreign samples of various ecological and geographical origins. The assessment of resistance to lodging of cultivars was carried out in natural field conditions on a special five-point scale. During the years of study, the average height of plants changed and was highly dependent on vegetation conditions and genetic characteristics of cultivars. On average the plant height indicator in the sample varied considerably over the years, the coefficient of variation was 10,84-26,13 %. Short-stemmed varieties and hybrids were mainly of foreign origin, these are samples from the Republic of Belarus, Germany, Canada, Mexico, the United States, the Czech Republic and Chile. Among the samples, 18 genetic sources were identified, the average height of which was 38,3-56,2 cm, the height of the standard variety Kinskaya niva 82 cm. The selected short-stemmed samples in all years of study had the highest possible rating of resistance to lodging – 5 points and were distinguished by a thicker and durable for breaking straw. At the same time, it should be noted that the yield of varieties with a marked short-stem feature was low on average for years (182-380 g/m²). The following samples are recommended as sources of short stalk and lodging resistance in similar climatic conditions to the research site: Campanin (Germany), VZ-602, complex hybrids k-30663 and k-31467 (Mexico), Tercie, Seance (Czech Republic), and other allocated forms. The marked samples are recommended for further use in breeding programs of crosses as parent forms and for minor correction of the selected breeding material by plant height.

Keywords: spring wheat, selection, plant height, lodging resistance, short stalk, yield, sample

В условиях Среднего Поволжья обильные осадки и шквалистые ветра иногда вызывают сильное полегание посевов, что затрудняет и удлиняет сроки уборки, приводит к существенному снижению урожая и качества зерна. При раннем полегании растений потери урожая зерна составляют до 30 %, при полегании в фазу начала воско-

вой спелости – до 10–18 % урожая. Генетическая устойчивость сортов пшеницы к полеганию может быть обусловлена разными признаками: большим диаметром стебля и толщиной стенки соломины, более короткими междоузлиями, меньшим отношением высоты стебля к его диаметру, а наиболее стабильная связь проявляется с длиной вто-

рого и третьего нижних междоузлий и прочностью соломины на излом [1–2].

Основное направление современной селекции на устойчивость к полеганию – уменьшение высоты растений. Большое количество устойчивых к полеганию короткостебельных образцов можно отнести к зарубежной селекции [3]. Исследованиями отмечены различные корреляционные связи между высотой растений и урожайностью зерна образцов [4]. Растения с коротким стеблем лучше противостоят сильным ветрам и интенсивным атмосферным осадкам в период вегетации, но, как правило, являются менее урожайными [5–6].

Высота растений и полевая оценка устойчивости к полеганию растений яровой пшеницы – достаточно надежный метод для характеристики сортов по степени полегания. Однако при селекционной работе в засушливых условиях Среднего Поволжья, полегание проявляется нечасто и в качестве критериев устойчивости к стеблевому полеганию целесообразно использовать длину нижнего (первого) междоузлия и коэффициент повышения устойчивости по Н.И. Щербаковой [7].

Признак высота растений варьирует по годам и находится в большой зависимости от условий вегетации пшеницы. В годы, когда рост и развитие стебля растений проходит в неблагоприятных, засушливых и острозасушливых условиях, происходит значительное снижение как высоты растений, так и продуктивности сортов [8]. Поэтому подбор генетически разнообразного исходного материала пшеницы, обладающего необходимыми для селекционной работы ценными признаками, должен проводиться с учетом агрометеорологических и почвенных условий региона [9–10]. Изучение зависимости высоты растений от генетических особенностей сортообразцов яровой мягкой пшеницы и условий среды даст возможность более целенаправленно подбирать и использовать в селекции исходный материал.

Цель исследования заключалась в проведении оценки образцов коллекционного питомника яровой мягкой пшеницы по высоте растений и выделении исходного материала, сочетающего короткостебельность и высокую устойчивость к полеганию, для дальнейшего использования в селекционных программах скрещиваний в качестве родительских форм.

Материалы и методы исследования

Исследуемый материал состоял из сортов и гибридов отечественной и зарубежной

селекции и представлен образцами из мировой коллекции ВИР (Санкт-Петербург), СИММИТ (Мексика), научных учреждений и селекционных центров РФ, включая собственный селекционный материал. Всего за период исследований (2013–2019 гг.) в коллекционном питомнике изучено 350 образцов яровой мягкой пшеницы различного эколого-географического происхождения. В качестве стандарта (St) при изучении коллекционного материала взят районированный и занимающий наибольшие площади в производстве Самарской области сорт яровой мягкой пшеницы собственной селекции – Кинельская нива.

Исследования проводились на опытных полях первого селекционного севооборота Поволжского научно-исследовательского института селекции и семеноводства имени П.Н. Константинова – филиала СамНЦ РАН по предшественникам чистый пар или озимая пшеница согласно существующей ротации полей севооборота. Почва опытного поля – типичный чернозем среднелесной легкоголистый, малогумусный, содержание гумуса 5–6%. По степени кислотности почвы слабокислая, pH вытяжки 5,4 ед. Коллекционный питомник закладывался на шестирядковых делянках площадью 1 м² в опытах без повторностей с частыми стандартами (через 10–20 номеров). Посев проводился в оптимальные агротехнические сроки селекционной сеялкой ССФК-7М. Норма высева составляла 450 всхожих семян на 1 м² (4,5 млн всхожих семян на га). Уборка делянок проводилась в фазу полной спелости вручную, в сноповый материал с корневой системой, для структурного анализа и обмолота растений на молотилке МПСУ-500. Учет урожая осуществлялся прямым методом (метод сплошного обмолота), применялось взвешивание урожая зерна образцов на лабораторных электронных весах и приведение к стандартной влажности.

Оценка устойчивости к полеганию сортообразцов проводилась в естественных полевых условиях по 5-балльной шкале, где 1 балл – очень сильное полегание, 2 балла – сильное полегание, 3 балла – среднее полегание, 4 балла – слабое полегание, 5 баллов – полегание отсутствует.

Все исследования выполнялись в соответствии с общепринятыми методическими указаниями: Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [11], Методикой полевого опыта [12]. Математическая обработка полу-

ченных данных проводилась с использованием пакета анализа данных компьютерной программы «Excel» и прикладной программы «Stat».

Метеорологические условия в годы исследований были достаточно разнообразными, от острозасушливых, засушливых и до умеренно увлажненных (данные метеорологической станции «Усть-Кинельская» Самарского ГАУ). Вегетационные периоды 2013–2016 гг. в целом характеризовались как засушливые – средняя температура воздуха в эти периоды составила 19,5–20,9 °С, осадки 94,3–138,5 мм, ГТК 0,38–0,59, что существенно ниже среднеголетних значений и свидетельствует о неблагоприятных условиях для роста и развития яровой пшеницы. Вегетационный период 2017 г. можно охарактеризовать как резко контрастный по увлажнению, ГТК май – август составил 1,04 при среднеголетнем значении данного показателя 0,73, но при этом основная масса осадков (200,2 мм) выпала в первую половину вегетации май – июнь, а за июль – август всего 23,7 мм. В 2018 и 2019 гг. периоды вегетации яровой пшеницы проходили в засушливых и временами острозасушливых условиях (ГТК за месяц июль 0,34 и 0,17), в целом ГТК май – август составил 0,51 и 0,48 по годам соответственно.

Результаты исследования и их обсуждение

Одним из многочисленных селекционных показателей, имеющих тесные связи с продуктивностью, является высота растений. Высота растений может служить одним из показателей, характеризующих экологическую пластичность генотипа сортообразца в контрастных почвенно-климатических условиях [13]. Для каждой природной зоны возделывания характерен свой экологический тип высоты растений

пшеницы. В Средневолжском регионе полегание растений в основном случается по причине дождей ливневого характера и сильных шквалистых ветров.

В годы исследований средняя высота растений изменялась и находилась в большой зависимости от условий вегетации и варьировала как по сортообразцам, так и по годам. В засушливые годы и в годы с неблагоприятными условиями в период роста и развития стебля снижается высота растений и показатели продуктивности образцов яровой мягкой пшеницы. Это наблюдалось в 2013, 2015 и 2019 гг., средняя высота растений составила $62,3 \pm 1,3$; $58,3 \pm 1,4$ и $68,9 \pm 0,9$ см соответственно (табл. 1). Наибольшая средняя высота растений $112,4 \pm 1,5$ наблюдалась в 2017 г., что связано с хорошей влагообеспеченностью растений в начальные периоды роста (май – июнь). Признак высота растений в среднем по выборке образцов достаточно варьировался по годам, коэффициент вариации (V) составлял 10,84–26,13%. Наиболее высокий коэффициент вариации наблюдался в 2013–2015 гг. и составил 21,3–26,13%.

Продуктивность коллекционных образцов яровой мягкой пшеницы в годы исследований также определялась погодными условиями в начальный период роста и развития растений. В достаточно жестких погодных условиях (засушливые и острозасушливые годы) урожайность яровой пшеницы с однометровых опытных делянок показала невысокий результат. Так, в 2019 г. средняя урожайность образцов ($x_{cp} \pm t_{05} S_{xcp}$) составила $288,2 \pm 8,4$ г/м², в 2014 – $299,7 \pm 9,4$ г/м², по сравнению с наиболее влагообеспеченным 2017 г. – $587,3 \pm 14,6$ г/м². Коэффициент вариации (V) признака был достаточно высоким и изменялся от 22,65 до 33,83% (табл. 2).

Таблица 1
Высота растений у коллекционных образцов яровой мягкой пшеницы, 2013–2019 гг.

Годы	Высота растений, см			Коэффициент вариации (V), %
	min	max	средняя ($x_{cp} \pm t_{05} S_{xcp}$)	
2013	25	95	$62,3 \pm 1,3$	21,30
2014	35	105	$73,0 \pm 1,5$	22,14
2015	25	95	$58,3 \pm 1,4$	26,13
2016	50	100	$78,8 \pm 1,0$	11,36
2017	55	140	$112,4 \pm 1,5$	11,88
2018	48	96	$73,1 \pm 0,9$	10,84
2019	40	95	$68,9 \pm 0,9$	12,88

Таблица 2

Урожайность коллекционных образцов яровой мягкой пшеницы, 2013–2019 гг.

Годы	Урожайность, г/м ²			Коэффициент вариации (V), %
	min	max	средняя ($\bar{x}_{\text{ср}} \pm t_{05} S_{\text{ср}}$)	
2013	106	706	387,4 ± 10,2	26,29
2014	38	566	299,7 ± 9,4	33,83
2015	116	684	368,3 ± 9,4	27,66
2016	134	600	337,3 ± 9,5	24,99
2017	198	898	587,3 ± 14,6	22,65
2018	122	584	352,8 ± 9,1	23,86
2019	114	554	288,2 ± 8,4	27,39

Таблица 3

Выделенные источники короткостебельности среди коллекционных образцов, 2013–2019 гг.

Сорт	Происхождение	Устойчивость к полеганию, балл (средний)	Высота растений, см		
			средняя	min	max
Кинельская нива, st	Кинель	4,3	82,0	68	117
Эстивум С-8	Безенчук	5	40,0	35	45
Эстивум С-14	Безенчук	5	40,0	35	45
Эстивум С-17	Безенчук	5	40,0	35	45
Василиса	Беларусь	5	50,8	45	90
Кампанин	Германия	5	52,4	35	80
Sable	Канада	5	39,3	25	52
606 к-65462	Канада	5	42,0	35	53
Long Fu 7	Китай	5	49,0	40	58
Long Fu 13	Китай	5	48,5	40	57
VZ-602	Мексика	5	49,2	40	82
Сложный гибрид к-30663	Мексика	5	56,2	45	64
Сложный гибрид к-31467	Мексика	5	56,0	35	80
Iona	США	5	50,4	35	70
Jefferson	США	5	38,3	35	45
Septima	Чехия	5	40,0	25	50
Tercie	Чехия	5	44,7	35	54
Seance	Чехия	5	40,7	25	52
Lilen-INIA	Чили	5	44,3	45	53

За годы исследований короткостебельные сорта и гибриды в основном имели зарубежное происхождение, это образцы из Республики Беларусь, Германии, Канады, Мексики, США, Чехии и Чили. По признаку короткостебельности были выделены 18 генетических источников (табл. 3). Высота растений в среднем у выделенных образцов составляла 38,3–56,2 см, сорта-стандарта Кинельская нива (Кинель) – 82,0 см. Представленные короткостебельные сортообразцы во все годы изучения имели максимально высокую оценку устойчивости к полеганию – 5 баллов, в то время как у стандартного сорта в ряде лет была оценка

4 балла. Можно также отметить, что выделенные образцы отличались более толстой и прочной на излом соломиной. Наибольшая высота растений яровой мягкой пшеницы была отмечена в 2017 г., что тесно связано с высокой влагообеспеченностью первой половины вегетационного периода – периода вегетативного развития растений. В условиях данного года стандарт Кинельская нива превысил свой средний показатель высоты растений на 35 см, а минимальное значение – на 49 см. Сортообразцы с выделенным признаком короткостебельности также превышали свои минимальные значения на 10–45 см.

Таблица 4

Урожайность короткостебельных образцов яровой мягкой пшеницы, 2013–2019 гг.

Сорт	Происхождение	Урожайность, г/м ²		
		min	max	средняя
Кинельская нива, st	Кинель	292	811	458,7
Эстивум С-8	Безенчук	196	336	267,3
Эстивум С-14	Безенчук	238	294	257,0
Эстивум С-17	Безенчук	212	318	248,0
Василиса	Беларусь	194	324	250,7
Кампанин	Германия	116	536	307,3
Sable	Канада	178	210	194,0
606 к-65462	Канада	158	416	272,5
Long Fu 7	Китай	174	250	212,0
Long Fu 13	Китай	158	240	199,0
VZ-602	Мексика	222	596	342,3
Сложный гибрид к-30663	Мексика	214	462	302,9
Сложный гибрид к-31467	Мексика	234	552	326,2
Iona	США	160	458	270,0
Jefferson	США	116	248	182,0
Septima	Чехия	152	434	263,6
Tercie	Чехия	326	474	380,0
Seance	Чехия	264	508	336,0
Lilen-INIA	Чили	222	328	260,0

Таблица 5

Корреляционная зависимость между урожайностью и высотой растений коллекционных образцов, 2013–2019 гг.

Значение	Коэффициент корреляции (r) по годам						
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
r	0,44	0,58	0,61	0,46	0,44	0,42	0,28
r _{0,05}	0,113						
r _{0,01}	0,148						

Необходимо отметить, что наряду со снижением высоты растений короткостебельные сорта часто передают и ряд отрицательных признаков и свойств – это более низкая продуктивность в условиях засушливого года, поражение болезнями в благоприятные годы, слабая засухоустойчивость. Поэтому при селекции на короткостебельность наиболее ценным является исходный материал, который помимо генетически обусловленной низкой высоты растений имеет ряд других селекционно ценных положительных признаков и свойств.

Урожайность сортов с выделенным признаком короткостебельности в среднем по годам исследования была невысокая (182–380 г/м²). Сорт-стандарт Кинельская нива по урожайности превосходил все короткостебельные сортообразцы (458,7 г/м²) (табл. 4). В качестве источников короткостебельности и устойчивости к полеганию, в аналогичных месту проведения исследований при-

родно-климатических условиях, рекомендуем использовать наиболее продуктивные образцы: Кампанин (Германия), VZ-602, сложный гибрид к-30663 и к-31467 (Мексика), Tercie, Seance (Чехия), а для коррекции селекционного материала по высоте растений – и другие выделенные формы.

Корреляционный анализ данных урожайности и высоты растений в коллекционном питомнике, за семь контрастных по влагообеспеченности лет, показал наличие ежегодной положительной зависимости между изучаемыми признаками ($r = 0,28–0,61$) при критическом значении коэффициентов $r_{0,05} = 0,113$, $r_{0,01} = 0,148$ (табл. 5).

Рассчитанная за эти годы корреляция свидетельствует о достаточно невысокой в отдельные годы зависимости двух показателей. Скорее всего, для засушливых условий, кроме высоты растений в формировании урожайности имеет особое значение накопление вегетативной массы

и за счет других показателей. На это необходимо обратить внимание при изучении образцов и в самом селекционном процессе – при подборе родительских форм и отборах. Наиболее стабильная положительная корреляционная связь была отмечена в 2014 и 2015 гг., $r = 0,58-0,61$.

Заключение

В условиях Средневолжского региона высота растений и оценка в полевых условиях устойчивости являются в достаточной степени надежными показателями степени полегания образцов яровой пшеницы. При селекции на короткостебельность наиболее ценным является исходный материал, который помимо генетически обусловленной низкой высоты растений имеет ряд других селекционно ценных положительных признаков. По результатам многолетних исследований установлено наличие ежегодной положительной связи между показателями высота растений и урожайность образцов ($r = 0,28-0,61$, достоверно на 1% уровне). Это говорит о том, что наиболее высокорослые сортообразцы имеют в засушливых условиях региона большую урожайность зерна. Поэтому в селекционных программах скрещиваний необходимо использовать образцы, обладающие комплексом хозяйственно ценных признаков, а выделенные нами источники короткостебельности и устойчивости к полеганию предлагаются для незначительной коррекции выделившегося селекционного материала по высоте растений. Среди изученного исходного материала выделено 18 генетических источников короткостебельности, представленных сортами и гибридами зарубежного происхождения, это образцы из Республики Беларусь, Германии, Канады, Мексики, США, Чехии и Чили. Выделенные короткостебельные образцы имели максимально высокую оценку устойчивости к полеганию, отличались более толстой и прочной соломиной и рекомендуются для использования в селекционных программах скрещиваний по Средневолжскому региону.

Список литературы / References

1. Захаров В.Г., Сюков В.В., Яковлева О.Д. Сопряженность анатомо-морфологических признаков с устойчивостью к полеганию яровой мягкой пшеницы в условиях Среднего Поволжья // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2014. Т. 18. № 3. С. 506–510.
2. Zakharov V.G., Syukov V.V., Yakovleva O.D. Correlation of morphoanatomical traits with lodging resistance in spring wheat in the Middle Volga region // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2014. Vol. 18. № 3. P. 506–509.
3. Xiao Y., Liu J., Li H., Cao X., Xia X., He Z. Lodging resistance and yield potential of winter wheat: effect of planting density and genotype. Front. Agr. Sci. Eng. 2015. Vol. 2. № 2. P. 168–178.
4. Дёмина И.Ф. Селекционная ценность сортов пшеницы мягкой яровой разных эколого-географических групп по устойчивости к полеганию // Сурский вестник. 2019. № 2 (6). С. 27–30.
5. Demina I.F. Breeding value of varieties of soft spring wheat of different ecological and geographical groups in terms of resistance to lodging // Surskij vestnik. 2019. № 2 (6). P. 27–30 (in Russian).
6. Navabi A., Idbal M., Strenze K., Spaner D. The relationship between lodging and plant height in a diverse wheat population. Canad. J. Plant Sc. 2006. Vol. 86. № 3. P. 723–726.
7. Ковтун В.И. Селекция высокоадаптивных сортов озимой мягкой пшеницы и нетрадиционные элементы технологии их возделывания в засушливых условиях юга России. Ростов н/Д., 2002. 320 с.
8. Kovtun V.I. Selection of highly adaptive varieties of winter soft wheat and non-traditional elements of their cultivation technology in the arid conditions of the South of Russia. Rostov-on-don, 2002. 320 p. (in Russian).
9. Косенко С.В., Кривобочек В.Г. Влияние высоты растений на урожайность и элементы продуктивности озимой мягкой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья // Нива Поволжья. 2009. № 3 (12). С. 46–48.
10. Kosenko S.V., Krivobochek V.G. Influence of plant height on yield and elements of the productivity of winter soft wheat in the middle Volga forest-steppe // Volga Region Farmland. 2009. № 3 (12). P. 46–48.
11. Дёмина И.Ф., Косенко С.В. Результаты оценки исходного материала яровой мягкой пшеницы на устойчивость к полеганию // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015. № 8 (130). С. 18–22.
12. Demina I.F., Kosenko S.V. The results of the assessment of source material of spring wheat for lodging resistance // Vestnik of the Altai State Agrarian University. 2015. № 8 (130). P. 18–22.
13. Ковтун В.И., Ковтун Л.Н. Урожайность, высота растений и устойчивость к полеганию новых сортообразцов озимой мягкой пшеницы на юге России // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. № 4 (48). С. 45–47.
14. Kovtun V.I., Kovtun L.N. Productivity, plant height and lodging resistance of new varieties of winter soft wheat in the South of Russia // Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2014. № 4 (48). P. 45–47.
15. Дёмина Е.А., Кинчаров А.И., Таранова Т.Ю. Сравнительная оценка исходного материала яровой мягкой пшеницы по массе 1000 зерен // Известия Самарского научного центра РАН. 2018. № 2 (4). С. 700–704. DOI: 10.24411/1990-5378-2018-00158.
16. Demina E.A., Kincharov A.I., Taranova T.Yu. Comparative evaluation of initial material of spring soft wheat in the mass of 1000 grains // Izvestia Samara scientific center of the Russian Academy of Sciences. 2018. № 2 (4). P. 700–704. DOI: 10.24411/1990-5378-2018-00158.
17. Кинчаров А.И., Дёмина Е.А., Таранова Т.Ю., Чекомасова К.Ю. Изучение коллекционных образцов яровой мягкой пшеницы по скороспелости // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2018. № 10–1. С. 136–141. DOI: 10.24411/2550-1000-2018-10082.
18. Kincharov A.I., Demina E.A., Taranova T.Yu., Chekomasova K.Yu. The study of collection samples of spring soft wheat for precocity // International Journal of Humanities and Natural Sciences. 2018. № 10–1. P. 136–141. DOI: 10.24411/2550-1000-2018-10082.
19. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 1. М., 1985. 267 с.
20. Technique of state variety testing of agricultural crops. V. 1. M., 1985. 267 p. (in Russian).
21. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
22. Dospexov B.A. Technique of field experiment. M.: Agropromizdat, 1985. 351 p. (in Russian).
23. Рипбергер Е.И., Боме Н.А., Траутц Д. Изменчивость высоты растений гибридных форм яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) как способ их адаптации в различных эколого-географических условиях // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2015. Т. 19. № 2. С. 185–190.
24. Ripberger E.I., Bome N.A., Trautz D. Variability of the height of plants of hybrid forms of spring common wheat (*Triticum aestivum* L.) under different ecological and geographical conditions // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2015. Vol. 19. № 2. P. 185–190.

СТАТЬИ

УДК 911:796.51

**ПРИРОДНЫЕ И АНТРОПОГЕННЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ТУРИЗМА В ПРЕДЕЛАХ ГОРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ
(НА ПРИМЕРЕ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЛАГОНАКСКОГО НАГОРЬЯ)****Антипцева Ю.О., Волкова Т.А.***ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», Краснодар,
e-mail: geomorpho@rambler.ru, mist-next4@inbox.ru*

Лагонакское нагорье – биосферный полигон Кавказского заповедника и весьма привлекательная территория с точки зрения рекреации. В силу особого статуса территории рекреационная деятельность здесь лимитирована. Рассматриваемая часть Лагонакского нагорья является одним из интереснейших районов с точки зрения географической науки, краеведения, охраны природы. В советские годы на этой территории туристская деятельность в виде планового и самостоятельного туризма была весьма интенсивной. Со сменой политического режима государство фактически утратило контроль над туристской инфраструктурой. Эти перемены мало сказались на уровне популярности горного туризма, особенно пешеходного, поскольку поход в естественных природных условиях подразумевает минимум комфорта и люди, предпочитающие путешествовать таким способом, не изменяют своим привычкам. В сложившихся условиях самостоятельный туризм остался наиболее распространенной формой горного туризма. Наиболее приемлемой формой ведения рекреационной деятельности выступает экологический туризм. Пешеходный, познавательный туризм может выполнять эколого-просветительскую функцию. В пределах восточной части нагорья функционирует сеть маршрутов, использование которых сопряжено с рядом природоохранных проблем: низкий уровень экологической культуры отдыхающих приводит к замусориванию, порче деревьев, угнетению растительного покрова. Состояние туристской инфраструктуры также неудовлетворительно: необходимо укреплять и поддерживать маркировку, оборудовать больше мест отдыха и т.д. Одним из основополагающих мероприятий является полное или частичное преобразование пешеходных маршрутов в экологические тропы. Полученные результаты позволяют сделать вывод о весьма интенсивном рекреационном воздействии на ландшафты восточной части Лагонакского нагорья. Пешеходные маршруты востребованы не только среди туристов Краснодарского края, но также туристов из Москвы, Санкт-Петербурга и других отдаленных городов страны, что подтверждают данные опроса туристов, проведенного авторами.

Ключевые слова: Лагонакское нагорье, экологический туризм, особо охраняемые природные территории, Кавказский государственный природный биосферный заповедник, пешеходный туризм

**NATURAL AND ANTROPOGENICAL ASPECTS OF THE DEVELOPMENT
OF ECOLOGICAL TOURISM IN MOUNTAIN AREAS
(ON THE EXAMPLE OF EASTERN LAGONAKI PLATEAU)****Antiptseva Yu.O., Volkova T.A.***Kuban State University, Krasnodar; e-mail: geomorpho@rambler.ru, mist-next4@inbox.ru*

The Lagonaki plateau is a biosphere testing ground of the Caucasian reserve and a very attractive territory in terms of recreation. Due to its special status, recreational activities are limited here. The considered part of the Lagonaki plateau is one of the most interesting areas in terms of geographical science, local history, and nature conservation. In the Soviet years, tourism activity in the form of planned and amateur tourism was very intense in this territory. With the change of political regime, the state has actually lost control of the tourist infrastructure. These changes had little effect on the popularity of mountaineering, especially hiking; since hiking in natural conditions implies a minimum of comfort, and people who prefer to travel in this way do not change their habits. In the current conditions, amateur tourism has remained the most common form of mountain tourism. The most acceptable form of conducting recreational activities is ecological tourism. Walking, educational tourism can carry out ecological and educational function. Within the eastern part of the plateau, there is a system of routes, the use of which is associated with a number of environmental problems: the low level of ecological culture of tourists leads to littering, damage to trees, and inhibition of vegetation. The state of tourism infrastructure is also unsatisfactory: it is necessary to strengthen and maintain the marking, equip more places of recreation, etc. One of the fundamental activities can and should be the complete or partial conversion of walking routes into ecological trails. The results obtained allow us to conclude that there is a very intense recreational landscape in the eastern part of the Lagonaki plateau. Walking routes are in demand among not only tourists of the Krasnodar region, but also tourists from Moscow, St. Petersburg and other remote cities of the country, which is confirmed by the survey authors of tourists.

Keywords: Lagonaki plateau, ecological tourism, especially protected natural territory, Caucasian State Nature Biosphere Reserve, hiking

В настоящее время не теряют актуальности проблемы, связанные с рекреационным использованием особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Ввиду особого статуса этих природных комплексов

антропогенная деятельность в их границах лимитируется. Лагонакское нагорье является популярнейшим туристским регионом с разнообразными и в то же время уникальными особенностями природы, достаточно

развитой туристско-рекреационной инфраструктурой. Вместе с тем данная территория обладает природоохранным статусом биосферного полигона Кавказского государственного природного биосферного заповедника, включает 2 заказника и около 20 памятников природы различного профиля. В связи с этим здесь действует особый режим природопользования. По причине большой рекреационной привлекательности региона существует необходимость постоянного контроля и нормирования рекреационной нагрузки. Оптимальной формой ведения рекреационной деятельности в пределах ООПТ является экологический туризм, характеризующийся разнообразными направлениями: учебные и познавательные естественнонаучные, этнокультурные экскурсии с посещением музеев природы и экологических троп, экологические туры, походы выходного дня, пассивный отдых на туристических базах и кемпингах, просветительская и волонтерская работа среди рекреантов. Данные виды рекреационных занятий (в особенности пешие походы, маршруты выходного дня, экскурсии по заповеднику) уже давно практикуются рекреантами, и именно в данном направлении, по мнению авторов, необходимо развивать туристско-рекреационную деятельность в пределах Лагонакского нагорья. Исследуемая территория относится к востоку Лагонакского нагорья – непосредственной границы биосферного полигона и зоны строгой охраны Кавказского заповедника с более слабым природоохранным режимом и, как следствие, большим числом туристов. Последнее обстоятельство несет негативные последствия для окружающей среды, что говорит о необходимости нормирования рекреационной нагрузки, организации эколого-просветительской работы и т.д.

Целью данной работы является исследование нынешнего состояния и возможностей развития экологического туризма в восточной части Лагонакского нагорья (как прямых рекреационных ресурсов территории).

Материалы и методы исследования

Материалами и методами исследования послужили труды ученых, занимавшихся исследованиями территории Лагонакского нагорья – С.П. Лозового (в вопросах природоохраны, спелеологии и карстоведения) и Ю.В. Ефремова (динамика экзогенных процессов, гляциологические исследования), краеведческая литература, а также

результаты полевых наблюдений авторов. Методами, применяемыми в ходе исследований, послужили методы полевых наблюдений, описания, анализа.

Результаты исследования и их обсуждение

Рассматриваемая часть Лагонакского нагорья является одним из интереснейших районов с точки зрения географической науки, краеведения, охраны природы. В советские годы на этой территории туристская деятельность в виде планового и самостоятельного туризма была весьма интенсивной. Со сменой политического режима государство фактически утратило контроль над туристской инфраструктурой. Эти перемены мало сказались на уровне популярности горного туризма, особенно пешеходного, поскольку поход в естественных природных условиях подразумевает минимум комфорта и люди, предпочитающие путешествовать таким способом, не изменяют своим привычкам. В сложившихся условиях самостоятельный туризм остался наиболее распространенной формой горного туризма. В наши дни пешеходный туризм не утратил активности благодаря модернизации туристской инфраструктуры (организации новых средств размещения и расширению спектра их услуг), усилению государственного контроля над посещением территорий и объектов туристского интереса, доступности и открытости для населения информации о природе, социальных и культурных особенностях родного края и т.д. Таким образом, горный туризм остается одним из самых популярных видов отдыха и рекреации.

Необходимо также подчеркнуть, что исследуемая территория располагается в восточной части Лагонакского нагорья – биосферного полигона Кавказского государственного природного биосферного заповедника им. Х.Г. Шапошникова. Это означает, что любая хозяйственная деятельность, включая рекреационную, здесь лимитирована, то есть наиболее приемлемый (а по сути, единственно возможный) вариант ведения рекреационной деятельности в пределах ООПТ – экологический туризм, который может быть организован в виде пешеходных туров, учебных экскурсий, походов выходного дня. Например, часто посещаемым районом Кавказского заповедника является горная группа Фишта (на крайнем юге Лагонакского нагорья), в районе которой возводится горнолыжный комплекс

и где большая часть рассматриваемой площади интенсивно используется для пешеходного туризма.

В орографическом аспекте территория представляет собой сочетание горных хребтов, высокогорных массивов и отдельных небольших плато (наклонное плато Азиш-Тау) [1, с. 3], обособленных крутыми скальными склонами на востоке (хребет Каменное море), юге, западе (Фишт и Пшеха-Су) [2, с. 94], где сформировался комплекс генетических типов рельефа, связанных единой структурой, историей геологического развития и образующих сложное поднятие – нагорье [3, с. 34]. Здесь проявляются карстовые, гравитационные, нивально-гравитационные, флювиальные и другие процессы, в результате которых возникают различные макро- и микроформы рельефа [4, с. 19].

Наиболее популярные маршруты лежат через центральную и восточную части Лагонакского нагорья к Черноморскому побережью. К ним относятся разработанные еще в советское время маршруты № 30, 30-а, 35, 825.

Нитка маршрута, который принят авторами в качестве эталонного, поскольку он является одним из популярных (если не самым популярным) среди туристов, частично совпадает с 30 Всесоюзным маршрутом: пер. Азишский – пер. Абадзешский – пер. Гузерипльский – пер. Армянский – турприют «Фишт» – пер. Белореченский – пер. Черкесский – турприют «Бабук-Аул» – с. Солох-Аул.

Маршрут начинается с Азишского перевала (1745 м). Это окраинная часть интенсивно закарстованного наклонного плато Азиш-Тау [5, с. 3]. Отсюда открывается панорама на массив Абадзеш – Мурзикао. Неподалеку располагается кордон Кавказского государственного природного биосферного заповедника, где необходимо зарегистрироваться и задекларировать маршрут. Стоимость пребывания в заповеднике – 300 рублей с человека в сутки [6].

Несколько сотен метров от кордона по дороге приводят на набитую тропу, которая, набирая высоту, ведет по направлению к хребту Каменное Море. Вдоль тропы встречаются карстовые формы: известняковые глыбы, изъеденные каррами, крупные воронки с пещерами и водотоками. Местами наблюдаются небольшие впадины с отвесными бортами и ровным дном – поля.

Перевал Абадзешский (2056 м) расположен между одноименной вершиной и хребтом Каменное Море. Путь лежит сре-

ди пестрых субальпийских лугов с богатым по составу травяным поясом из анемонов, колокольчиков, васильков, лилий, астр. Далее Инструкторская тропа ведет на юго-запад, к Гузерипльскому перевалу (1965 м). Вдоль нее встречаются несколько, очевидно, временных водоемов, линейные размеры которых не превышают десятков метров.

С Гузерипльского перевала видны вершины Гузерипль, Фишт, в непосредственной близости находится Оштен. На скальных стенах видны черные пятна, указывающие на процессы выветривания. Склоны Оштена сплошь покрыты осыпями – «каменными реками». На одной из осыпей, спускающейся далеко вниз по склону, развит густой травянистый покров и произрастают березовые деревья. Также здесь заметны результаты селевой деятельности: два шлейфа отложений селевых потоков, отдаленных примерно на 100 м друг от друга. Карстовыми процессами на склонах выработаны крупные формы – пещеры и гроты. С южных склонов Оштена в поясе альпийских лугов берут начало р. Белая, Мутный Тепляк и Армянка. На спуске с перевала Гузерипль наблюдаются многочисленные выходы глинистых сланцев.

Армянский перевал (1833 м) представляет собой небольшой распад между хребтом Армянский и южной стеной Оштена. С него хорошо просматриваются ледники: Большой и Малый Фиштинский. Отсюда предстоит спуск к подножию Фишта.

Горная группа Фишта – уникальный топографический, геоморфологический, гляциологический объект. Отсюда на западе начинается Главный хребет, это южная оконечность Лагонакского нагорья, здесь расположен самый западный и низкий ледник на Кавказе.

Рифовые известняки верхней юры, слагающие массив, нарушены горообразовательными процессами и представляют собой гофрированные складки, в отдельных местах опрокинутые [7, с. 15].

В пределах горной группы Фишта активно проявляют себя экзогенные процессы. К ним относятся эрозионная деятельность рек, склоновые (обвалы, сели, оползни, камнепады), гляциальные и карстовые процессы. Последние три фактора рельефообразования в основном определили современный облик сооружения. На Фиште и Пшеха-Су расположены три самых западных ледника на Кавказе. Самый крупный из них лежит на северном склоне Фишта, другой расположен на восточном склоне, третий –

на северо-восточном склоне Пшеха-Су [8]. Ледники создали денудационные и аккумулятивные формы: трог, цирки, кары, конечные и боковые морены. Цирки и кары выработаны в известняках и поэтому несут следы не только нивально-гляциальных, но и карстовых процессов. Самый крупный ледниковый цирк расположен в верховьях р. Белой. Он ограничен с запада массивами Фишт и Пшеха-Су, с востока – Оштен, а с севера Фишт-Оштенской перемычкой. В цирке, на берегу Белой, расположен туристский приют «Фишт» [8].

Из-под ледников и снежников вытекают многочисленные ручьи и потоки [9, с. 31]. Малый Фиштинский ледник обрамлен флювиогляциальными наносами. У самого его края располагаются мелкообломочные песчаные отложения, ниже они частично закрыты растительностью и в нижней части склона сменяются более крупными обломками (щебнем).

Вершина и привершинные части склонов Фишта находятся выше снеговой линии и, соответственно, всегда заснежены. В зимнее время в рассматриваемом регионе толщина снежного покрова значительна и колеблется на одних и тех же участках в разные годы в широком диапазоне – от нескольких сантиметров до 5–6 м (район приюта «Фишт») [10, с. 368]. В конце мая и даже в первой половине июля возможен сход лавин. Хотя в целом снежные лавины на Лагонакском нагорье – явление сравнительно редкое [11, с. 16], именно массив Фишт – Оштен – Пшеха-Су позволяет наглядно судить о степени лавиноопасности [12, с. 83]. В целом погода здесь весьма переменчива и почти ежедневно вершина и верхняя часть склонов Фишта закрываются облаками, из-за чего восхождение не представляется возможным.

На всех массивах широко распространены карстовые формы рельефа. Это карстовые воронки и колодцы, пещеры, карстовые шахты, карры, рвы [8].

Первая пещера на Фиште была найдена в 1968 г. Сейчас их открыто более 50 [13, с. 46]. Самая глубокая шахта – Крестик-Турист, глубина которой по разным данным составляет более 600 м, а протяженность – от 10 до 16 км. Отметку глубже 500 м имеют пещеры Парящая птица, Ольга, Леола [14, с. 9].

У западной стены массива Фишт – Пшеха-Су расположен уникальный объект – водопад, считающийся самым высоким в Европе. Его высота остается неуточненной (около 200 м).

На склонах гор Фишт, Оштен и Пшеха-Су насчитывается свыше 500 видов растений субальпийских и альпийских лугов, среди которых более 100 – эндемики. На долю лесов приходится небольшая часть площади. Древесная растительность (сосна, пихта, бук, береза) распространена только у южных и западных подножий горной группы [8, с. 12].

Ориентировочная стоимость проживания в турприюте «Фишт»: в домиках – 300 рублей в сутки. Туристы размещаются в двух домиках, один из которых двухэтажный, но желающие могут бесплатно установить в непосредственной близости палатки. Неподалеку расположены столовая, кострище и туалет.

Путь из турприюта «Фишт» идет по набитой тропе (старой черкесской торговой дороге) в южном направлении. Тропа на Белореченский перевал проходит по склону Фишта в густом лесу из бука, клена, липы, пихты. С тропы открывается вид на Армянский хребет и долину р. Белой.

Подъем на Белореченский перевал (1768 м) нелегко. Он представляет собой открытую седлообразную поверхность между Фиштом и горой Хрустальной. В ее формировании сыграли роль процессы, связанные с древним оледенением, эрозией и вертикальными перемещениями отдельных участков хребта. Белореченский перевал покрыт типичным альпийским лугом, на склонах гор – заросли рододендрона кавказского.

Отсюда тропа ведет к Черкесскому перевалу (1700 м). Расположен он между вершинами Маврикошка (1958 м) и безымянной высотой (1957 м) в верховьях р. Бушуйки. Здесь на дневную поверхность выходят докембрийские кристаллические сланцы, прорванные серыми палеозойскими гранитами [7, с. 7].

Приблизительно в 100 м по тропе от перевала можно подняться по склону на невысокий гребень, на своеобразную циркорамную точку. Справа открывается вид на южную стену Фишта, слева – на массив горы Семиглавая, позади – на хребет Маврикошка.

Крутая протяженная тропа, спускающаяся траверсом со склона до с. Бабук-Аул, проходит по каменистому карнизу, лежащему на правом берегу долины р. Бушуйка. От «Прошкиного камня» – огромного известнякового монолита – лесная тропа становится очень крутой. Постоянный спуск чередуется с выходами на поляны Стадни-

ка и Холодный ручей. Это весьма показательный спуск: перепад высот в несколько километров и с каждым километром растительный мир все разнообразнее. Верхнюю границу леса образует буквое криволесье. В лесной зоне хорошо развит вечнозеленый подлесок из лавровишни, рододендрона понтийского, падуба. На высоте примерно 1200 м появляется каштан, который ниже по склону образует каштаново-грабовый лес, сменяющийся плодовыми деревьями (черешня, груша, яблоня).

Стоимость проживания в турприюте «Бабук-Аул» – 200 рублей в сутки. Приют представляет собой места под установку палаток, душ, беседки.

Тропа к с. Солох-Аул проходит по колесной дороге, проложенной вдоль левого берега р. Шахе. Вдоль дороги встречаются скопления обломочного материала – результат активности временных водотоков.

После селения Бзыч необходимо по мосту перейти левый приток р. Шахе – Бзыч. На данном отрезке пути склоны речной долины сложены главным образом нижнеюрскими сланцами и аргиллитами. Слои этих пород сильно нарушены горообразовательными и тектоническими процессами. Сланцы сильно метаморфизированы, легко колются на пластинки.

Начиная от р. Бзыч по долине р. Шахе почти на всем пути до побережья Черного моря на дневную поверхность выходят слои огромной мощности верхнемеловые мергели, которые, как и юрские сланцы, также сильно дислоцированы [7, с. 28]. Пласты имеют уклон 80–90°.

За небольшим селением Бзогу тропа лежит мимо так называемого экологического комплекса «Скальный ручей» – достаточно привлекательного объекта, часто посещаемого туристами. По мере приближения к с. Солох-Аул русло реки расширяется, течение замедляется вследствие уменьшения уклона ложа реки. Долина Шахе имеет широкую каменистую пойму, река меандрирует с обилием осередков.

Склоны гор покрыты лесом из бука и каштана. Вдоль дороги на сырых склонах растут папоротники, мхи. Деревья и склоны увиты лианами (плющом колхидским, ломоносом, хмелем).

Между с. Бабук-Аул и р. Бзыч впервые появляется отдельными экземплярами самшит – краснокнижный раннекайнозойский реликт. У с. Солох-Аул он образует густые заросли высотой до 8 м с лавровишней, падубом, иглицей.

Миновав крупный живописный водопад, маршрут завершается в Солох-Ауле.

С пребыванием туристов в Кавказском заповеднике сопряжено множество экологических проблем. Наибольшая концентрация туристов приходится на территорию плато Лагонаки и Фишт-Оштеновский горный узел, через который ранее проходили упомянутые популярные маршруты. Практически нерегулируемое рекреационное использование, развитие эрозионных процессов в результате выпаса скота, неудовлетворительное санитарное состояние биосферного полигона «Фишт» – серьезные проблемы этого участка.

Наиболее значительные изменения в экосистемах Лагонакского нагорья наблюдаются на туристских тропах и стоянках. Минимальная степень деградации природных комплексов отмечена на участках туристских маршрутов, расположенных на крутых склонах лесных и луговых массивов (от Инструкторской щели до приюта «Фишт», от приюта «Фишт» до Черкесского перевала) [14]. На таких участках туристы вынуждены перемещаться строго по проложенной тропе. С одной стороны, это уменьшает площадь воздействия на ландшафт, с другой, концентрирует влияние на самой тропе. Последнее приводит к сильному уплотнению поверхности почвы, полному вытаптыванию надпочвенного покрова, лесной подстилки, угнетению корней деревьев и развитию эрозионных процессов. Туристы влияют не только на сами тропы, но и на растительность вдоль них. Так, на участке тропы от приюта «Фишт» через Белореченский и Черкесский перевалы до с. Бабук-Аул многие деревья имеют механические повреждения (порезы, пулевые отверстия) и надписи разных лет (начиная с 1920-х гг.).

Наиболее неблагоприятные условия для сохранения рекреационной привлекательности создаются на участках, где совпадают несколько туристских маршрутов. Так, нитки маршрутов № 30 и 30-а сходятся на турприюте «Фишт», далее следуют вместе к Черкесскому перевалу, где к ним присоединяется маршрут № 825. Затем все они идут с Черкесского перевала по южному склону Главного Кавказского хребта по одной нитке. Начиная с Черкесского перевала, ширина тропы увеличивается до двух и более метров, так как в прошлом здесь проходила старая черкесская торговая дорога к морю, перегонялся (и перегоняется) скот на летние пастбища. В настоящее время эта

дорога используется большим числом туристов, направляющихся к Черноморскому побережью по маршрутам № 30, 30-а и 825.

Более сильное воздействие на экосистемы и ландшафт происходит на приютах, местах привалов, экскурсионных объектах, панорамных точках, где одновременно концентрируется большое число туристов. Выявлены следующие наиболее общие изменения в лесных и луговых биогеоценозах под влиянием рекреации: вытаптывание напочвенного покрова на значительной площади вплоть до коренных горных пород, уплотнение верхних горизонтов почвы, полное уничтожение подроста и подлеска.

На приюте «Фишт» площадь вытоптанной территории составляет 0,29 га. Общая протяженность троп на всей поляне составляет 1499 м, средняя ширина 0,7 м, площадь – 0,11 га. Под постройками находится 0,02 га, под кострищами – 180 м². В целом естественной растительности лишено 0,33 га или около 10% всей поляны. Кроме вытоптаных троп, частично вытоптано и нарушено субальпийское высокоотравье. Состав растений существенно изменен – присутствуют сорные виды (подорожник, пастушья сумка, крапива и т.п.), несвойственные данному высотному поясу [15, с. 115]. Бесконтрольный выпас скота однозначно может привести к полной потере экосистем субальпийских и альпийских лугов.

На отрезке маршрута от Азишского перевала до границы Кавказского биосферного заповедника (в 7 км к юго-западу от турприюта «Бабук-Аул») производился подсчет замусоренности тропы и сбор отходов. В результате были получены следующие данные:

1) пер. Азишский – турприют «Фишт»: 1 кострище, 5 бутылок, множество мелких фрагментов полиэтиленовой упаковки;

2) турприют «Фишт» – пер. Черкесский: 7 бутылок, 5 полиэтиленовых упаковок;

3) пер. Черкесский – граница КГПБЗ: 5 кострищ, 41 бутылка, 702 полиэтиленовых упаковки, 30 жестяных банок, 3 пластиковых стакана.

На территории заповедника в районе Азишского перевала установлены несколько мусорных баков, расположенных на удалении друг от друга в несколько десятков метров. Все они на момент наблюдений были опустошены, а мусор разбросан в непосредственной близости. В местах для отдыха (поляны Стадника, Холодный ручей) оборудованы «места для курения», а имен-

но стол, лавка и емкость для мусора. Тропы маркированы, на них имеются указатели.

Следует подчеркнуть, что анализ антропогенного воздействия (замусоривания, вытаптывания и пр.) необходимо проводить в разрезе нескольких лет, причем несколько раз в год: в периоды пиковых нагрузок, с мая по сентябрь, когда продолжительность безморозного периода составляет в начале туристских маршрутов 190–200 дней [16, с. 76], и «мертвого сезона», зимой.

Важнейшей проблемой остается воздействие туристской деятельности на природную среду в пределах особо охраняемых природных территорий. Это, можно сказать, постоянная проблема для Лагонакского нагорья, где полным ходом идет развертывание новой туристско-рекреационной инфраструктуры в рамках проекта «Курорты Северо-Западного Кавказа» [17, с. 11]. Для предотвращения дальнейшей деградации следует изменить систему природопользования. Лагонакское нагорье, в частности на рассматриваемой в данной статье своей части, должно возыметь более высокий статус ООПТ, нежели биосферный полигон заповедника. Так, уже существует пример схемы зонирования территории нагорья по типам рекреационных занятий [18, с. 480]. Кроме того, разработаны другие варианты зонирования: С.П. Лозовым предложена организация в северо-восточной части нагорья Мезмайского природного парка [19, с. 21], что было бы весьма уместно, поскольку в непосредственной близости, на северо-западном склоне хребта Азиш-Тау, располагается ландшафтный заказник Камышанова Поляна [20, с. 250].

Выводы

Полученные результаты позволяют сделать вывод о весьма интенсивном рекреационном воздействии на ландшафты восточной части Лагонакского нагорья. Основное воздействие на окружающую природную среду оказывает рекреационная деятельность, что проявляется в замусоривании, вытаптывании почвенно-растительного покрова, порче стволов деревьев, уничтожении редких и исчезающих видов растений и прочих последствиях пребывания рекреантов на исследуемой территории. Исходя из результатов, полученных в ходе полевых наблюдений, воздействие носит существенный характер. Пешеходные маршруты востребованы не только среди туристов Краснодарского края, но также туристов

из Москвы, Санкт-Петербурга и других отдаленных городов страны, что подтверждают данные опроса туристов, проведенного авторами. Ущерб биоте в ряде случаев необратим. Вытаптывание, пусть и на малых площадях, грозит деградацией хрупких экосистем субальпийских и альпийских лугов. Замусоривание, к сожалению, было и остается главной экологической проблемой.

Эти виды прямого воздействия имеют массу косвенных последствий для окружающей среды.

Кроме самих туристов на заповедные природные комплексы оказывает влияние организация материально-технической базы туризма в данной части Лагонакского нагорья: прокладка автодорог, возведение новых очередей канатных дорог, строительство отелей и прочих средств размещения отдыхающих.

На основании полученных данных можно проводить экологическую оценку территории, намечать направления развития и оптимальные виды туристско-рекреационной деятельности, вырабатывать меры по охране окружающей среды и т.д.

Большую роль в этом вопросе играет пропаганда экологических знаний, направленных на выработку определенной линии поведения туристов на природе. Как показывает опыт, запреты только ухудшают положение, поэтому практика зарубежных стран в деле организации туризма на ООПТ может быть заимствована и в нашей стране. Очевидно, что навыки экологической культуры необходимо прививать с раннего возраста в рамках семейного воспитания, организаций походов выходного дня, учебных экскурсий, проектной деятельности, экологических акций в школьном образовательном процессе. Основополагающей мерой для успешного функционирования экотуризма в пределах ООПТ является организация экологических троп. Они могут частично или полностью покрыть собой маршруты восточной части изучаемой территории. Их необходимо оборудовать достаточным количеством маркеров, мест для отдыха, контейнеров для сбора мусора, информационными стендами рекомендательного и познавательного характера и поддерживать эту инфраструктуру в надлежащем виде. Следует также осуществлять мониторинг посещаемости экотроп.

Функциональное зонирование территорий — еще одна полезная мера, которая предполагает создание зон, предназначенных для различных видов рекреационных занятий с учетом специфики конкретно-

го участка, его природоохранного статуса и состояния, на основании чего организуется режим его посещаемости и доступности.

Эти и многие другие проблемы, связанные с рекреационной деятельностью в границах ООПТ, предстоит решать на региональном и государственном уровнях.

Список литературы / References

1. Лозовой С.П. Роль энергии рельефа в интенсивности закарстования нагорного плато (на примере наклонного плато Азиш-Тау) // Географические исследования Краснодарского края: сборник научных трудов. Вып. 9. Краснодар: Изд-во КубГУ, 2015. С. 3–6.

Lozovoy S.P. The role of relief energy in the intensity of upland plateau karsting (on the example of the inclined plateau Azish-Tau) // Geograficheskiye issledovaniya Krasnodarskogo kraia: sbornik nauchnykh trudov. Vyp. 9. Krasnodar: Izd-vo KubGU, 2015. P. 3–6 (in Russian).

2. Ефремов Ю.В. Рельеф Лагонакского нагорья – базис для развития современных природных процессов // Вестник Краснодарского регионального отделения Русского географического общества: сборник научных трудов. Вып. 9. Краснодар: Платонов, 2017. С. 94–99.

Efremov Yu.V. The relief of the Lagonaki plateau is the basis for the development of modern natural processes // Vestnik Krasnodarskogo regionalnogo otdeleniya Russkogo geograficheskogo obshchestva: sbornik nauchnykh trudov. Vyp. 9. Krasnodar: Platonov. 2017. P. 94–99 (in Russian).

3. Лозовой С.П., Шумейко С.А. Лагонакское нагорье – суть понятия, площадь, границы // Географические исследования Краснодарского края: сборник научных трудов. Вып. 7. Краснодар: Изд-во КубГУ, 2012. С. 31–35.

Lozovoy S.P., Shumeyko S.A. Lagonaki plateau – the essence of the concept, area, borders // Geograficheskiye issledovaniya Krasnodarskogo kraia: sbornik nauchnykh trudov. Vyp. 7. Krasnodar: Izd-vo KubGU, 2012. P. 31–35 (in Russian).

4. Ефремов Ю.В., Шуляков Д.Ю. Современные экзогенные процессы на Лагонакском нагорье (Западный Кавказ) // Геориск. № 3. М.: Геомаркетинг, 2016. С. 18–27.

Efremov Yu.V., Shulyakov D.Yu. Modern exogenous processes in the Lagonaki plateau (Western Caucasus) // Georisk. № 3. М.: Geomarketing, 2016. P. 18–27 (in Russian).

5. Лозовой С.П., Комнатный М.Н. Карбонатно-карстовый комплекс наклонного плато Азиш-Тау // Региональные географические исследования: сборник научных трудов. Вып. 11. Краснодар: Изд-во КубГУ, 2017. С. 3–11.

Lozovoy S.P., Komnatnyy M.N. Carbonate-karst complex of the inclined plateau Azish-Tau // Regionalniye geograficheskiye issledovaniya: sbornik nauchnykh trudov. Vyp. 11. Krasnodar: Izd-vo KubGU, 2017. P. 3–11 (in Russian).

6. Официальный сайт Кавказского государственного природного биосферного заповедника им. Х.Г. Шапошникова. URL: <http://www.kgpbz.ru/pass> (дата обращения: 30.01.2020).

Offitsialniy sait Kavkazskogo gosudarstvennogo prirodnogo biosfernogo zapovednika imeni Kh.G. Shaposhnikova. URL: <http://www.kgpbz.ru/pass> (дата обращения: 30.01.2020) (in Russian).

7. Орехов С.Я., Молодкин П.Ф., Дугуян Д.К. По Северо-Западному Кавказу. Ростов н/Д: Изд-во Ростовского университета, 1968. 123 с.

Orekhov S.Ya., Molodkin P.F., Duguyan D.K. In the North-west Caucasus. Rostov-na-Donu: Izd-vo Rosrovskogo universiteta, 1968. 123 p. (in Russian).

8. Печерин А.И., Лозовой С.П. Памятники природы Краснодарского края. Краснодар: Краснодарское книжное издательство, 1980. 141 с.

Pecherin A.I., Lozovoy S.P. Natural monuments of Krasnodar region. Krasnodar: Krasnodarskoye knizhnoye izdatelstvo, 1980. 141 p. (in Russian).

9. Горшенев К.А. Путешествия по Краснодарскому краю. М.: Физкультура и спорт, 1983. 176 с.
- Gorshenev K.A. Travels in the Krasnodar region. M.: Physkultura I sport, 1983. 176 p. (in Russian).
10. Ефремов Ю.В., Зимницкий А.В. Снежный покров на Лагонакском нагорье (Западный Кавказ) // Снег и лед. Т. 57. № 3. М.: ФГБУ «Российская академия наук», 2017. С. 365–372.
- Efremov Yu.V., Zimnitskiy A.V. Snow cover on the Lagonaki plateau (Western Caucasus) // Sneg i lyod. T. 57. № 3. M.: FGBU «Rossiyskaya akademiya nauk», 2017. P. 365–372 (in Russian).
11. Ефремов Ю.В. Снежные лавины на Лагонакском нагорье (Западный Кавказ) // Физика, химия и механика снега: сборник докладов III Международного симпозиума (г. Южно-Сахалинск, 02–06 октября 2017 г.). Южно-Сахалинск: Полиграфическая компания «Кано», 2017. С. 16–21.
- Efremov Yu.V. Snow avalanches in the Lagonaki plateau (Western Caucasus) // Fizika, himiya i mehanika snega: sbornik dokladov III Mezhdunarodnogo simpoziuma (Yuzhno-Sakhalinsk, 02–06 oktyabrya 2017 g.). Yuzhno-Sakhalinsk: Poligraficheskaya kompaniya «Kano», 2017. P. 16–21 (in Russian).
12. Ефремов Ю.В. Снежные лавины на Лагонакском нагорье (Западный Кавказ): условия образования и распространения // Геориск. № 1. Т. XII. М.: Геомаркетинг, 2017. С. 76–85.
- Efremov Yu.V. Snow avalanches in the Lagonaki plateau (Western Caucasus): conditions of occurrence and spreading // Georisk. № 1. T. XII. M.: Geomarketing, 2017. P. 76–85 (in Russian).
13. Бормотов И.В. Горная Адыгея. Майкоп: Адыгея, 2001. 126 с.
- Bormotov I.V. Mountain Adygea. Maykop: Adygea, 2001. 126 p. (in Russian).
14. Литвинская С.А., Лозовой С.П. Памятники природы Краснодарского края. Краснодар: Периодика Кубани, 2005. 352 с.
- Litvinskaya S.A., Lozovoy S.P. Natural monuments of Krasnodar region. Krasnodar: Periodika Kubany, 2005. 352 p. (in Russian).
15. Лабинцева С.И., Шадже А.Е., Трепет С.А. К вопросу об эффективности системы управления природными рекреационными территориями // Туризм в горных регионах: путь к устойчивому развитию?: материалы Международной научно-практической конференции. (г. Майкоп, 14–16 мая 2003 г.). Майкоп: Качество, 2003. С. 112–117.
- Labintseva S.I., Shadzhe A.E., Trepet S.A. To a question of the effectiveness of the system of management of natural recreational territories // Turizm v gornyh regionah: put k ustoychivomu razvitiyu?: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (Maykop, 14–16 maya 2003 g.). Maykop: Kachestvo, 2003. P. 112–117 (in Russian).
16. Ефремов Ю.В., Шуляков Д.Ю. Климатические особенности Лагонакского нагорья // Вестник Краснодарского регионального отделения Русского географического общества: сборник научных трудов. Вып. 9. Краснодар: Платонов, 2017. С. 70–77.
- Efremov Yu.V., Shulyakov D.Yu. Climatic features of the Lagonaki plateau // Vestnik Krasnodarskogo regionalnogo otdeleniya Russkogo geograficheskogo obshchestva: sbornik nauchnykh trudov. Vyp. 9. Krasnodar: Platonov. 2017. P. 70–77 (in Russian).
17. Антипцева Ю.О., Павлова Е.М., Якимова А.С. Перспективы функционирования особо охраняемых природных территорий Краснодарского края в связи с изменениями природоохранного законодательства // Курортно-рекреационный комплекс в системе регионального развития: инновационные подходы: материалы II Международной научно-практической конференции (пос. Небуг, 24–25 апреля, 2014 г.). Краснодар: Изд-во КубГУ, 2014. С. 9–11.
- Antiptseva Yu.O., Pavlova E.M., Yakimova A.S. Prospects for the functioning of protected natural territories of the Krasnodar region in connection with changes in environmental legislation // Kurortno-rekreatsionnyy kompleks v sisteme regionalnogo razvitiya: materialy II Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (Nebug, 24–25 aprelya 2014 g.). Krasnodar: Izd-vo KubGU, 2014. P. 9–11 (in Russian).
18. Антипцева Ю.О. Специфика ведения рекреационной деятельности в пределах особо охраняемых природных территорий // Инновационные технологии для устойчивого развития горных территорий: сборник материалов VII Международной научно-практической конференции (г. Владикавказ, 14–16 сентября 2010 г.). Владикавказ: Терек, 2010. С. 479–481.
- Antiptseva Yu.O. Specificity of recreational activities within the protected natural territories // Innovatsionnye tehnologii dlya ustoychivogo razvitiya gornikh territoriy: sbornik materialov VII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (Vladikavkaz, 14–16 sentyabrya 2010 g.). Vladikavkaz: Terek, 2010. P. 479–481 (in Russian).
19. Лозовой С.П. Карстовые ландшафты – аргумент создания Мезмайского природного парка // Географические исследования Краснодарского края: сборник научных трудов. Вып. 6. Краснодар: Изд-во КубГУ, 2011. С. 21–31.
- Lozovoy S.P. Karst landscapes – an argument for the creation of the Mezmay natural park // Geograficheskiye issledovaniya Krasnodarskogo kraiya: sbornik nauchnykh trudov. Vyp. 6. Krasnodar: Izd-vo KubGU, 2011. P. 21–31 (in Russian).
20. Лозовой С.П. Абиотическая основа охраняемых ландшафтов заказника Камышанова Поляна // География: история, современность, перспективы. К 90-летию юбилею Г.С. Гужина: сборник трудов. Краснодар: Изд-во КубГУ, 2012. С. 250–263.
- Lozovoy S.P. Abiotic basis of protected landscapes of the reserve Kamyshanova Polyana // Geografia: istoriya, sovremennost, perspektivy. K 90-letnemu iubilciu G.S. Guzhina: sbornik trudov. Krasnodar: Izd-vo KubGU, 2012. P. 250–263 (in Russian).

УДК 911.3:314.8(470.341)

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ
НАСЕЛЕНИЯ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ****Аракчеева О.В., Кривдина И.Ю.***ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный педагогический университет
имени Козьмы Минина», Нижний Новгород, e-mail: o.v.arakcheeva@rambler.ru*

В статье обоснована актуальность исследований в области изучения демографического потенциала населения как основы социального и экономического развития Нижегородской области и в целом России. Изменение численности населения страны и отдельных регионов зависит как от демографических, так и от миграционных процессов. Демографические процессы имеют много аспектов и обусловлены множеством факторов. К наиболее важным факторам можно отнести биологические, демографические, экономические, социальные, духовно-нравственные и политические. Анализ изложенных факторов демографических процессов на основе статистических материалов выявил общую тенденцию к снижению численности населения страны и Нижегородской области. Динамика численности населения России имеет более выраженный волнообразный характер. Волны повышения численности населения связаны преимущественно с активными миграционными процессами в различные исторические периоды развития страны. В Нижегородской области снижение численности населения и отсутствие резких подъемов увеличения обусловлено более критическими демографическими потерями. Миграционный приток, несмотря на такую же масштабность, как в целом по России, не компенсирует естественную убыль населения в регионе. В статье приводится анализ некоторых ведущих факторов, определяющих численность населения Нижегородской области: миграционных процессов, естественного движения населения, брачности, разводимости, суммарного коэффициента рождаемости, количества аборт, ожидаемой продолжительности жизни, показателей уровня жизни населения региона. Тенденция сокращения населения Нижегородской области требует изменений социально-экономической стратегии региона и государства, которые обеспечат снижение смертности, повышение рождаемости за счет эффективных программ поддержки материнства, детства и семьи, и миграционной политики.

Ключевые слова: численность населения Нижегородской области, демографические процессы, естественная убыль населения, миграционные процессы, демографические факторы, социально-экономические факторы

**CURRENT TRENDS IN THE POPULATION DYNAMICS
OF THE NIZHNY NOVGOROD REGION****Arakcheeva O.V., Krivdina I.Yu.***Nizhny Novgorod State Pedagogical University named after Kozma Minin,
Nizhny Novgorod, e-mail: o.v.arakcheeva@rambler.ru*

The article substantiates the relevance of research in the field of studying the demographic potential of the population as the basis of social and economic development of the Nizhny Novgorod region and Russia as a whole. Population change depends on both demographic processes and migration processes. Demographic processes are determined by a variety of factors: biological, demographic, economic, social, spiritual, moral, and political. The analysis of the above factors of demographic processes revealed a General trend towards a decrease in the population of the country and the Nizhny Novgorod region. The dynamics of the Russian population has a more pronounced wave-like character. The increase in the population is mainly due to active migration processes in various historical periods of the country's development. In the Nizhny Novgorod region, the decline in the population and the absence of sharp increases are due to more critical demographic losses. The migration influx does not compensate for the natural decline of the population in the region. The article analyzes some of the leading factors that determine the population of the Nizhny Novgorod region: migration processes, natural population movement, marriage, divorce, total birth rate, number of abortions, life expectancy, indicators of the standard of living of the population of the region. The downward trend in the population of the Nizhny Novgorod region requires changes in the socio-economic strategy of the region and the state, which will reduce mortality, increase fertility through effective programs to support mothers, children and families, and migration policy.

Keywords: population of the Nizhny Novgorod region, demographic processes, natural population decline, migration processes, demographic factors, socio-economic factors

Проблема демографического потенциала нации, увеличения населения России, укрепления его здоровья и улучшения благополучия имеет первостепенное значение для экономического развития страны. В условиях современного демографического кризиса, по мнению В.А. Ионцева, Россия в XXI в. может рассчитывать только на некую экономическую стабилизацию [1].

Современное демографическое развитие России основано на многовековом историческом опыте страны, а также на тенденциях информационного постиндустриального этапа мировых цивилизаций. Демографические процессы в России имеют много аспектов и обусловлены изменениями в репродуктивном, брачном и семейном поведении населения.

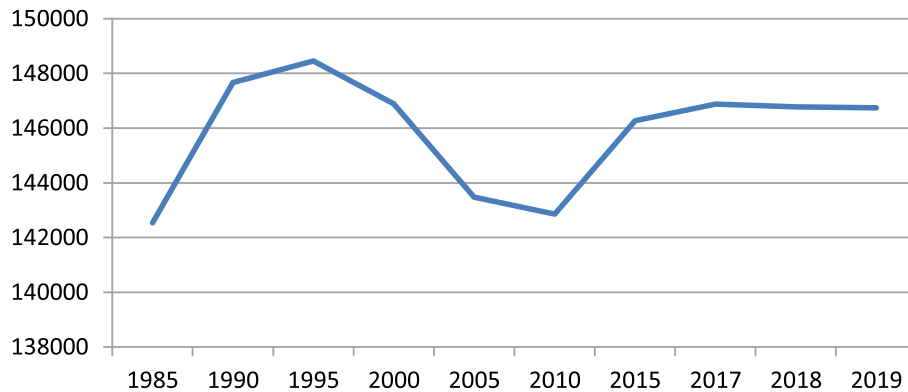


Рис. 1. Динамика численности населения России, тыс. чел.

Современная тенденция развития демографической ситуации обусловлена многоаспектными факторами, среди которых ученые, специалисты в области экономической географии, выделяют следующие:

- 1) биологические факторы (состояние репродуктивных способностей);
- 2) демографические факторы (репродуктивное поведение, состояние в браке, продолжительность жизни, здоровый образ жизни);
- 3) экономические факторы (уровень жизни, доходы населения, занятость населения, условия труда, обеспеченность жильем);
- 4) социальные факторы (уровень развития и качества здравоохранения и образования);
- 5) духовно-нравственные факторы (религия, прерывание беременности);
- 6) политические факторы (национальная безопасность) [1].

Материалы и методы исследования

Анализ показателей общей численности населения в России выявил волнообразный характер изменений (рис. 1). После распада СССР страна приняла многочисленный поток мигрантов из бывших союзных республик, что обусловило рост численности населения. В период с 1995 по 2014 г., когда миграция населения снизилась, обнажились демографические потери, связанные с низкими показателями рождаемости [2]. Увеличение численности населения России после 2014 г. связано с территориальными изменениями страны, а именно с присоединением Крыма. Тогда население страны увеличилось более чем на 3 миллиона жителей. В настоящее время вновь наметилась тенденция к снижению численности населения, связанная с суженным типом воспроизводства. Можно сделать вывод о том,

что на фоне общей естественной убыли населения волнообразное увеличение численности населения идет только за счет миграционных процессов. Эти общероссийские тенденции в условиях демографического кризиса специфически проявляются в разных регионах России.

В Нижегородской области в сравнении с общероссийскими показателями мы наблюдаем плавное снижение численности населения [3], о чем свидетельствует рис. 2. Отсутствие резких подъемов увеличения численности населения обусловлено более критическими демографическими потерями. Миграционный приток, несмотря на такую же масштабность, как в целом по России, не компенсирует естественную убыль населения в регионе (рис. 3). Тенденция сокращения населения характерна как для городов и поселков городского типа, так и для сельской местности [4–5]. Если в городах естественная убыль еще как-то компенсируется миграционным приростом, то для сельской местности эти процессы не характерны. Поэтому в целом определяющими факторами уменьшения населения в Нижегородской области являются демографические процессы.

К началу XXI в. демографическая ситуация в Нижегородской области остается крайне неблагоприятной, о чем свидетельствуют показатели рождаемости. Так, самые низкие показатели рождаемости в регионе составили 7,7‰ в 2000 г. (рис. 4). Провал рождаемости и рост смертности в 1990-х гг. обусловлены снижением уровня и качества жизни, экономическим кризисом 1998 г. и политической нестабильностью [6]. В результате таких низких показателей рождаемости естественный прирост с конца 1990-х гг. не достигает положительных значений. Однако с 2005 г., благодаря систем-

ной поддержке государства в реализации национальных проектов «Демография» и «Здоровье» и других, происходит сокращение дистанции между показателями рождаемости и смертности [7–8]. С 2015 г. вновь намечилось увеличение естественной

убыли населения в Нижегородском регионе. Это обусловлено сокращением рождаемости за счет малочисленного поколения, вступившего в репродуктивный возраст, которое стало отголоском низкой рождаемости в области в 1990-х гг.

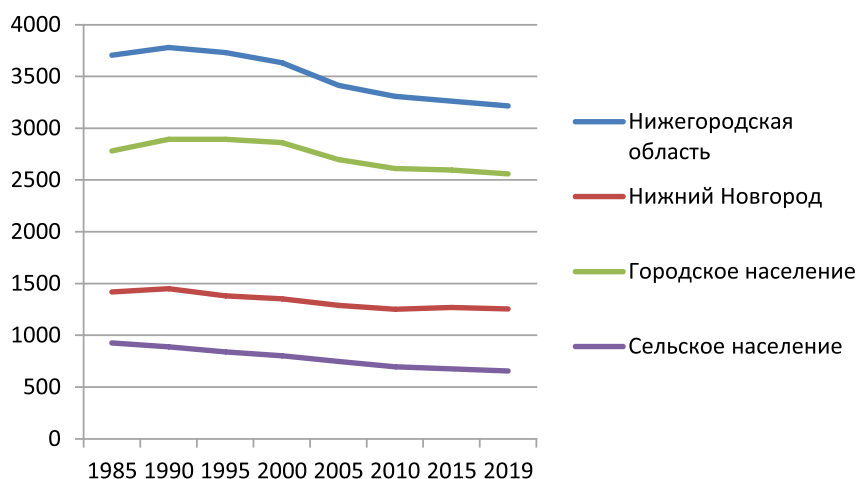


Рис. 2. Динамика численности населения Нижегородской области, тыс. чел.

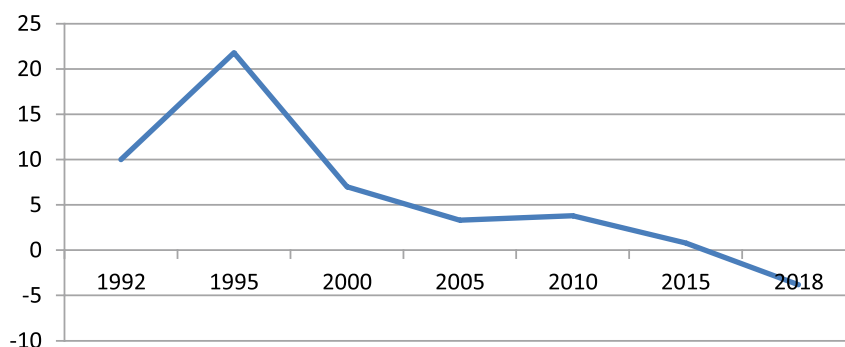


Рис. 3. Миграционный прирост населения Нижегородской области, тыс. чел.

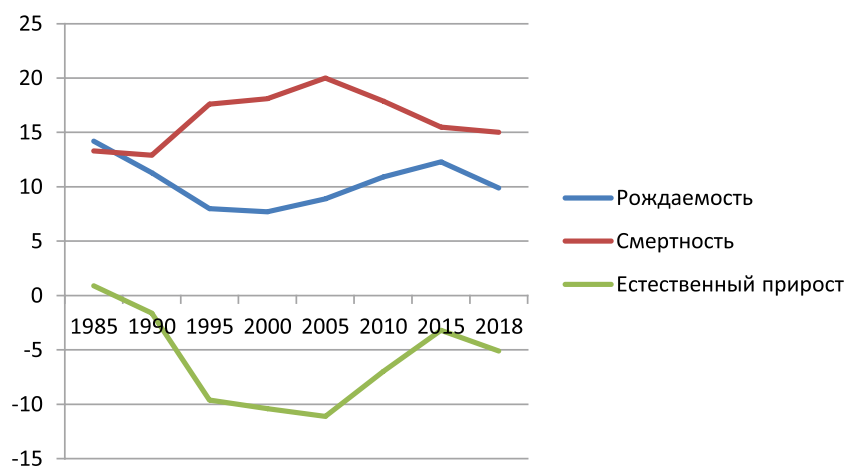


Рис. 4. Естественное движение населения Нижегородской области, ‰

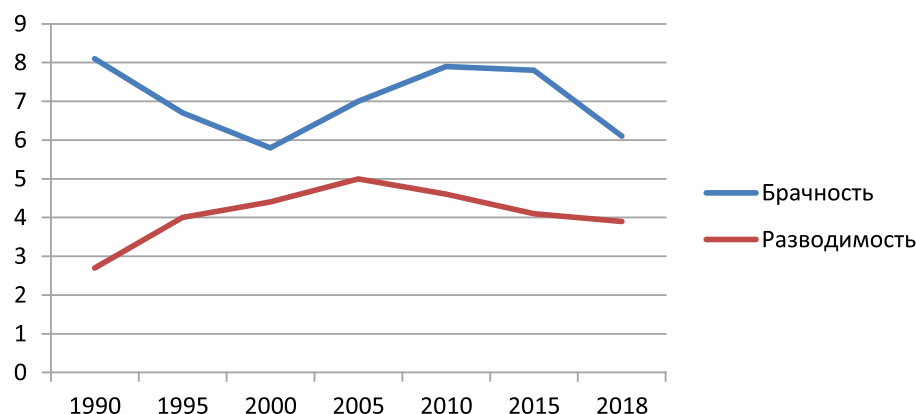


Рис. 5. Общие коэффициенты брачности и разводимости, ‰

Кроме того, на сложившуюся демографическую ситуацию повлияли и субъективные факторы, в том числе принятие каждой женщиной личного решения о материнстве в сложившейся материальной ситуации. Это еще раз подтверждает показатель суммарного коэффициента рождаемости в Нижегородской области, который традиционно имеет низкие значения. Например, в 1960-х гг. он соответствовал значению 1,5, тогда как в целом по стране – 2,5. На современном этапе общероссийский показатель суммарного коэффициента рождаемости снизился до 1,5 в 2018 г., а в Нижегородской области остался практически на прежнем уровне – 1,4.

Одним из важных объективных демографических факторов, определяющих репродуктивное поведение женщины и суммарный коэффициент рождаемости, является состояние в браке. Последнее десятилетие прошлого века характеризуется снижением официально зарегистрированных браков, что обусловлено не только экономическими причинами, но и появлением все большего числа отношений в гражданских браках (рис. 5). Такое брачное состояние не дает женщине как будущей матери уверенности в завтрашнем дне и ведет к откладыванию рождения детей, что ведет к сокращению продолжительности фертильного периода и, как следствие, к снижению рождаемости. Нужно отметить, что в данный период наблюдается и увеличение разводимости, которая также влияет на снижение рождаемости. Увеличение брачности с 2000-х гг. можно объяснить началом экономической стабилизации, а последующее снижение – опять же вступлением в репродуктивный возраст малочисленного поколения.

Результаты исследования и их обсуждение

В настоящее время молодые люди более ответственно подходят к репродуктивному поведению и планированию семьи, что тоже влияет на снижение рождаемости. Как видно из табл. 1, происходит снижение общего количества аборт в России, за последнее десятилетие оно уменьшилось почти в 3 раза. Такая же тенденция прослеживается и в Нижегородской области: количество аборт на 1000 женщин фертильного возраста снизилось с 32,3 до 13,0, т.е. почти в 2,5 раза [9]. Динамику осознанного репродуктивного поведения населения подтверждает и тот факт, что на 100 родов в 2005 г. приходилось 99,3 аборт, а уже в 2018 г. этот показатель снизился до 31,1.

Еще одним немаловажным демографическим фактором, влияющим на численность населения, является ожидаемая продолжительность жизни. Для России в начале XXI в. характерна крайне низкая продолжительность жизни населения (табл. 2). Потери продолжительности жизни российского населения определялись сравнительно низким уровнем экономического развития и недостаточной нацеленностью экономического развития на решение социальных проблем. В настоящее время общероссийский показатель продолжительности жизни увеличился с 65,37 до 72,91, т.е. на 7 лет, в Нижегородской области он вырос с 63,42 до 71,69, т.е. на 8 лет. Однако продолжительность жизни населения Нижегородского региона ниже, чем в среднем по России. Такая тенденция сохраняется на протяжении нескольких десятилетий. Наблюдается увеличение продолжительности жизни как у мужчин, так и у женщин.

В период с 2005 по 2018 г. этот показатель увеличился у мужчин на 9,59 лет, а у женщин – на 5,58. Нужно отметить, что если разница в показателях продолжительности жизни у мужчин и женщин составляла 15 лет, то в 2018 г. она сократилась до 11 лет.

Оценивая экономические факторы, влияющие на численность населения, необходимо уделить внимание доходам жителей как одному из ведущих показателей уровня жизни. Основную часть денежных доходов населения Нижегородской области составляют оплата труда, социальные выплаты и прочие денежные поступления (табл. 3). В период с 2005 по 2018 г. в структуре денежных доходов увеличиваются доли социальных выплат и оплаты труда, на 3,2 и 11,6% соответственно. В то же время уменьшается доля доходов от предпринимательской деятельности на 6,7%.

Стоит отметить, что в период с 2005 по 2015 г. при росте среднедушевых денежных доходов в 5 раз и среднемесячной но-

минальной начисленной заработной платы в 4 раза (табл. 4) мы наблюдаем увеличение рождаемости на 3‰. Однако это явление нельзя рассматривать как закономерность, так как выбран небольшой временной отрезок, по которому нельзя судить о долгосрочных тенденциях. Немаловажным фактом является снижение численности населения с денежными доходами ниже прожиточного минимума, что впоследствии также может оказать влияние на увеличение рождаемости.

Однако, на наш взгляд, на сегодняшний день остается актуальным высказывание Л.Л. Рыбаковского о том, что «расширенное воспроизводство населения в современных условиях невозможно по определению. Маловероятно и простое воспроизводство, один из вариантов которого предполагает, что все семьи должны иметь по 2–3 ребенка, причем примерное соотношение между ними составляет 80 и 20%. Если такая пропорция невозможна, то естественная убыль рано или поздно станет правилом» [10].

Таблица 1

Количество аборт в России и Нижегородской области [2–3]

Годы	Общее абсолютное число в России	На 1000 женщин фертильного возраста		На 100 родившихся живыми и мертвыми	
		Россия	Нижегородская область	Россия	Нижегородская область
2005	1 501 594	38,2	32,3	105,4	99,3
2010	1 054 820	28,2	22,8	59,7	54,0
2015	746 736	21,0	17,4	38,9	34,5
2018	567 183	14,7	13,0	35,7	31,1

Таблица 2

Ожидаемая продолжительность жизни, лет [2–3]

Годы	Российская Федерация	Нижегородская область		
		общая	мужчины	женщины
2005	65,37	63,42	56,42	71,45
2010	68,94	67,01	60,52	73,79
2015	71,39	70,17	64,05	76,14
2018	72,91	71,69	66,01	77,03

Таблица 3

Структура денежных доходов населения Нижегородской области (в % от общего объема денежных доходов) [3]

Показатели	2005	2010	2015	2018
Доходы от предпринимательской деятельности	11,2	6,4	4,7	4,5
Оплата труда	46,3	40,2	50,0	57,9
Социальные выплаты	16,8	20,4	18,7	20,0
Доходы от собственности	5,4	4,4	3,4	5,4
Прочие денежные поступления	20,3	28,6	23,2	12,2

Таблица 4

Уровень жизни населения Нижегородской области [3]

Показатели	2005	2010	2015	2018
Среднедушевые денежные доходы в месяц, рублей	6057	16477	30003	31408
Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников организаций, рублей	6533	16328	26481	32949
Численность населения с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума (в % от общей численности населения субъекта)	17,5	12,3	9,9	9,5

Выводы

Таким образом, в современных условиях стабилизация социально-экономического положения Нижегородской области не приводит к увеличению численности населения. Демографические факторы имеют большое значение в развитии населенческого комплекса, но определяющую роль в формировании численности населения будут играть внешние миграции.

Динамично сокращающееся население Нижегородской области и страны в целом является интегральным показателем, который требует коренного изменения социально-экономической стратегии региона и государства. Система государственных мер должна быть осуществлена за счет эффективных программ миграционной политики, а также программ поддержки материнства, детства и семьи, направленных на снижение смертности, повышение рождаемости.

Список литературы / References

1. Демографические перспективы России / Под ред. академика Г.В. Осипова и проф. С.В. Рязанцева. М.: Экон-Информ, 2008. 906 с.
2. Демографические перспективы России / Under the editorship of academician G.V. Osipov and professor S.V. Ryazantsev. M.: Ekon-inform, 2008. 906 p. (in Russian).
3. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2019: Р32 Стат. сб. / Росстат. М., 2019. 1204 с.
4. The Regions of Russia. Socio-economic indicators. 2019: P32 Stat. sat. / Rosstat. Moscow, 2019. 1204 p. (in Russian).
5. Краткий статистический сборник «Нижегородская область в цифрах. 2019». [Электронный ресурс]. URL: https://nizhstat.gks.ru/publication_collection/document/29431 (дата обращения: 24.03.2020).
6. Brief statistical collection «Nizhny Novgorod region in numbers. 2019». [Electronic resource]. URL: https://nizhstat.gks.ru/publication_collection/document/29431 (date of access: 24.03.2020).
7. Аракчеева О.В., Кривдина И.Ю. Особенности внешних миграционных процессов в России в период с 2007 по 2017 г. // Успехи современного естествознания. 2019. № 6. С. 34–39.

Arakcheeva O.V., Krivdina I.Yu. Features of external migration processes in Russia in the period from 2007 to 2017 // Success of modern natural science. 2019. no. 6. P. 34–39 (in Russian).

5. Аракчеева О.В., Кривдина И.Ю. Миграции населения Нижегородской области // Успехи современного естествознания. 2018. № 12–2. С. 339–344.

Arakcheeva O.V., Krivdina I.Yu. Migration of the population of the Nizhny Novgorod region // Progress of modern natural science. 2018. № 12–2. P. 339–344 (in Russian).

6. Вознесенская А.Г., Аракчеева О.В. Население Нижегородской области: динамика численности, естественное и механическое движение // Вестник Мининского университета. 2013. № 4 (4). С. 16. [Электронный ресурс]. URL: <https://vestnik.mininuniver.ru/jour/article/view/442> (дата обращения: 24.03.2020).

Voznesenskaya A.G., Arakcheeva O.V. The Population of Nizhny Novgorod region: dynamics, natural and mechanical movement // Vestnik of Minin University. 2013. № 4 (4). P. 16. [Electronic resource]. URL: <https://vestnik.mininuniver.ru/jour/article/view/442> (date of access: 24.03.2020).

7. Рыбаковский Л.Л., Кожевникова Н.И. Депопуляция в России, ее этапы и их особенности // Народонаселение. 2018. Т. 21. № 2. С. 4–17.

Rybakovsky L.L., Kozhevnikov N.I. Depopulation in Russia, its stages and their characteristics // Of the Population. 2018. T. 21. № 2. P. 4–17 (in Russian).

8. Локосов В.В., Рыбаковский Л.Л., Рыбаковский О.Л., Хасаев Г.Р. Результаты демографической политики и наступление депопуляции в России // Вестник Самарского государственного экономического университета. 2017. № 11. С. 40–48.

Lokosov V.V., Rybakovsky L.L., Rybakovsky O.L., Khasaev G.R. Results of demographic policy and the onset of depopulation in Russia // Bulletin of the Samara state University of Economics. 2017. № 11. P. 40–48 (in Russian).

9. Основные показатели здоровья матери и ребенка, деятельность службы охраны детства и родовспоможения в Российской Федерации. М., 2019. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rosminzdrav.ru/ministry/61/22/stranitsa-979/statisticheskie-i-informatsionnye-materialy/statisticheskiy-sbornik-2018-god> (дата обращения: 24.03.2020).

Main indicators of maternal and child health, activities of the child protection and maternity services in the Russian Federation. M., 2019. [Electronic resource]. URL: <https://www.rosminzdrav.ru/ministry/61/22/stranitsa-979/statisticheskie-i-informatsionnye-materialy/statisticheskiy-sbornik-2018-god> (date of access: 24.03.2020).

10. Рыбаковский Л.Л., Рязанцев С.В. Стратегия демографического развития России. М., 2007. 59 с.

Rybakovsky L.L., Ryazantsev S.V. The Strategy of demographic development of Russia. Moscow, 2007. 59 p. (in Russian).

УДК 504.45:575.224.46.044

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОЙ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ТЕСТ-СИСТЕМЫ СОИ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ВОДОТОКОВ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Быковская Н.В., Шишлова М.А., Шишлова Т.М.

Филиал ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет» (Школа педагогики),
Уссурийск, e-mail: shishlova1@rambler.ru

Тяжёлые металлы считаются в настоящее время одними из приоритетных загрязнителей окружающей среды. Опасным проявлением биологической активности тяжелых металлов по отношению к живым организмам является генотоксичность. Специальные тест-системы могут определить скрытое генетическое влияние загрязнителей. Данное исследование содержит информацию об изучении зависимости генотоксической (рекомбиногенной и мутагенной) активности пресной воды водотоков г. Уссурийска Приморского края от степени её загрязнения тяжёлыми металлами, а именно свинцом (Pb), кадмием (Cd), цинком (Zn), никелем (Ni) и медью (Cu). Для оценки рекомбинантной и мутагенной активности воды была использована тест-система «Соматический мозаицизм сои», которая характеризует уровень загрязнения водотоков генотоксикантами. Данная тест-система определяет цитогенетические нарушения, такие как соматический кроссинговер, хромосомные делеции, генные (точковые) мутации, анеуплоидию. Исследования показали, что тестируемая вода содержит генотоксиканты, так как индуцирует цитогенетические нарушения. Установлена цитогенетическая (рекомбиногенная и мутагенная) активность воды из водотоков г. Уссурийска осенью 2018 г. и мутагенная активность весной 2018 г. Повышенное содержание свинца (Pb) и кадмия (Cd) в пробах воды приводит к возникновению одиночных пятен у светло-зелёных растений сои *Glycine max* (L.) в несколько раз по сравнению с контролем. Частота появления пятен в весенних и осенних пробах превышала контроль в 2–4 раза. Выявлена цитогенетическая активность в пробах воды, взятых в центре города. Она связана, возможно, с уровнем её загрязнения тяжёлыми металлами, которые являются мутагенами.

Ключевые слова: биотестирование, тяжёлые металлы, цитогенетическая активность воды, генетическая тест-система «соматический мозаицизм сои»

USE OF A VEGETABLE GENETIC SOYA TEST SYSTEMS FOR EVALUATING THE STATE OF WATERWATERS OF URBANIZED TERRITORIES

Bykovskaya N.V., Shishlova M.A., Shishlova T.M.

Branch of The Far Eastern Federal University (School of pedagogy), Ussuriysk,
e-mail: shishlova1@rambler.ru

Heavy metals are currently considered one of the priority environmental pollutants. A dangerous manifestation of the biological activity of heavy metals in relation to living organisms is genotoxicity. Special test systems can detect the latent genetic effects of pollutants. This study contains information on the study of the dependence of the genotoxic (recombinogenic and mutagenic) activity of fresh water in streams of the city of Ussuriysk in the Primorsky Territory on the degree of its contamination with heavy metals, namely lead (Pb), cadmium (Cd), zinc (Zn), nickel (Ni) and copper (Cu). To assess the recombinant and mutagenic activity of water, the «Somatic mosaicism of the soybean» test-system was used, which characterizes the level of contamination of watercourses with genotoxins. This test-system determines cytogenetic disorders, such as somatic crossing over, chromosomal deletions, gene (point) mutations, aneuploidy. Studies have shown that the tested water contains genotoxins, as it induces cytogenetic disorders. The cytogenetic (recombinogenic and mutagenic) activity of water from the watercourses of Ussuriysk in the fall of 2018 and the mutagenic activity in the spring of 2018 were established. The increased content of lead (Pb) and cadmium (Cd) in the water samples leads to the appearance of single spots in light green soy plants *Glycine max* (L.) several times in comparison with the control. The frequency of spots in spring and autumn samples exceeded the control 2–4 times. Cytogenetic activity was detected in water samples taken in the city center. It is possibly associated with its level of contamination with heavy metals, which are mutagens.

Keywords: biotesting, heavy metals, cytogenetic water activity, genetic test-system «somatic mosaicism of the soybean»

Показателем качества окружающей среды является степень чистоты поверхностных вод. В условиях активной антропогенной деятельности острой проблемой становится загрязнение природных пресных вод тяжёлыми металлами, такими как свинец (Pb), кадмий (Cd), цинк (Zn), никель (Ni), медь (Cu). Они могут поступать в природные воды извне и накапливаться за счёт внутриводоемных процессов. В формировании химического состава природных вод

становится доминирующим антропогенный фактор [1].

Для городов с многопрофильной промышленностью (г. Уссурийск относится к такому типу) характерно наличие в окружающей среде целого ряда тяжёлых металлов, способных оказывать комплексное действие на живой организм, при котором наблюдается суммирование эффектов [2].

Определить концентрацию и токсическое влияние тяжёлых металлов несложно,

тогда как генетическое воздействие можно определить только при помощи тест-систем.

Целью работы стало проведение оценки рекомбиногенной и мутагенной активности речной воды водотоков урбанизированной территории от степени ее загрязнения тяжёлыми металлами (Pb, Cd, Zn, Ni, Cu) с использованием растительной генетической тест-системы сои *Glycine max* (L.).

Материалы и методы исследования

Районом работ выбраны основные водотоки г. Уссурийска (Приморский край) – реки Раковка, Комаровка, Раздольная, которые имеют преимущественно дождевое питание. Пункты отбора проб включали различные районы водотоков (рис. 1). Верховья рек – это самые чистые участки (п. № 1 – верховье р. Комаровка, п. № 3 – верховье р. Раковка). Места интенсивного воздействия предприятий города – п. № 2 и 4 на р. Комаровка и р. Раковка соответственно. На р. Раздольная выбраны два пункта: п. № 5 – до г. Уссурийска (район с. Борисовка, расположенный до вхождения водотока в город) и п. № 6 – после очистных сооружений канализации «Уссурийск-водоканал», район, который характеризует качество речных вод после воздействия города на водоток.

Отбор проб речной воды проходил в весенний и осенний периоды 2018 г. Определение концентраций тяжёлых металлов проходило методом атомно-абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией.

Генетическая тест-система «Соматический мозаицизм сои» использовалась для цитогенетического исследования проб речной воды. Эта тест-система характеризуется быстротой анализа, простотой выполнения и пригодна для тестирования наличия различных веществ, находящихся в виде растворов или эмульсий, в газообразном состоянии. Она применяется для учета соматических мутаций в листьях сои *Glycine max* (L.), которая гетерозиготна по гену хлорофилльной недостаточности – yellow₁₁ (локализованному в ядерной ДНК), что позволяет дифференцированно регистрировать сразу несколько цитогенетических нарушений, таких как генные мутации (прямые и обратные), индуцированный соматический (митотический) кроссинговер, анеуплоидию и хромосомные aberrации [3]. Прорастая, семена дают расщепление на три фенотипических и генотипических класса: светло-зеленые растения (Y₁₁Y₁₁), темно-зеленые растения (Y₁₁y₁₁), желтые растения (y₁₁y₁₁).

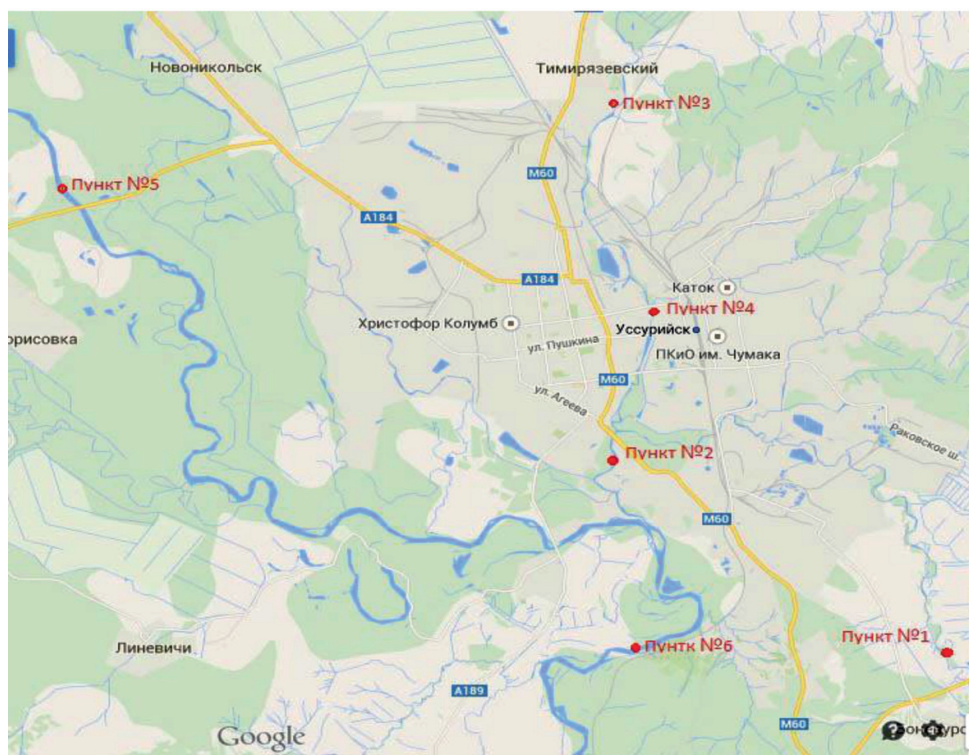


Рис. 1. Схема водотоков г. Уссурийска

Семена сои *Glycine max* (L.) замачивали в течение суток при комнатной температуре в пробах воды, собранных из пунктов № 1–6 водотоков г. Уссурийска, тогда как контрольные семена проходили обработку в дистиллированной воде. Далее семена высеивали, выращивали до раскрытия второго сложного листа. Учет пятен проводили на верхней поверхности двух простых листьев и первого сложного листа [4]. На светло-зеленых растениях образуются три типа пятен: темно-зеленые, желтые и двойные (одна половина пятна желтого, другая – темно-зеленого цвета), тогда как на темно-зеленых и желтых растениях появляются светло-зеленые пятна. Различные виды пятен свидетельствуют о различных типах генных нарушений. Комбинация пятен на листьях растений конкретных генотипов позволяет установить возможный механизм цитогенетических нарушений.

Результаты исследования и их обсуждение

При обсуждении результатов исследования использовали значения предельно до-

пустимых концентраций (ПДК) для водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения [5]. Результаты химического анализа проб речной воды на содержание свинца (Pb), кадмия (Cd), цинка (Zn), никеля (Ni) и меди (Cu) представлены в табл. 1.

Исследование показало, что весенние пробы воды из п. № 1 (верховье р. Комаровки) и весенние пробы воды из п. № 3 (верховье р. Раковки) и из п. № 1 (верховье р. Комаровки), собранные осенью 2018 г., характеризуются самой низкой концентрацией контролируемых металлов.

Речная вода из пунктов, расположенных в центре города (п. № 2, п. № 4), содержала высокие концентрации свинца (Pb), кадмия (Cd), цинка (Zn), никеля (Ni), меди (Cu) в весенних и осенних пробах.

Осенью ($0,0379 \pm 0,0011$ мг/л) и весной ($0,0620 \pm 0,0112$ мг/л) 2018 г. в пробе из п. № 4 зафиксировано значительное увеличение содержания никеля. Осенние пробы воды из пунктов № 2, 3, 5, 6 содержали повышенные концентрации никеля по сравнению с весенними значениями (табл. 1).

Таблица 1

Концентрация металлов в речной воде водотоков г. Уссурийска (мг/л), n = 6

ПДК, мг/л № пункта	Zn	Cu	Ni	Cd	Pb
	1,0	0,1	0,1	0,01	0,1
Весна, 2018 г.					
1	$\frac{0,0092}{0,003}$	$\frac{0,0012}{0,0005}$	$\frac{0,0012}{0,0004}$	$\frac{0,000047}{0,00002}$	$\frac{0,00200}{0,0011}$
2	$\frac{0,0209}{0,007}$	$\frac{0,0029}{0,0008}$	$\frac{0,0167}{0,0050}$	$\frac{0,000239}{0,00008}$	$\frac{0,00418}{0,0015}$
3	$\frac{0,0159}{0,006}$	$\frac{0,0017}{0,0007}$	$\frac{0,0116}{0,0035}$	$\frac{0,000149}{0,00005}$	$\frac{0,00287}{0,0010}$
4	$\frac{0,0212}{0,007}$	$\frac{0,0031}{0,0012}$	$\frac{0,0379}{0,0011}$	$\frac{0,000212}{0,00007}$	$\frac{0,00346}{0,0012}$
5	$\frac{0,0201}{0,007}$	$\frac{0,0022}{0,0009}$	$\frac{0,0021}{0,0003}$	$\frac{0,000100}{0,00004}$	$\frac{0,00152}{0,0005}$
6	$\frac{0,0176}{0,006}$	$\frac{0,0026}{0,0010}$	$\frac{0,0021}{0,0006}$	$\frac{0,000094}{0,00003}$	$\frac{0,00144}{0,0005}$
Осень, 2018 г.					
1	$\frac{0,0098}{0,003}$	$\frac{0,0007}{0,0003}$	$\frac{0,0011}{0,0002}$	$\frac{0,000030}{0,00001}$	$\frac{0,00135}{0,0005}$
2	$\frac{0,0108}{0,004}$	$\frac{0,0027}{0,0011}$	$\frac{0,0252}{0,0008}$	$\frac{0,000200}{0,00003}$	$\frac{0,00315}{0,0002}$
3	$\frac{0,0111}{0,004}$	$\frac{0,0010}{0,0006}$	$\frac{0,0021}{0,0006}$	$\frac{0,000120}{0,00003}$	$\frac{0,00250}{0,0002}$
4	$\frac{0,0144}{0,005}$	$\frac{0,0022}{0,0009}$	$\frac{0,0620}{0,0112}$	$\frac{0,000200}{0,00010}$	$\frac{0,00278}{0,0002}$
5	$\frac{0,0080}{0,003}$	$\frac{0,0014}{0,0006}$	$\frac{0,0024}{0,0007}$	$\frac{0,000100}{0,00010}$	$\frac{0,00140}{0,0002}$
6	$\frac{0,0117}{0,004}$	$\frac{0,0012}{0,0005}$	$\frac{0,0025}{0,0008}$	$\frac{0,000070}{0,00003}$	$\frac{0,00130}{0,0002}$

Примечание: в числителе – среднее значение, в знаменателе – отклонение от среднего значения.

Пробы воды, взятые из п. № 1 (верховье р. Комаровки) и из п. № 3 (верховье р. Раковки) весной 2018 г., а также из п. № 1 (верховье р. Комаровки) осенью 2018 г., не обладали цитогенетической активностью (табл. 2, рис. 2).



Рис. 2. Расщепление по фенотипу

Весенние пробы воды из п. № 4 и осенние пробы из п. № 2, 3 и 5 вызывают увеличение частоты прямых мутаций в 2–3 раза, а пробы воды из пунктов № 4 и 6 – в 3,1–

3,7 раза по сравнению с контролем, что фенотипически проявлялось в виде светло-зелёных пятен у тёмно-зелёных растений сои [6].

Частота обратных мутаций, которая увеличивается под действием веществ, содержащихся в пробах воды из п. № 4. Фенотипически это проявляется в виде светло-зелёных пятен на листьях жёлтых растений. Были выявлены пятна без чётких границ у жёлтых растений, что объясняет их связь с изменениями хлоропластной ДНК (рис. 2).

Двойные пятна на листьях гетерозиготных светло-зелёных растений сои *Glycine max* (L.) являются показателем соматического кроссинговера. Была установлена индукция двойных пятен у светло-зелёных растений пробами воды, взятыми из пунктов № 2, 4, 5 осенью 2018 г.

Отметим, что осенние пробы воды, взятые из п. № 4, индуцировали все типы пятен у светло-зелёных растений гетерозиготной сои, вызывая трёхкратную индукцию одиночных пятен. Таким образом, эти пробы воды проявляют весь регистрируемый спектр нарушений (соматический кроссинговер, генные, хромосомные и геномные мутации) [7].

Таблица 2

Индукция соматического мозаицизма на листьях сои *Glycine max* (L.)

№ пункта	Эффект появления пятен					Механизм
	Y _{II} y _{II}			Y _{II} Y _{II}	y _{II} y _{II}	
	тёмно-зелёные пятна	жёлтые пятна	двойные пятна	светло-зелёные пятна	светло-зелёные пятна	
Весна, 2018 г.						
1	—	—	—	—	—	—
2	—	±	—	±	—	ТМ, АП, ХА
3	—	—	—	—	—	
4	±	±	—	—	—	АП, ХА
5	—	±	—	—	—	ХА, АП
6	—	±	—	—	—	ХА, АП
Осень, 2018 г.						
1	—	—	—	—	—	—
2	±	±	±	±	—	СК, ХА, АП, ТМ
3	±	±	—	±	—	ТМ, АП
4	+	+	±	±	±	СК, ХА, АП, ТМ, хл. ДНК
5	±	±	+	—	—	СК, АП, ХА
6	+	±	—	±	—	ТМ, АП

Примечание:

«+» – индукция более чем трёхкратная;

«±» – индукция слабая (двух-трёхкратная);

«–» – не наблюдается эффект;

АП – проявляется анеуплоидия;

СК – наблюдается соматический кроссинговер;

ТМ – проявляются точковые мутации;

ХА – наблюдаются хромосомные aberrации;

хл. ДНК – выявляются изменения в хлоропластной ДНК.

Осенние пробы воды, взятые из п. № 2, индуцировали все типы пятен, исключая светло-зелёные пятна у жёлтых растений. Были выявлены двойные пятна у светло-зелёных растений, которые доказывают возникновение соматического кроссинговера и одиночные пятна у светло-зелёных растений, которые могут возникать в результате соматического кроссинговера, хромосомных аберраций, геномных мутаций (анеуплоидии) и генных (точковых) мутаций (табл. 2). Предполагаемые механизмы подтверждаются также наличием светло-зелёных пятен у тёмно-зелёных растений сои.

Выводы

В результате цитогенетического исследования установлена мутагенная и рекомбиногенная активность воды из пунктов № 2, 4, 5, взятой в осенний период, и мутагенная активность из п. № 6. Слабая мутагенная активность речной воды наблюдалась в весенних пробах из пунктов № 2, 4, 5, а также в осенней пробе из № 3.

Частота появления пятен у растений сои, обработанных весенними пробами воды, превышала контроль в 2–3 раза, тогда как осенними пробами – в 2–4 раза.

В пунктах № 2 и 4 (в центре города) установлена цитогенетическая активность речной воды, связанная с локальным загрязнением рек тяжёлыми металлами, так как большинство из них являются мутагенами. Даже на уровне одной ПДК меди, никеля, цинка показали слабое мутагенное и рекомбиногенное действие на тест-системе сои *Glycine max* (L.). Таким образом, тестируемая вода рек урбанизированной территории, которая содержит генотоксиканты (тяжёлые металлы), индуцирует цитогенетические нарушения у растений гетерозиготной сои.

Список литературы

1. Хоменушко Т.И., Русак С.Н., Куриленко М.И. Оценка содержания тяжёлых металлов в поверхностных водах малых водных объектов севера России // Вода: химия и экология. 2019. № 1–2 (118). С. 9–14.
2. Khomenushko T.I., Rusak S.N., Kurilenko M.I. Assessment of heavy metals content in surface waters of small water bodies of northern Russia // Water: chemistry and ecology. 2019. № 1–2 (118). P. 9–14 (in Russian).
3. Быковская Н.В., Шишлова Т.М., Шишлова М.А. Цитогенетическая активность речной воды водотоков г. Уссурийска (Приморский край) // Проблемы региональной экологии. 2015. № 2. С. 107–110.
4. Bykovskaya N.V., Shishlova T.M., Shishlova M.A. Cytogenetic activity of river water of watercourses of Ussuriisk (Primorsky Territory) // Problems of regional ecology. 2015. № 2. P. 107–110 (in Russian).
5. Vig B.K. Soybean (*Glycine max* (L.) merill) as a short-term assay for study of environmental mutagens: A report of the U. S. Environmental Protection Agency Gene-Tox Program // Mutation Research. 1982. V. 99. P. 339–347.
6. Реутова Н.В. Мутагенный потенциал ряда тяжёлых металлов // Экологическая генетика. 2015. Т. 13. № 3. С. 70–75.
7. Reutova N.V. Mutagenic potential of a number of heavy metals // Ecological genetics. 2015. V. 13. № 3. P. 70–75 (in Russian).
8. Гигиенические требования к охране поверхностных вод: СанПиН 2.1.5.980-2000. – Введ. 01.01.2001. М.: Стандартинформ. 2001. 18 с.
9. Hygienic requirements for surface water protection: SanPiN 2.1.5.980-2000. 01.01.2001. M.: Standartinform. 2001. 18 p. (in Russian).
10. Биттуева М.М. Оценка эффективности растительного теста по учёту соматических мутаций в листьях сои *Glycine max* (L.) merill // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 6. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=25810> (дата обращения: 20.03.2020).
11. Bittueva M.M. Evaluation of the effectiveness of a plant test taking into account somatic mutations in soybean leaves *Glycine max* (L.) merill // Modern problems of science and education. 2016. № 6. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=25810> (дата обращения: 20.03.2020) (in Russian).
12. Реутова Н.В. Исследование мутагенного потенциала тяжёлых металлов с использованием сои (*Glycine max* (L.) merill) линии T219 // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2012. № 2 (46). С. 140–144.
13. Reutova N.V. Study of the mutagenic potential of heavy metals using soybean (*Glycine max* (L.) merill) line T219 // News of Kabardino-Balkan Scientific Center of RAS. 2012. № 2 (46). P. 140–144 (in Russian).

УДК 550.42:552.11(571.63)

**ЛАНТАНОИДНЫЙ ТЕТРАДНЫЙ ЭФФЕКТ ФРАКЦИОНИРОВАНИЯ
РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ПРИМЕРЕ
ЮЖНО-ЯКУТИНСКОЙ ВУЛКАНО-ТЕКТОНИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ
(ПРИМОРЬЕ, ДАЛЬНИЙ ВОСТОК РОССИИ)****Гребенникова А.А., Кузьмина Т.В.***Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, Владивосток,
e-mail: anylotina@mail.ru*

Выявление тетрад-эффекта в магматических образованиях, несомненно, имеет ряд петрологических следствий, поскольку он связан с характерными аномальными параметрами флюидного режима в магматических системах, обогащенных летучими компонентами, в первую очередь F, H, B, CO, P и Cl. Воздействие высокотемпературных флюидов на однородный гранитоидный расплав вызывает его гетерогенизацию и образование флюидонасыщенных расплавов, что приводит к перераспределению лантаноидов между несмешиваемыми жидкими фазами магмы и появлению тетрад-эффектов. «Тетрадный эффект» в различных геологических образованиях является одним из показателей рудогенерирующей способности магматических сред, поскольку, в частности, фторкомплексы служат важными переносчиками ряда рудообразующих элементов при формировании рудных гидротермальных месторождений – Sn, W, Mo, Be, Ta, Nb, Li и Pz. Палеоценовые породы Южно-Якутинской вулcano-тектонической структуры (ВТС) Сихотэ-Алиня сложены кремнекислыми экструзивно-лавовыми и пирокластическими образованиями. Широкое развитие игнимбри-тов, развитие флюидалных и сферолитовых текстур в вулканических породах, наличие газовых полостей и миароловых пустот в лавах и сферолоидах свидетельствуют о насыщенности летучими компонентами исходных магм. Все это указывает на аномальные параметры флюидного режима в магматических расплавах. Следует отметить, что на прилегающих к ВТС площадях локализованы золото-серебряные и бериллиевые с флюоритом рудопоявления, а в пределах вулканитов самой ВТС отмечается повсеместная флюоритовая минерализация. В данной работе рассматривается наличие тетрад-эффекта в породах Южно-Якутинской ВТС как следствие флюидизации первичных магматических расплавов. Наиболее дифференцированные высокремнеземистые породы характеризуются самыми значимыми величинами тетрадного эффекта, в то время как в «низкремнеземистых» величины TE_{1-3} менее выражены, но представляют собой наиболее F-обогащенные породы. Умеренные концентрации F в рассматриваемых риолитах не характеризуют его истинное начальное содержание. Фтор на поздней стадии перераспределяется исключительно во флюидную фазу, обедняя расплав по мере снижения температуры и концентрирования F в кристаллизующихся фторсодержащих минералах, что подтверждают экспериментальные исследования.

Ключевые слова: Южно-Якутинская ВТС, лантаноидный тетрадный эффект, риолиты, палеоцен, Сихотэ-Алинь**LANTHANIDE TETRAD EFFECT FRACTIONATION OF RARE EARTH ELEMENTS
AS EXEMPLIFIED BY THE SOUTH YAKUT VOLCANIC DEPRESSION
(PRIMORYE, RUSSIAN FAR EAST)****Grebennikova A.A., Kuzmina T.V.***Far East Geological Institute FEB RAS, Vladivostok, e-mail: anylotina@mail.ru*

Undoubtedly the detection of the tetrad effect in magmatic formations has a number of petrological consequences, since it is associated with the characteristic anomalous parameters of the fluid regime in the magmatic systems enriched with both the volatile components, and, first of all, with F, H, B, CO, P, and Cl. The effect of high-temperature fluids on a homogeneous granitoid melt causes the heterogenization of the last one and the formation of fluid-saturated melts, which leads to the redistribution of lanthanides between the immiscible liquid phases of granitoid magma being accompanied by the tetrad effect. The «tetrad effect» in various geological formations is one of the indicators of the ore-parent capacity of magmatic media, since in particular fluorocomplexes are important carriers (or hosts) of a number of ore-forming elements during the formation of ore hydrothermal deposits of tin, tungsten, molybdenum, beryllium, tantalum, niobium, lithium, and rare earth elements. Paleocene rocks of the South Yakut volcanic depression of Sikhote-Alin (Primorye) are composed of silicic acid extrusion-lava and pyroclastic formations. The widespread occurrences of pyroclastic formations, the formation of the fluid and spherulitic textures in volcanic rocks, the presence of gas cavities and miarolitic voids in lavas and spheruloids are the evidences of the saturation of the source magmas with volatile components. All this indicates abnormal parameters of the fluid regime in ignimbrite-forming melts. It should be noted that gold-silver and beryllium ore deposits with fluorite are localized in the areas adjacent to the volcanic depression, and the widespread fluorite mineralization is observed within the boundaries of the volcanites occurring on the territory of the volcanic depression. In this paper the presence of the tetrad effect in rocks of the South Yakut volcanic depression is considered to be caused by fluidization of primary magmatic melts. The most differentiated high-silica rocks are characterized by the most significant values of the tetrad effect. At the same time the «low-silica» ones demonstrate less remarkable values of TE_{1-3} , being enriched with F to the higher degree. Moderate concentrations of F in the studied rhyolites do not characterize the genuine initial content of this element. At the last stage, fluorine is redistributed exclusively into the fluid phase, depleting the melt as the temperature decreases and F is concentrated in crystallizing fluorine-containing minerals, which is confirmed by the experimental studies.

Keywords: South Yakut volcanic depression, lanthanide tetrad effect, rhyolites, Sikhote-Alin (Primorye)

Объектом исследования являются экстррузивно-лавовые и пирокластические образования Южно-Якутинской вулканотектонической структуры (ВТС), расположенной в пределах южной части Восточного Сихотэ-Алиня в Кавалеровском рудном районе (~N 44°17', E 135°17'). Структура морфологически представляет собой вулканический массив депрессионного типа практически округлой формы, достигающий в поперечнике 14 км. Вмещающими породами служат образования Горбушинского субтеррейна – фрагмента раннемеловой неокомской аккреционной призмы Таухинского террейна. Они представлены многократно повторяющимся разрезом кремнистых пород с остатками триасово-юрских микрофоссилий, согласно перекрытых преимущественно берриас-валанжинскими песчаниковыми турбидитами. [1, 2]. Новые изотопно-геохимические данные для вулканических комплексов Южно-Якутинской ВТС свидетельствуют об их образовании на границе палеоцен-эоцена: $54,3 \pm 2,9$ млн лет [3]. В ряде работ было показано, что раннепалеогеновый магматический комплекс в пределах Сихотэ-Алиня (богопольский вулканический и якутинский плутонический комплекс) объединяет горные породы особого минерало-геохимического состава, которые резко отличаются от таковых предшествующего и последующего этапов магматизма. Этот комплекс характеризуется высокодифференцированным составом обогащенных летучими компонентами исходных магм и принадлежностью к магматическим породам А-типа [4–7].

Линейно-концентрические интрузивные тела Южно-Якутинской вулканотектонической структуры (ВТС) подчеркивают внутреннюю структуру изометрических кальдер обрушения и трещинный (по кольцевым сбросам) тип извержений. Широкое развитие пирокластических образований, развитие флюидалных и сферолитовых текстур в вулканических породах, наличие газовых полостей и миароловых пустот в лавах и центральных частях сферолоидов свидетельствуют о насыщенности исходных магм летучими компонентами. Южно-Якутинская ВТС относится к типу открытых магматических систем, в которой развитие игнимбритообразующего очага завершается взрывом и выбросом на поверхность магматической и газовой компонент. Субвулканические и экстррузивные тела заключительных стадий магма-

тизма относятся к типу условно закрытых (переходных) систем, где четко проявлены процессы близповерхностной дифференциации, отделения летучих компонентов и аутометасоматическое изменение пород. Повышение кремнекислотности расплавов с одновременным накоплением щелочей, магмофильных: В, F и рудных компонентов, вплоть до появления аномальных высококремнистых, ультракалиевых риолитов, может быть обусловлено фильтрацией флюидов, связанной с быстрой потерей летучих компонентов в результате быстрого подъема магмы к земной поверхности. Логичным продолжением эволюции магматической системы является появление в постмагматический этап гидротермальных растворов – производных остывающего очага кислой магмы, обусловивших проявления различного типа минерализации в пределах ВТС. Необходимо отметить, что в прилегающих районах исследованной территории локализована золото-серебряная и бериллиевая с флюоритом минерализация [8].

Цель настоящего исследования состоит в выявлении лантаноидного тетраэдрического эффекта в зависимости от содержания флюидного компонента (F) на примере экстррузивно-лавовых и пирокластических образований Южно-Якутинской ВТС.

Материалы и методы исследования

Определение содержания фтор-иона в горных породах выполнено ионометрическим методом с использованием фторид-селективного электрода. Этот метод обладает высокой специфичностью к ионам фтора, прост в обращении, надежен и позволяет определять фторид-ион с чувствительностью от 0,05 мг/мл. Особенностью используемой методики является осаждение мешающих элементов (Al, Th, Be, РЗЭ и др.) с малорастворимыми соединениями двухвалентного железа при pH = 8,5–9,5. Пробы предварительно сплавляли с KNaCO₃ при температуре 850 °C и выщелачивали горячей дистиллированной водой. Аликвоты фильтрата (25 см³) нейтрализовали HCl (1:1) по метиловому оранжевому с последующим добавлением ацетатного буферного раствора для установления необходимого pH 5,5. Растворы доводили дистиллированной водой до метки в мерных колбах вместимостью 50 см³. Концентрацию фторид-иона выполняли измерением ЭДС ячейки, составленной из фторидного ЭЛИТ 221 и вспомогатель-

ного хлор-серебряного ЭВЛ-1М3.1 электродов на иономере «IONOMETER I-500», Россия. Содержание F^- определяли по градуировочному графику. Достоверность полученных результатов анализа на содержание фтор-иона подтверждена анализом стандартных образцов состава (ДВД-1, СГД-2А, ДВМ) и методом добавок известных концентраций фторид-иона в анализируемые растворы.

Результаты исследования и их обсуждение

Поведение микроэлементов в геохимических системах и их интерпретация основаны на фундаментальных параметрах: изовалентные микроэлементы с равными или очень сходными ионными радиусами должны оставаться тесно связанными в геологических процессах. Если нарушается геологическая система, то происходит прерывание когерентности «парных» элементов и появляется лантаноидный тетрадный эффект фракционирования РЗЭ. Это явление связано с нарушением формы спектра нормированных по хондриту содержаний редкоземельных элементов, выраженных в разделении всего спектра из 15 элементов на 4 группы (тетрады) с образованием зигзагообразной кривой: 1: La-Ce-Pr-Nd; 2: Pr-Sm-Eu-Gd; 3: Gd-Tb-Dy-Ho; и 4: Er-Tm-Yb-Lu. Для количественного определения тетрадного эффекта в настоящий момент используют только первую (TE_1) и третью (TE_3) тетрады. Вторая тетрада (Pr-Gd) малозаметна в связи как с отсутствием в природе Pr, так и с исключительным поведением Eu^{2+} при низкой кислородной летучести и высоких температурах в магматических системах. Четвертая тетрада (Er-Lu) в основном является слабо развитой [9]. Лантаноидный тетрадный эффект впервые был установлен экспериментально при изучении экстракции редкоземельных элементов в системах водных фаз. Позднее он был отмечен как в магматических породах, так и в отложениях гидротермальных флюидов [10]. Существуют два различных типа тетрадных эффектов (М и W), относящихся к кривым REE с изогнутыми вверх и вниз линиями каждой тетрады соответственно. В гранитах известен только М-тип, в то время как W-тип типичен для жидких фторидных фаз, отделяющихся от силикатных расплавов и/или минералов поздних стадий кристаллизации. Оба типа производны друг от друга и по определению являются зеркальными. Тетрад-эффект

считается значимым при $TE_{1-3} < 0,9$ (W-тип) и $TE_{1-3} > 1,1$ (М-тип).

Данный эффект часто сопровождается другим модифицированным, так называемым не заряд-радиус-контролируемым (non-CHARAC) геохимическим поведением многих микроэлементов. «Чистые» силикатные расплавы характеризуются соответствием поведения заряд-радиусных характеристик микроэлементов, поэтому элементы с одинаковыми зарядом и радиусом демонстрируют согласованное поведение и сохраняют когерентность элементов, нормированных к хондриту, а нормированные графики (спайдер-диаграммы) представляют собой плавные функции ионных радиусов и атомных номеров. Высокодифференцированные составы магм, богатые такими компонентами, как H_2O , Li, B, F, P и/или Cl [11], часто имеют некогерентное поведение REE типа non-CHARAC и нехондритовые соотношения Y/Ho, La/Nb и Zr/Hf.

На примере редкоземельного состава пород Южно-Якутинской структуры нами рассчитаны значения тетрадного эффекта фракционирования РЗЭ и построены спайдер-диаграммы (таблица, рисунок). Значительные показатели тетрадного эффекта установлены в наиболее дифференцированных высококремнеземистых породах, в то время как показатель TE_{1-3} имеет меньшие величины в «низкокремнеземистых разностях», но при этом в F-обогащенных породах. В то же время оба типа пород Южно-Якутинской ВТС не характеризуются аномальными величинами содержания F (таблица).

Как известно, содержание F может быть достаточно низким в магматических породах, но это не соответствует его действительному содержанию в первичных расплавах. Даже небольшое количество F заметно влияет на минеральные равновесия и существенно мобилизует целый ряд редкометалльных элементов. На поздней стадии F перераспределяется исключительно во флюидную фазу, обедняя расплав по мере снижения температуры, и концентрируется в кристаллизующихся F-содержащих минералах [12].

В дальнейшем возможны разделение фторидных и силикатных расплавов в магматических очагах, внедрение силикатных расплавов во вмещающие породы и образование интрузивных, субвулканических или эффузивных пород с тетрад-эффектами М-типа в спектрах РЗЭ [13]. Как известно,

F-комплексы являются важными переносчиками ряда элементов при формировании рудных гидротермальных месторождений – Sn, W, Mo, Ta, Nb, Li, РЗЭ и Au и Be [14, 15].

Согласно данным [16] обогащение системы F смещает эвтектические и котектические отношения кислого расплава в менее кремнекислотную область, богатую щелочами, подтверждая природный феномен Южно-Якутинской ВТС.

Одним из следствий полученных результатов является наблюдаемое значительное уменьшение концентраций Zr в высокодифференцированных порциях «высокремнеземистых» расплавов. В подобных случаях использование Zr в качестве одного из элементов дискриминантных диаграмм для выявления геодинамических обстановок проявлений магматических комплексов может привести

к их ошибочной интерпретации [17]. В тех случаях, когда взаимодействие расплава-флюида вызывает тетрадный эффект и «нехарактерное» поведение микроэлементов, их тектоническая интерпретация не может быть корректной.

Заключение

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

1. Приведенные материалы показывают наличие лантаноидного тетрадного эффекта М-типа в риолитах Южно-Якутинской ВТС.

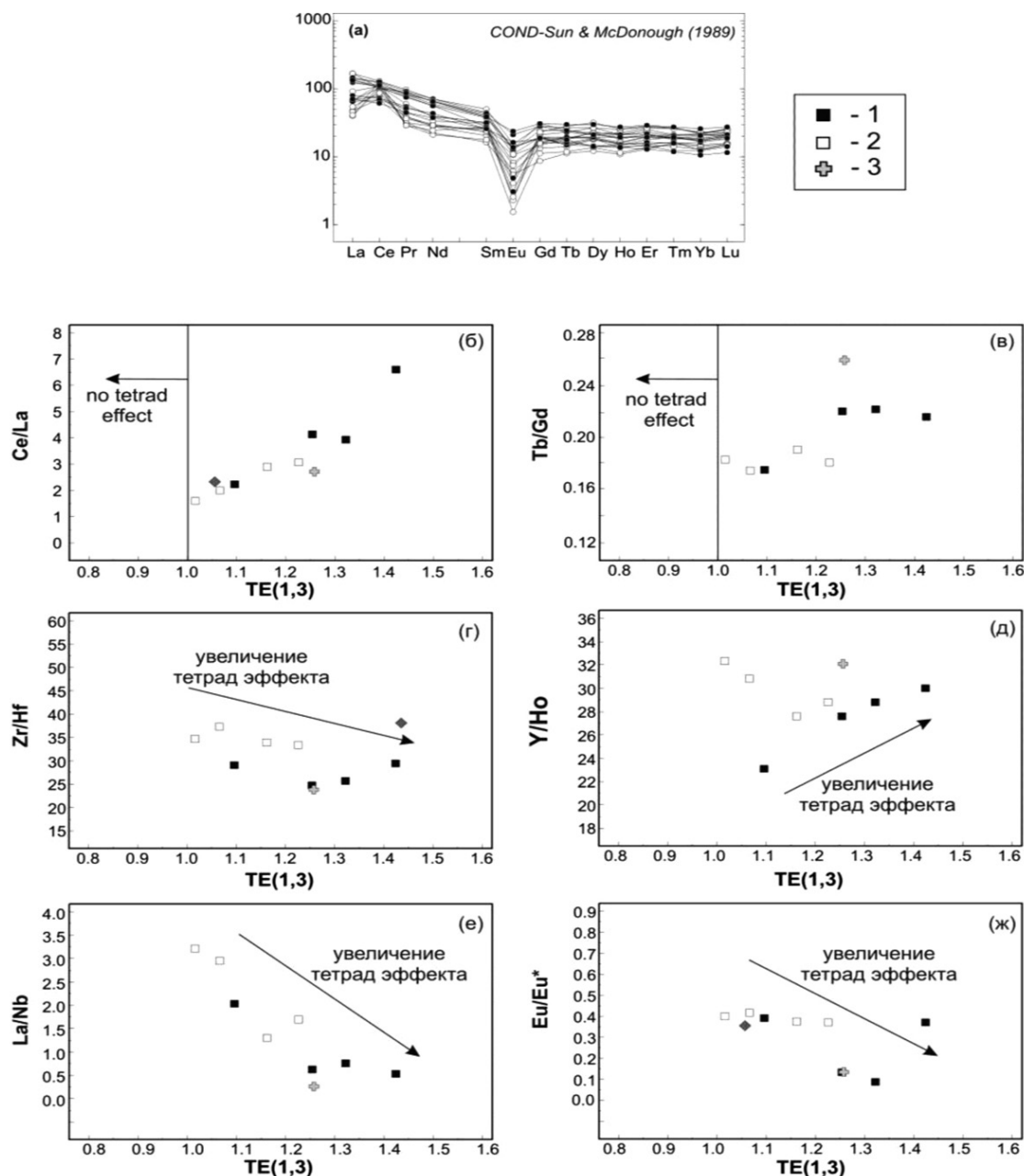
2. Выявленный тетрадный эффект подтверждает факт эволюции магматической системы Южно-Якутинской ВТС в условиях аномального флюидного режима, что в свою очередь приводит к значительному перераспределению РЗЭ.

Микроэлементный состав (г/т) вулканических пород Южно-Якутинской ВТС

	«Низокремнеземистые» риолиты				«Высокремнеземистые» риолиты				
F	51	85	643	104	64	272	172	186	61
Zr	124,73	108,14	276,12	171,16	217,47	187,08	106,05	148,24	244,24
La	16,38	21,82	39,74	40,01	9,39	10,96	15,86	12,95	33,41
Ce	47,08	66,63	78,83	63,63	61,68	74,38	62,13	53,18	73,93
Pr	3,73	5,67	9,29	8,54	3,03	2,79	4,19	3,52	7,83
Nd	12,98	18,24	33,21	30,53	12,99	9,89	15,47	13,45	27,84
Sm	3,16	4,82	7,69	6,25	3,97	2,76	4,76	3,75	5,95
Eu	0,36	0,48	0,90	0,74	0,44	0,09	0,14	0,15	0,62
Gd	2,75	3,27	5,80	5,06	3,34	2,32	4,72	3,23	4,02
Tb	0,52	0,59	1,01	0,92	0,72	0,45	1,04	0,71	0,70
Dy	4,47	4,77	6,77	5,65	4,87	3,48	8,13	5,61	4,80
Ho	0,91	0,85	1,20	1,02	0,93	0,65	1,48	1,27	0,86
Er	3,18	2,91	3,86	3,49	3,31	2,29	4,70	4,36	2,57
Tm	0,46	0,49	0,52	0,50	0,49	0,39	0,69	0,65	0,42
Yb	3,07	3,18	3,62	2,95	2,85	2,38	3,84	3,89	2,15
Lu	0,50	0,54	0,57	0,53	0,51	0,39	0,63	0,59	0,38
Hf	5,31	5,84	5,46	5,53	5,62	5,03	5,33	5,83	6,24
Ta	1,00	1,17	1,35	1,14	1,05	0,92	1,39	1,42	1,29
Pb	23,47	24,14	24,85	23,04	11,10	43,80	36,36	26,24	29,20
Th	17,30	17,63	18,51	18,46	12,24	14,38	17,11	17,60	15,92
U	3,68	3,63	3,79	3,87	2,29	2,42	4,09	3,88	3,32
TE _{1,3}	1,16	1,23	1,07	1,02	1,43	1,47	1,32	1,26	1,10

Примечание: геохимический состав из работы [3].

Степень тетрадного эффекта = $TE_{1,3} = (t1 \times t3)^{0,5}$ [8], где $t1 = (Ce/Ce^t \times Pr/Pr^t)^{0,5}$ и $t3 = (Tb/Tb^t \times Dy/Dy^t)^{0,5}$. $Ce/Ce^t = Ce_{cn}/(La_{cn}^{2/3} \times Nd_{cn}^{1/3})$; $Pr/Pr^t = Pr_{cn}/(La_{cn}^{1/3} \times Nd_{cn}^{2/3})$; $Tb/Tb^t = Tb_{cn}/(Gd_{cn}^{2/3} \times Ho_{cn}^{1/3})$; $Dy/Dy^t = Dy_{cn}/(Gd_{cn}^{1/3} \times Ho_{cn}^{2/3})$. Ln_{cn} – хондрит-нормализованные лантаноидные концентрации [11].



Составы вулканических пород Южно-Якутинской ВТС, нормированные по хондриту (а); вариационные диаграммы отношений элементов ключевых величин тетрада эффекта для «низкокремнеземистых» (1) и «высококремнеземистых» пород (2) и сферолита риолитовых лав Южно-Якутинской ВТС (3) (б–ж)

3. Флюидонасыщенные магматические расплавы Южно-Якутинской ВТС обладают потенциальной рудогенерирующей способностью. При проведении детальных поисковых работ необходимо учитывать парагенетическую связь флюоритовой с бериллием минерализации с наиболее дифференцированными породами раннепалеогеновых комплексов Сихотэ-Алиня.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-05-00100.

Список литературы / References

1. Kemkin I.V., Kemkina R.A. Comparative geochemical study of the cherty rocks of the Taukha terrane (Sikhote-Alin) and its paleogeodynamic significance. Acta geochemica. 2019. DOI: 10.1007/s11631-019-00385-3.
2. Кемкин И.В. Геохимическая характеристика кремниевых пород разновозрастных тектоно-стратиграфиче-

ских комплексов Таушинского террейна (Сихотэ-Алинь): История дрейфа и динамика движения Палеотихоокеанской плиты // Успехи современного естествознания. 2019. № 6. С. 125–137.

Kemkin I.V. Geochemical characteristics of the differentiated tectono-stratigraphic complexes of the Sikhote-Alin Taukha terrane: The history of drift and dynamics of movement of the Paleo-Pacific plate // *Advances in current natural sciences*. 2019. № 6. P. 125–137 (in Russian).

3. Гребенников А.В., Максимов С.О. Причины появления вулканических пород А-типа на активных окраинах континентов на примере Южного Сихотэ-Алиня (Дальний Восток России) // Геология и геофизика. 2020. [Электронный ресурс]. URL: https://www.sibran.ru/journals/issue.php?ARTICLE_ID=178370 (дата обращения: 15.03.2020) DOI: 10.15372/GiG2020114.

Grebennikov A.V., Maksimov S.O. Reasons for the appearance of A-type volcanic rocks on the active margins of the continents on the example of Southern Sikhote-Alina (Far East of Russia) // *Geology and Geophysics*. 2020. [Electronic resource]. URL: https://www.sibran.ru/journals/issue.php?ARTICLE_ID=178370 (date of access: 15.03.2020) (in Russian). DOI: 10.15372/GiG2020114.

4. Гребенников А.В., Попов В.К. Петрогеохимические аспекты позднемелового и палеогенового игнимбритового вулканизма Восточного Сихотэ-Алиня // Тихоокеанская геология. 2014. Т. 33. № 1. С. 41–57.

Grebennikov A.V., Popov V.K. Petrogeochemical Aspects of the Late Cretaceous and Paleogene Ignimbrite Volcanism of East Sikhote-Alin. *Russian Journal of Pacific Geology*. 2014. V. 8. № 1. P. 38–55. DOI: 10.1134/S1819714014010035.

5. Grebennikov, A.V., Khanchuk, A.I., Gonevchuk, V.G., Kovalenko, S.V., 2016. Cretaceous and Paleogene granitoid suites of the Sikhote-Alin area (Far East Russia): geochemistry and tectonic implications. *Lithos*. 2016. Vol. 261. P. 250–261. DOI: 10.1016/j.lithos.2015.12.020.

6. Гребенников А.В. Гранитоиды А-типа: проблемы диагностики, формирования и систематики // Геология и геофизика. 2014. Т. 55. № 9. С. 1356–1373.

Grebennikov A.V. A-type granites and related rocks: petrogenesis and classification. *Russian Geology and Geophysics*. 2014. V. 55. № 9. P. 1074–1086. DOI: 10.1016/j.rgg.2014.08.003.

7. Martynov Yu.A., Khanchuk A.I., Grebennikov A.V., Chashchin A.A., Popov V.K. Late Mesozoic and Cenozoic volcanism of the East Sikhote-Alin area (Russian Far East): A new synthesis of geological and petrological data. *Gondwana research*. 2017. Vol. 47. P. 358–371. DOI: 10.1016/j.gr.2017.01.005.

8. Коваленко А.П., Журавлев В.Н., Коваленко Р.А. О берtrandитовой минерализации в молодых вулканогенных образованиях // Геология рудных месторождений. 1968. Т. 10. № 5. С. 87–90.

Kovalenko A.P., Zhuravlev V.N., Kovalenko R.A. On bertrandite mineralization in young volcanogenic formations // *Geologiya rudnykh mestorozhdenij*. 1968. Vol. 10. № 5. P. 87–90 (in Russian).

9. Irber W. The lanthanide tetrad effect and its correlation with K/Rb, Eu/Eu*, Sr/Eu, Y/Ho and Zr/Hf of evolving peraluminous granite suites. *Geochimica et cosmochimica acta*. 1999. Vol. 63. P. 489–508. DOI: 10.1016/S0016-7037(99)00027-7.

10. Гусев А.И. Петрология, геохимия и рудоносность анорогенных гранитоидов шибеликского комплекса Горного

Алтая // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2016. Т. 327. № 6. С. 71–82.

Gusev A.I. Petrology, geochemistry and ore mineralization of anorogenic granitoids of Shibelskii complex in Gorny Alatau // *Izvestiya Tomskogo politexnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov*. 2016. V. 327. № 6. P. 71–82 (in Russian).

11. Jahn B.-M., Wu F., Capdevila R., Martineau F., Zhao Z., Wang Y. Highly evolved juvenile granites with tetrad REE patterns: the Woduhe and Baierzhe granites from the Great Xing'an Mountains in NE China. *Lithos*. 2001. V. 59. P. 171–198.

12. Коренева В.Н., Зарайский Г.П., Граменицкий Е.Н. Экспериментальное изучение фазовых соотношений в системе Na-Al-Si-O-F-H₂O при T = 800 °C и P = 1 кбар, в зависимости от концентрации воды // Экспериментальная минералогия. 2004. Т. 2. С. 125–134.

Koreneva V.N., Zaraysky G.P., Gramenitsky E.N. An experimental study of phase relationships in the Na-Al-Si-O-F-H₂O system at T = 800 °C and P = 1 kbar, depending on the concentration of water // *Experimental mineralogy*. 2004. V. 2. P. 125–134 (in Russian).

13. Перетяжко И.С., Савина Е.А. Тетрад-эффекты в спектрах распределения редкоземельных элементов гранитоидных пород как индикатор процессов фторидно-силикатной жидкостной несмешиваемости в магматических системах // Петрология. 2010. Т. 18. № 5. С. 536–566.

Peretyazhko I.S., Savina E.A. Tetrad effects in the distribution spectra of rare-earth elements of granitoid rocks as an indicator of fluoride-silicate liquid immiscibility processes in magmatic systems. *Petrology*. 2010. V. 18. № 5. P. 514–543. DOI: 10.1134/S086959111005005X.

14. Гусев А.И., Гусева А.А. Тетрадный эффект фракционирования редкоземельных элементов и его использование в решении проблем петрологии гранитоидов // Успехи современного естествознания. 2011. № 5. С. 45–49.

Gusev A.I., Guseva A.A. The tetrad effect of fractionation of rare-earth elements and its use in solving the problems of petrology of granitoids // *Advances in current natural sciences*. 2011. № 5. P. 45–49 (in Russian).

15. Гвоздев В.И., Гребенникова А.А., Вах А.С., Горячев Н.А., Федосеев Д.Г. Эволюция процессов минералообразования при формировании золото-редкометалльных руд Средне-Голготайского месторождения (Восточное Забайкалье) // Тихоокеанская геология. 2020. Т. 39. № 1. С. 70–91. DOI: 10.30911/0207-4028-2020-39-1-70-91.

Gvozdev V.I., Grebennikova A.A., Vakh A.S., Goryachev N.A., Fedoseev D.G. Evolution of mineral formation process under formation of gold-rare-metal ores in Sredne-Golgotay deposit (Eastern Transbaikalia) // *Russian journal of pacific geology*. 2020. Vol. 39. № 1. P. 70–91. DOI: 10.30911/0207-4028-2020-39-1-70-91 (in Russian).

16. Manning D.A.C. The effect of fluorine on liquidus phase relationship in the system Qz-Ab-Or with excess water at 1 kb. *Contributions to mineralogy and petrology*. 1981. Vol. 76. P. 206–215.

17. Jahn B.-M., Valui G., Kruk N., Gonevchuk V., Usuki M., Wu J.T.J. Emplacement ages, geochemical and Sr-Nd-Hf isotopic characterization of Mesozoic to early Cenozoic granitoids of the Sikhote-Alin Orogenic Belt, Russian Far East: crustal growth and regional tectonic evolution. *Journal of asian earth sciences*. 2015. Vol. 111. P. 872–918.

УДК 556.388

**ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД
ПРИВОЛЖСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА****Еремеева С.С., Караганова Н.Г., Гаврилов О.Е.***ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова», Чебоксары,
e-mail: amazonka1@rambler.ru, Eremeeva_Svetlana1978@mail.ru, gavrilo-o@mail.ru*

Пресная вода является неоспоримой ценностью в жизни человека и ее хозяйственной деятельности. При современном объеме потребления и антропогенном прессинге особенно остро встает вопрос о количественных и качественных характеристиках этого ресурса. И если экологическое состояние поверхностных вод оценивается совокупностью воздействия на них как природных, так и антропогенных факторов, то для подземных вод фактор техногенного загрязнения в последнее время также становится решающим. В статье рассмотрена роль подземных вод в жизни населения страны и в обеспечении ее экологической безопасности. Проведена оценка качества подземных вод на территории Приволжского федерального округа (далее – ПФО), разнообразного в природно-географическом, урбанизированном, промышленно-аграрном отношении, во временном и пространственном аспектах. Обоснованы методы применения статистико-математических и картографических методов для анализа количественных и качественных показателей экологического состояния подземных вод. Оценка качества подземных вод проведена как по количественным показателям (запасы, добыча, извлечение), так и по качественным показателям – гидрохимическим и комплексным критериям загрязнения (по классам опасности загрязняющего вещества, по объектам загрязнения; по веществам; по интенсивности загрязнения) в динамическом аспекте на фоне экологического состояния подземных вод Российской Федерации. Для территориальной оценки применен метод типизации по критерию напряженности состояния. Выявлены антропогенные факторы, которые являются главенствующими при влиянии на загрязнение подземных вод в Приволжском федеральном округе. Рассмотрен комплекс мероприятий и процессов (общих и специальных) для улучшения экологического состояния подземных вод округа с выделением самого оптимального – реабилитационного (восстановительного) мероприятия.

Ключевые слова: подземные воды, качества воды, загрязняющие вещества, Приволжский федеральный округ**ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL STATE OF UNDERGROUND WATERS
OF THE VOLGA FEDERAL DISTRICT****Eremeeva S.S., Karaganova N.G., Gavrilo O.E.***Chuvash State University named after I.N. Ulyanov, Cheboksary, e-mail: amazonka1@rambler.ru,
Eremeeva_Svetlana1978@mail.ru, gavrilo-o@mail.ru*

Fresh water is an indisputable value in human life and its economic activities. With the current volume of consumption and anthropogenic pressure, the question of the quantitative and qualitative characteristics of this resource is particularly acute. And if the ecological state of surface waters is assessed by the combination of the impact of both natural and anthropogenic factors on them, then the factor of technogenic pollution for underground waters has also recently become crucial. The article considers the role of groundwater in the life of the country's population and in ensuring its environmental safety. Assessment of groundwater quality in the Volga Federal district (hereinafter – VFD), various natural-geographical, urban, industrial-agricultural relation in temporal and spatial aspects. Methods of application of statistical-mathematical and cartographic methods for the analysis of quantitative and qualitative indicators of the ecological state of underground waters are proved. The assessment of groundwater quality was carried out both by quantitative indicators (reserves, production, extraction) and by qualitative indicators – hydrochemical and complex pollution criteria (by hazard classes of the polluting substance, by objects of pollution; by substances; by the intensity of pollution) in a dynamic aspect against the background of the ecological state of underground waters of the Russian Federation. For the territorial assessment, the method of typing by the criterion of state intensity is applied. Anthropogenic factors that are dominant in influencing groundwater pollution in the Volga Federal district have been identified. A set of measures and processes (General and special) for improving the environmental condition of underground water in the district with the allocation of the most optimal – rehabilitation (recovery) measures.

Keywords: groundwater, water quality, pollutants, Volga Federal District

Одним из важнейших для человечества ресурсов является пресная вода. При современном промышленном развитии большинства регионов, наличии высокоурбанизированных территорий, обеспеченности транспортными магистралями и ориентации на интенсификацию добывающих отраслей оценка водных ресурсов, в том числе и подземных, является жизненной необходимостью в связи с всевозрастающими проблемами промышлен-

ной, экономической и особенно экологической безопасности.

Подземные воды играют значительную роль в хозяйственно-питьевом водоснабжении населения, мелиорации, санаторно-курортном деле и для получения ценного химического сырья посредством промышленности. При этом отмечается тенденция к увеличению использования подземных вод для водоснабжения. Это объясняется тем, что подземные воды обладают лучшим

качеством, более надежно защищены от загрязнения и заражения.

В современных условиях важно не только наличие подземных вод, но и их качественные характеристики. На экологическое состояние природных объектов любой территории оказывает влияние ряд природных и антропогенных факторов [1]. Целью работы является оценка экологического состояния подземных вод Приволжского федерального округа как одного из самых высокоурбанизированных, освоенных в промышленном и сельскохозяйственном отношении округов Российской Федерации.

Материалы и методы исследования

Для оценки степени загрязненности подземных вод используются комплексные показатели, которые позволяют количественно оценить загрязненность воды одновременно по широкому перечню ингредиентов и показателей качества. Временная и пространственная динамика негативных изменений в состоянии подземных вод рассмотрена при помощи таких показателей, как доля участков загрязнения подземных вод по классам опасности загрязняющего вещества; доля участков по объектам загрязнения; доля участков загрязнения по веществам; доля участков по интенсивности загрязнения. Наиболее адекватными и визуализированными методами для оценки современного экологического состояния подземных вод ПФО являются примененные статистико-математические и картографические методы исследования.

Результаты исследования и их обсуждение

Общее количество оцененных запасов подземных вод, пригодных для хозяйственно-питьевого, производственно-техниче-

ского водоснабжения, орошения земель и обводнения пастбищ на территории Российской Федерации на 01.01.2017 г. составило 80 840 тыс. м³/сут. Из восьми федеральных округов ПФО занимает 2 место по запасам подземных вод (рис. 1) [2].

Территория федерального округа богата подземными водами (рис. 2). К сожалению, наблюдается постепенное сокращение общей величины запасов, добычи и извлечения подземных вод, темпы убыли которых составляют 10 и 15 % соответственно. Интенсивная эксплуатация подземных вод для целей водоснабжения приводит к снижению их уровня [3]. Наибольшее потребление подземных вод (от 500 до 1000 тыс. м³/сут) приходится на республики Башкортостан и Татарстан.

Структура экологического состояния подземных вод ПФО отражена через долю участков подземных вод по классам опасности загрязняющего вещества. Основная доля приходится на 3 класс опасности – «опасные» (45 % и 56 % соответственно в 2015 и 2016 гг.). Доля высокоопасных и умеренно опасных загрязняющих веществ незначительно сократилась (на 5–3 %).

В Приволжском федеральном округе выявлено более 711 очагов загрязнения подземных вод, при этом почти 64 % приходится на промышленные объекты. По данному показателю ПФО стоит на втором месте после Сибирского федерального округа [4]. При динамике участков загрязнения подземных вод в ПФО по объектам загрязнения (рис. 3) наблюдается сокращение доли участков загрязнения подземных вод промышленными объектами практически в 2 раза. Доля участков загрязнения подземных вод сельскохозяйственными объектами, наоборот, имеет тенденцию к увеличению с 5 до 14 %.

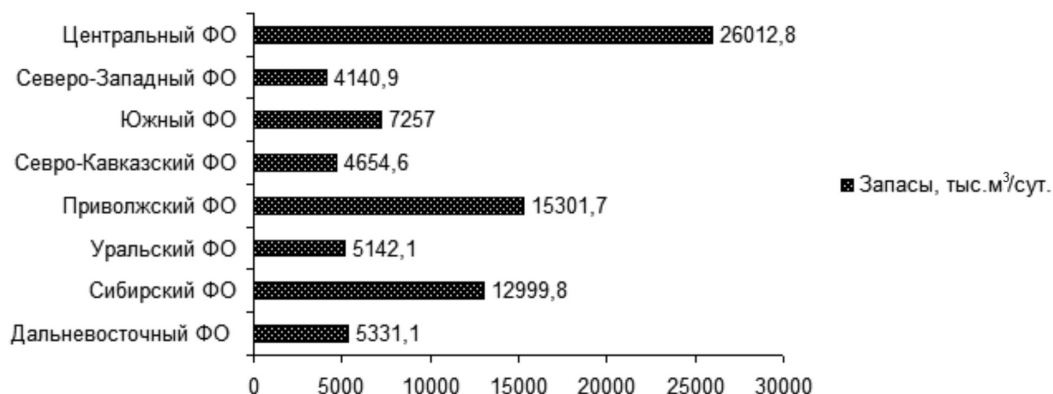


Рис. 1. Запасы подземных вод на территории Российской Федерации

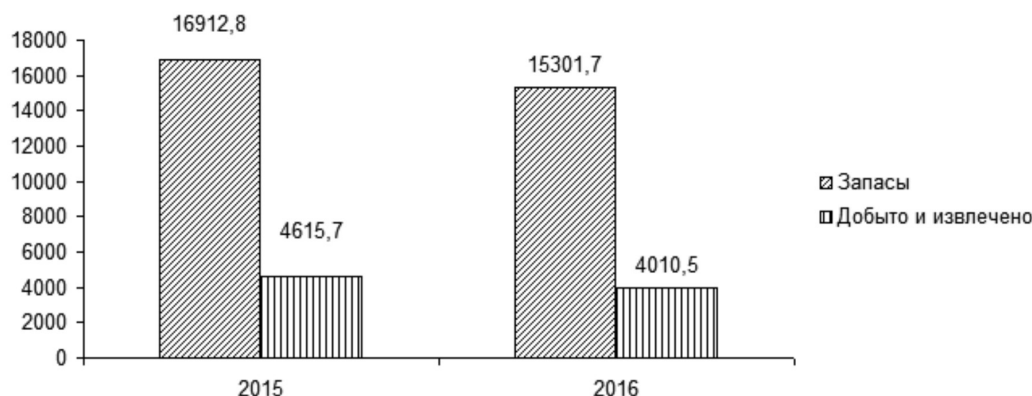


Рис. 2. Запасы и добыча подземных вод в ПФО за 2015–2016 гг.

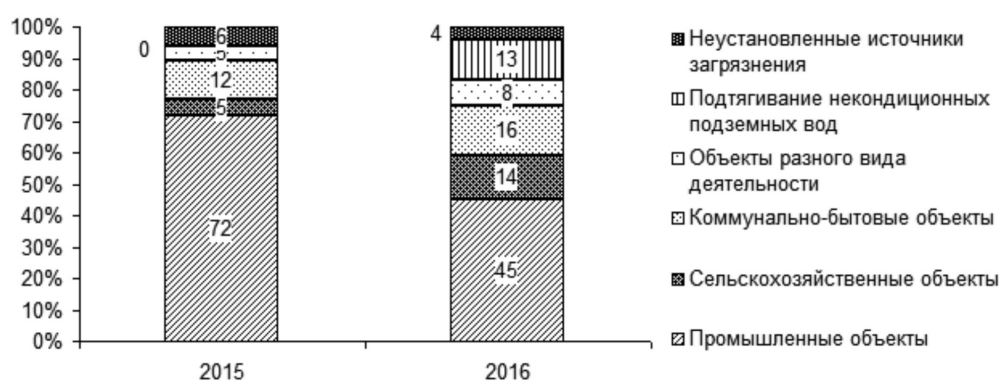


Рис. 3. Динамика участков загрязнения подземных вод в ПФО по объектам загрязнения за 2015–2016 гг.

По источникам химического загрязнения подземных вод Приволжский федеральный округ занимает одно из ведущих мест в Российской Федерации [4]. В 2016 г. доля участков, загрязненных соединениями азота, увеличилась на 15%. Это обусловлено, в частности, увеличением сбросов в водные объекты отходов сельскохозяйственной и коммунально-бытовой деятельности и, как следствие, попаданием их в подземные воды. Большинство нефтепродуктов поступает в подземные воды при добыче нефти, со сточными водами нефтеперерабатывающей, химической, металлургической и других отраслей промышленности, с хозяйственно-бытовыми водами [5]. Доля загрязнения по нефтепродуктам сократилась в довольно небольшом количестве (с 31 до 25%). По долям остальных загрязняющих веществ наблюдается несущественная убыль.

При интенсивности загрязнения подземных вод в единицах ПДК участок загрязнения характеризуется, как правило, несколькими загрязняющими веществами (или показателями загрязнения) и его отнесение к той или иной градации проведено по величине максимального превышения ПДК одного из показателей [5]. Динамика интенсивности загрязнения подземных вод за год существенно изменилась: доля интенсивности загрязнения 1–10 ПДК значительно увеличилась, а доля интенсивности загрязнения более 100 ПДК сократилась на 12%, что говорит в пользу улучшения экологического состояния подземных вод в ПФО.

Проблема оценки загрязнения подземных вод может быть довольно успешно решена при создании результативной системы мониторинга, что поможет выявить не только новые и неучтенные источники загрязнения, но и проанализировать изменение

гидрохимического и гидробиологического состава объектов подземной гидросферы.

Территориальный анализ загрязнения подземных вод по загрязняющим веществам позволяет разделить субъекты ПФО на 4 основные группы (рис. 4):

1. Субъекты, где наибольшая доля загрязнений приходится на соединения азота (Кировская область, Нижегородская область, Республика Удмуртия, Республика Татарстан, Самарская область, Республика Башкортостан).

2. Субъекты с наибольшей долей загрязнения нефтепродуктами (Ульяновская область).

3. Субъекты, где наибольшая доля загрязнений приходится на сульфаты и хлориды (Республика Мордовия, Оренбургская область).

4. Субъекты, где примерно равномерно распределены все загрязняющие вещества (Чувашская Республика, Пермский край, Республика Марий Эл, Пензенская область, Саратовская область).

Республика Марий Эл, Пензенская область, Саратовская область).

Долю количества участков загрязнения подземных вод промышленными объектами (более 50 %) имеют 6 субъектов с несомненным лидерством Пензенской и Оренбургской областей (рис. 5). Здесь источниками загрязнения подземных вод в основном являются предприятия химической, нефтехимической, машиностроительной отраслей промышленности. В республиках Мордовия и Марий Эл загрязнения связаны с подтягиванием некондиционных вод.

На территориях большинства субъектов ПФО (11 субъектов) выявлены загрязнения подземных вод по 3 классу опасности (опасные), но существуют субъекты, где преобладают 4 класс (умеренно опасные), например Пензенская область, Пермский край. В Республике Мордовия наибольшую долю участков загрязнения занимает 2 класс – высокоопасные.

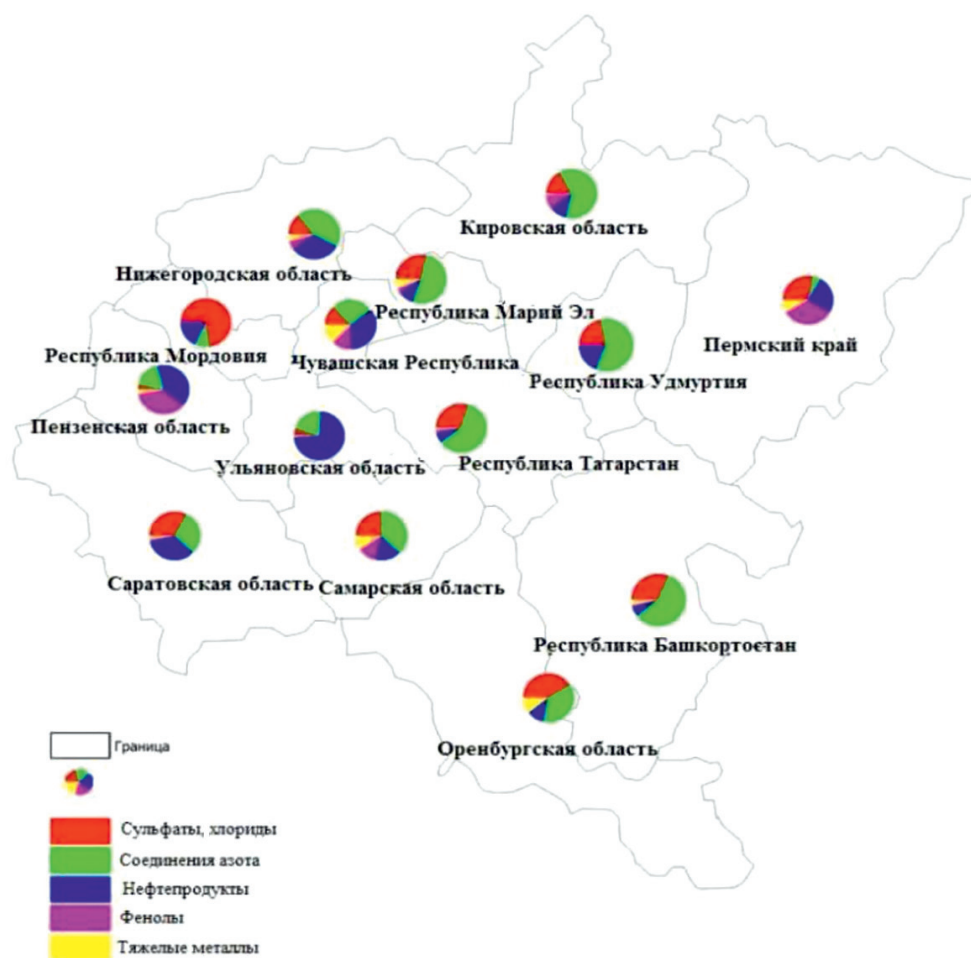


Рис. 4. Территориальный анализ загрязнения подземных вод по веществам на территории ПФО за 2016 г.

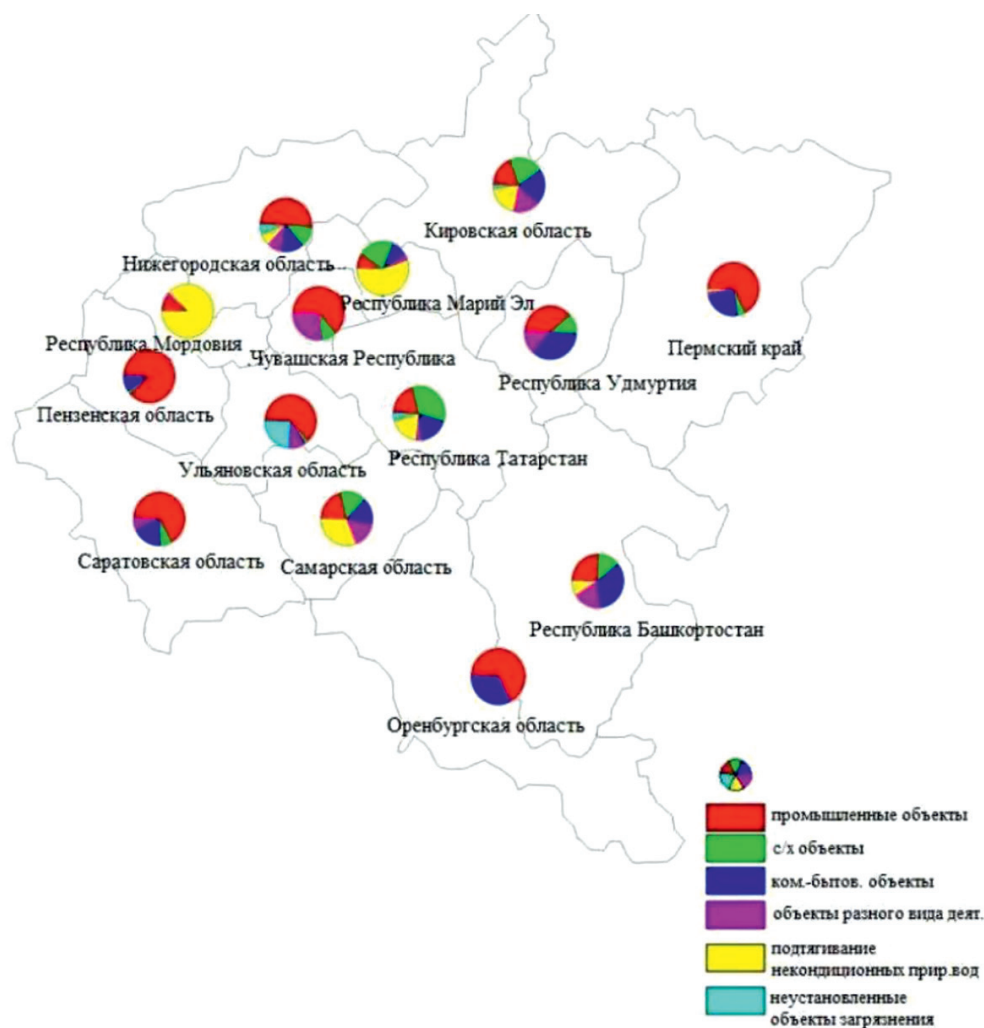


Рис. 5. Территориальный анализ загрязнения подземных вод на территории ПФО за 2016 г.

В большинстве регионов ПФО интенсивность загрязнения подземных вод составляет 1–10 ПДК. Только один субъект имеет значение более 100 ПДК (Чувашская Республика). Возможно, это связано с наличием большого количества свалок, несанкционированных мест размещения отходов, нарушением технологических регламентов на полигонах. На юго-западе федерального округа (Пензенская и Саратовская области) интенсивность загрязнения не превышает 10–100 ПДК, но также остается высокой из-за загрязнения промышленными объектами.

Использование выше рассмотренных показателей позволяет провести типизацию состояния подземных вод в субъектах Приволжского федерального округа и разделить их на три группы:

1. Напряженное состояние подземных вод с преобладанием загрязнения от про-

мышленных объектов, равномерным распределением всех загрязняющих веществ или одного вещества, с участками 3 и 4 класса опасности (опасные и умеренно опасные) и различной интенсивностью загрязнения (1–100 ПДК) (Чувашская Республика, Пермский край, Пензенская область, Саратовская область, Оренбургская область, Нижегородская область, Ульяновская область).

2. Относительно напряженное состояние подземных вод с преобладанием загрязнения от подтягивания некондиционных вод, равномерным распределением всех загрязняющих веществ или одного вещества, с участками 3 и 2 класса опасности (опасные и высокоопасные) и интенсивностью загрязнения (1–10 ПДК) (Республика Мордовия и Республика Марий Эл).

3. Приемлемое состояние подземных вод со сравнительно равномерным загрязнением

от различных источников, преобладанием одного вещества, с участками 3 класса опасности (опасные) и интенсивностью загрязнения (1–10 ПДК) (Республика Башкортостан, Республика Татарстан, Республика Удмуртия, Самарская область, Кировская область).

Под улучшением экологического состояния подземных вод подразумевается комплекс мероприятий и процессов (технологического, организационного, нормативно-правового плана), устраняющих или препятствующих проникновению вредных загрязняющих веществ в горизонт подземных вод и их дальнейшему распространению по горизонту. Все мероприятия по охране подземной гидросферы от загрязнения и источника подразделяются на общие (профилактические) и специальные (реабилитационные и ремедиационные). К первой группе относятся: нормирование поступления поллютантов, установление ПДН загрязнений в подземных водах и изъятия объемов воды; регламентация негативно-го воздействия на подземную гидросферу на основе научно и методически обоснованных критериев, норм и правил комплексного использования ресурсов подземных вод; создание оборотно-повторных систем водопользования; создание общих защитных сооружений и связывающих технологий; организация СЗЗ водозаборов; санитарно-оздоровительные мероприятия; оптимизация рекультивационных мероприятий.

Во вторую группу входят мероприятия по созданию инженерных сооружений, препятствующих попаданию поллютантов в подземную гидросферу и локализирующих ареал распространения загрязнений в вертикальном и горизонтальном направлениях, осушение и нагнетание вод в недра для создания гидравлических барьеров с целью отжатия некондиционных вод. Естественно, что реабилитационные мероприятия финансово более затратные, чем профилактические, и носят, как правило, долговременный характер. Ремедиационные мероприятия – новое понятие, которое подразумевает искусственное улучшение свойств компонентов природной среды – обновление запасов подземных вод, формирующихся в результате создания и использования специальных сооружений (инфильтрационных бассейнов, поглощающих колодцев и др.) [5]. Необходимо более широкое применение данных методов для улучшения экологического состояния подземных вод на территории субъектов Приволжского федерального округа, так как оптимизация экологического состояния окружающей сре-

ды, особенно поверхностной и подземной гидросферы, способствует повышению показателей здоровья, качества жизни и как фактор влияет на социально-экономическое неравенство населения регионов [6].

Заключение

Загрязнение подземных вод и изменения качества воды на территории ПФО в основном вызваны хозяйственной деятельностью человека. Большинство субъектов ПФО имеют загрязнение подземных вод по 3 классу опасности. По количеству участков загрязнения от промышленных отраслей выделены 6 субъектов с лидирующим положением Пензенской и Оренбургской областей. Наибольшую группу составляют субъекты, где доля загрязнения приходится на соединения азота. В большинстве регионов ПФО интенсивность загрязнения подземных вод составляет 1–10 ПДК, но в Чувашской Республике ПДК составляет более 100. Напряженное состояние подземных вод отмечено для 50% субъектов округа. Для улучшения экологического состояния подземных вод необходимо проводить комплекс мероприятий общего плана (профилактические) и специального плана (реабилитационные и ремедиационные). Самыми оптимальными из них являются реабилитационные (восстановительные) мероприятия.

Список литературы / References

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды в Российской Федерации в 2016 г.». М.: Минприроды России, НИА – Природа, 2017. 760 с.
2. State report «On the state and protection of the environment in the Russian Federation in 2016». Moscow: Ministry of natural resources of Russia, NIA – Nature, 2017. 760 p. (in Russian).
3. Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2016 г.». М.: НИА – Природа, 2017. 300 с.
4. State report «On the state and use of water resources of the Russian Federation in 2016». M.: NIA – Nature, 2017. 300 p. (in Russian).
5. Зверев В.П. Подземная гидросфера: проблемы фундаментальной гидрогеологии. М.: Научный мир, 2011. 259 с.
6. Zverev V.P. Underground hydrosphere: problems of fundamental hydrogeology. M.: Nauchny Mir, 2011. 259 p. (in Russian).
7. Димакова Н.А., Шарапов Р.В. Проблема загрязнения подземных вод // Современные наукоемкие технологии. 2013. № 2. С. 79–82.
8. Demakova N.A., Sharapov R.V. The Problem of underground water pollution // Modern science -intensive technologies. 2013. № 2. P. 79–82.
9. Хаустов А.П. Устойчивость подземной гидросферы и основы экологического нормирования. М.: Изд. Юрайт, 2016. 431 с.
10. Khaustov A.P. Stability of the underground hydrosphere and the basics of environmental regulation. Moscow: Ed. Yurayt, 2016. 431 p. (in Russian).
11. Юманова У.В. Региональная оценка социально-экономического неравенства // Вестник ВГУ. Серия: География. Геоэкология. 2016. № 3. С. 57–60.
12. Yumanova U.V. Regional assessment of socio-economic inequality // VSU Bulletin. Series: Geography. Geocology. 2016. no. 3. P. 57–60 (in Russian).

УДК 502.1:630*43(571.16)

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ ОБСТАНОВКУ И МЕРЫ ПО МОНИТОРИНГУ ЗА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМИ СИТУАЦИЯМИ В ЛЕСАХ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Игнатьева А.В., Кнауб Р.В., Чупина Е.А.

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет», Томск,
e-mail: anna_tomsktsu@mail.ru

Ежегодно пожары в различных уголках нашей страны и за рубежом наносят значительный ущерб экологии, экономике и обществу. Для своевременного прогнозирования и снижения негативных последствий от воздействия пожаров необходимо выявлять региональную специфику возникновения пожаров, их временные рамки и силу распространения по территории. Анализ динамики пожаров, величины нанесенного ущерба территории и воздействие на экологическое состояние территории важно проводить во временной и пространственной изменчивости. В статье рассматривается пожарная обстановка, сложившаяся на территории Томской области и в ее районах. В статье проведен анализ статистических данных о пожарах, произошедших на территории Томской области, динамики пожаров и их площадей по районам области, динамики пострадавшего населения от пожаров в период с 2012 по 2018 г. На примере конкретного пожара, произошедшего 18 июля 2016 г. в Верхнекетском районе Томской области, дана оценка ущерба экологическому состоянию исследуемой территории и животному миру территории (дана характеристика выброшенных в атмосферный воздух загрязняющих веществ, характеристика погибших особей животного мира данного района и характеристика нанесенного ущерба). Представленные результаты исследования показывают, что суммарный ущерб от пожаров может достигать значительных величин в виде материального ущерба, гибели животного мира, загрязнения атмосферного воздуха и погибшего в пожаре населения. В процессе исследования было установлено, что для проведения объективного мониторинга за пожарной обстановкой, сложившейся на территории определенного района или субъекта, в Томской области необходимо наличие 1441 наблюдательного пункта.

Ключевые слова: пожары, лесные пожары, Томская область, экологические последствия пожаров, пожарные наблюдательные пункты

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF FOREST FIRES ON THE ECOLOGICAL SITUATION AND MEASURES FOR MONITORING OF EMERGENCY SITUATIONS IN THE FORESTS OF THE TOMSK REGION

Ignateva A.V., Knaub R.V., Chupina E.A.

National Research Tomsk State University, Tomsk, e-mail: anna_tomsktsu@mail.ru

Every year, fires in various parts of our country and abroad cause significant damage to the environment, the economy and society. For timely forecasting and reduction of negative consequences from the effects of fires, it is necessary to identify the regional specifics of the occurrence of fires, their time frame and the strength of spread throughout the territory. An analysis of the dynamics of fires, the magnitude of the damage caused to the territory and the impact on the ecological condition of the territory is important to carry out in temporal and spatial variability. The article discusses the fire situation prevailing in the territory of the Tomsk region. The article analyzes statistical data on fires that occurred in the Tomsk Region, the dynamics of fires and their area by region, the dynamics of the affected population from fires from 2012 to 2018. On the example of a specific fire that occurred on July 18, 2016 in the Verkhneketsky district of the Tomsk Region, an assessment of the damage to the ecological state of the studied territory and the animal kingdom of the territory is given (a characteristic of pollutants thrown into the atmosphere, a characteristic of dead animals of this region and a characteristic of the damage). The presented results of the study show that the total damage from fires can reach significant values in the form of material damage, death of the animal world, air pollution and the population killed in the fire. In the course of the study, it was found that in order to conduct objective monitoring of the fire situation prevailing in the territory of a certain district or subject, the presence of 1441 observation posts in the Tomsk Region is necessary.

Keywords: fires, forest fires, Tomsk Oblast, environmental consequences of fires, fire observation posts

Природные пожары и пожары в жилом секторе оказывают разностороннее влияние на окружающую среду и климат, на жизнь, здоровье населения, наносят значительный материальный ущерб.

Пожары вызывают не только материальные потери, гибель лесов, диких и домашних животных, гибель людей. Также исследования последних лет активно указывают на наличие влияния пожаров на смертность

населения от различного рода заболеваний, ухудшение общего состояния организма человека, возрастает количество обращений населения за медицинской помощью. Согласно исследованиям лаборатории экологии НИИ медицины труда и экологии (г. Чита) за два года, в период лесных пожаров в городе возросла обращаемость за скорой медицинской помощью в 3–4 раза, а смертность – в 10–13 раз [1]. Весной

2015 г. в различных районах Сибири фиксировались масштабные пожары. Причиной большого количества пожаров становится человек, который по весне пускает палы, чтобы удалить прошлогоднюю траву. Теплая и сухая погода, ветер весной 2015 г. привели к тому, что огонь в Республике Хакасия распространялся с большой скоростью, захватывая поселения. Многолетние исследования [1] экологических и геохимических проблем лесных пожаров в различных регионах Сибири показали, что наблюдается активный вынос с дымовыми шлейфами таких опасных загрязнителей, как Hg, Cd, Pb, As, и искусственных радионуклидов – ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{239}Pu , ^{240}Pu [2]. Приведенный набор загрязняющих веществ при попадании в организм, даже в небольших концентрациях, оказывает на него негативное влияние. Все эти компоненты в различных количествах вовлекаются в атмосферную миграцию дымовыми шлейфами лесных пожаров [1].

Актуальность исследования заключается в том, что территория Западной Сибири сосредотачивает в себе большие площади лесов, которые подвержены интенсивным лесным пожарам. В последнее время эффективность авианаблюдений за лесами в стране понижается из-за удорожания авиационных услуг. Одним из решений этой проблемы может стать разработка системы прогнозирования пожароопасной ситуации, основанной на выделении зон лесов, которым необходима охрана от пожара в первую очередь, что расширит возможности служб охраны леса в плане своевременного обна-

ружения лесных пожаров и их прогнозирования [2; 3]. В данной статье будет проведен анализ пожароопасной обстановки на территории Томской области. На рис. 1 изображено территориальное расположение Томской области и соседство с другими субъектами.

В регионах в настоящее время наблюдается беспечное, а нередко хищническое отношение к лесу, которое служит причиной преднамеренных поджогов. Наиболее часто возгорания происходят в популярных местах отдыха людей, сбора дикоросов. Земли лесного фонда Томской области составляют 28,2 млн га, или 90,5% всей ее территории. Леса области по большей части (92%) отнесены к III группе лесов и относятся к крупной сырьевой базе лесной промышленности страны [5]. Благодаря проведению исследования было выяснено [6], что среди трех субъектов (Новосибирской, Кемеровской, Томской областей) Томская область занимает наибольшую площадь лесов, но также наибольшую площадь выгоревшего лесного фонда за последние 26 лет (877 тыс. га).

Изучение пожаров, особенно их последствий, динамики за большой промежуток времени дает возможность составить прогноз на будущее для определенных территорий. Ежегодно пожары в Сибири вызывают гибель большого количества диких и домашних животных, населения, наносится значительный ущерб экономике регионов. Поэтому изучение вопросов возникновения, распространения и борьбы с пожарами является актуальным для Сибирского региона ежегодно.



Рис. 1. Расположение Томской области в составе Сибирского федерального округа [4]

Сильные пожары становятся причиной вынужденного перемещения животных, примером служит сильный пожар 1915 г. в Томской области, повлиявший на большую часть территории Сибири. Из-за засухи того года весенние палы не погасли, а переросли в пожары, не утихавшие все лето и охватившие пространство от 52 до 70° с.ш. и от 69 до 112° в.д., площадью 1,6 млн км². Местами выгорели большие пространства, например по Средней Оби и ее притокам. Общая площадь сгоревшего леса составила 1,25 млн км² [7]. Во многих местах горел торф (например, в пределах г. Томска) [8].

Последствием пожаров стало образование значительного объема дыма, который составил площадь в 6 млн км². На многих судоходных реках – Оби, Томи, Енисее и т.д. – от дыма затруднялось или приостанавливалось речное сообщение. Экспедиционные работы в крае велись с перерывами; отмечались случаи удушения охотников от дыма [8].

Эти масштабные лесные пожары повлекли за собой крупные перемещения в животном мире. Например, в Нарымском крае животные исчезли совсем в некоторых местах и появились там, где до этого не встречались [8]. Есть записи, указывающие о массовом переплывании через реки

белок, медведей, змей (они переплывали Чулым, Тым и даже Обь и Енисей). При переселении многие животные заняли совсем иное местообитание [8].

Целью работы является оценка экологических последствий пожаров в лесах Томской области и мер для объективной оценки пожарной обстановки в лесах региона.

Для достижения цели были решены задачи:

1. Оценить пожарную обстановку лесов Томской области за период с 2012 по 2018 г.

2. На примере конкретного пожара оценить экологический вред территории Томской области.

3. Рассчитать для объективного мониторинга пожарной обстановки в лесах Томской области необходимое число пожарных наблюдательных пунктов.

Объектом исследования являются районы Томской области, пожары в жилом секторе Томской области и лесные пожары.

Исходя из данных статистики МЧС в Томской области, согласно средним значениям за период с 2012 по 2018 г. наибольшее число пожаров возникло в Томском районе – 54, наименьшее в Чаинском районе – 1, в г. Кедровый за период с 2012 по 2018 г. зарегистрирован всего 1 пожар. Количество пожаров по Томской области – 199 (табл. 1).

Таблица 1

Лесные пожары, зафиксированные на территории Томской области за период с 2012 по 2018 г. [5]

№	Район	Зафиксированное количество лесных пожаров							Среднее значение
		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
1	Александровский	41	1	2	1	0	3	0	7
2	Асиновский	17	1	1	8	9	3	1	6
3	Бакчарский	13	0	0	1	10	0	0	3
4	Верхнекетский	91	20	36	16	79	12	24	40
5	Зырянский	16	0	5	5	4	0	0	4
6	Каргасокский	106	8	2	3	15	9	2	21
7	Кожевниковский	9	3	6	1	3	7	1	4
8	Колпашевский	42	4	2	6	13	1	0	10
9	Кривошеинский	10	0	1	0	7	0	1	3
10	Молчановский	31	0	8	8	23	1	0	10
11	Парабельский	15	3	4	6	15	14	13	10
12	Первомайский	49	5	15	4	50	6	4	19
13	Тегульдеский	12	0	1	0	3	0	0	2
14	Томский	83	13	65	73	58	48	35	54
15	Чаинский	0	0	5	0	0	0	0	5
16	Шегарский	10	1	2	3	8	9	5	5
17	г. Кедровый	0	0	0	1	0	0	0	1
18	г. Стрежевой	0	0	0	0	0	0	0	0
Итого по области		545	59	155	136	297	113	86	199

Информация, содержащаяся в табл. 1 и 2, получена по запросу авторов в Управлении МЧС РФ по Томской области.

По данным статистики МЧС в Томской области, по средним значениям за период с 2012 по 2018 г. наибольшая площадь лесных пожаров за пожароопасный сезон составила в Александровском районе – 10495,3 га, наименьшая по области площадь зафиксирована в г. Кедровый – 0,8 га. Общая площадь лесных пожаров в области составила 22478,3 га (табл. 2). Наибольшее число лесных пожаров возникает по вине местного населения и составляет 46%. Наименьшее число лесных пожаров происходит по причине сельскохозяйственных палов – 3% и выжигания травы – 4%. 25% лесных пожаров возникают вследствие удара молний. У 22% лесных пожаров причина не выяснена [5].

Результаты исследования и их обсуждение

Для проведения анализа общего объема выбросов загрязняющих веществ газовой смеси от пожара масса M_i каждого компонента аэрозоля была использована формула [9]:

$$M_i = m \cdot K_{ai}, \quad (1)$$

где m – масса сгорающих растительных материалов, K_{ai} – значения коэффициентов

эмиссии для каждого из компонентов дымового аэрозоля из методики. Всего, согласно методике [10], при сгорании 1 кг растительных горючих материалов в атмосферу выбрасывается 135 г оксида углерода (CO), 94 г углекислого газа, 0,4 г оксида азота, 1,4 г сажи, 75 г метана.

Оценка экологических последствий от лесных пожаров Томской области показана на примере пожара в Верхнекетском районе 18 июля 2016 г.

18 июля 2016 г. в 20 часов 30 минут был обнаружен лесной пожар в Верхнекетском лесничестве Ягодинского участкового лесничества в квартале 127 в 10,7 км в направлении на северо-запад от п. Сайга. Пожар обнаружен Верхнекетским авиаотделением, с помощью космических средств обнаружения (на рис. 2 изображены очаги возгорания на 18 июля 2016 г. на территории Верхнекетского района).

Площадь пожара в момент обнаружения составила 32 га. Причина возникновения пожара – от грозы. Низовой устойчивый пожар сильной интенсивности. Общая площадь, пройденная пожаром, составила 1607 га, из них 1561,4 га насаждений, из которых возможна реализация древесины, и 45,6 га молодняков естественного происхождения.

Таблица 2

Площадь лесных пожаров в районах Томской области за период с 2012 по 2018 г. [5]

№	Район	Площадь лесных пожаров, га							Среднее значение
		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
1	Александровский	73091,7	85	156,4	0,1	0	134	10495,3	7
2	Асиновский	374,1	2,5	3,7	55,4	85,5	94,5	88,1	6
3	Бакчарский	4683,34	0	0	100	333	0	730,9	3
4	Верхнекетский	17761	1600,81	1206,78	419,8	11440,2	153,53	4703,2	40
5	Зырянский	218,65	0	690,5	42,4	42,2	0	142,0	4
6	Каргасокский	15598	161	1	8,7	188,8	193,3	2311,6	21
7	Кожевниковский	94,5	7,5	41	10	10	48,05	31,2	4
8	Колпашевский	4561,09	28,05	25,2	146,4	1141,6	1,5	843,4	10
9	Кривошеинский	1886,1	0	20	0	35,8	0	278,7	10
10	Молчановский	3363,3	0	67	438,36	3148,29	3	1002,9	10
11	Парабельский	1291	26	130,4	255,1	152,6	91,2	281,3	10
12	Первомайский	2357,3	201,1	117,7	34,1	2697,1	34,6	778,7	19
13	Тегульдетский	697,6	0	43	0	34,5	0	110,7	2
14	Томский	2042,48	51,34	792,18	587,07	316,21	207,38	601,4	54
15	Чаинский	0	0	220,8	0	0	0	31,5	1
16	Шегарский	75,4	9	49	35,2	54,9	56,54	46,6	5
17	г. Кедровый	0	0	0	5,34	0	0	0,8	0
18	г. Стрежевой	0	0	0	0	0	0	0	0
Итого по области		128096	2172,3	3564,6	2137,9	19680,7	1017,6	679,35	22478,3

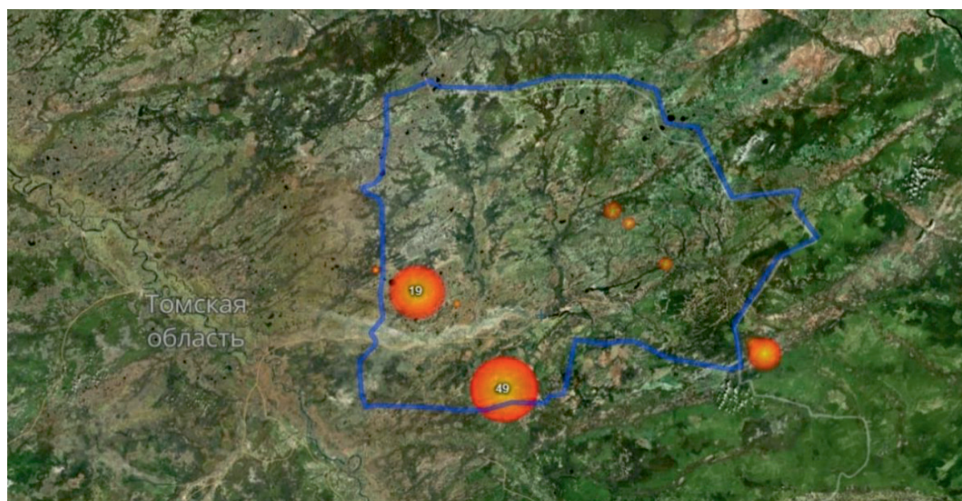


Рис. 2. Верхнекетский район с очагами возгорания на 18 июля 2016 г. [10]

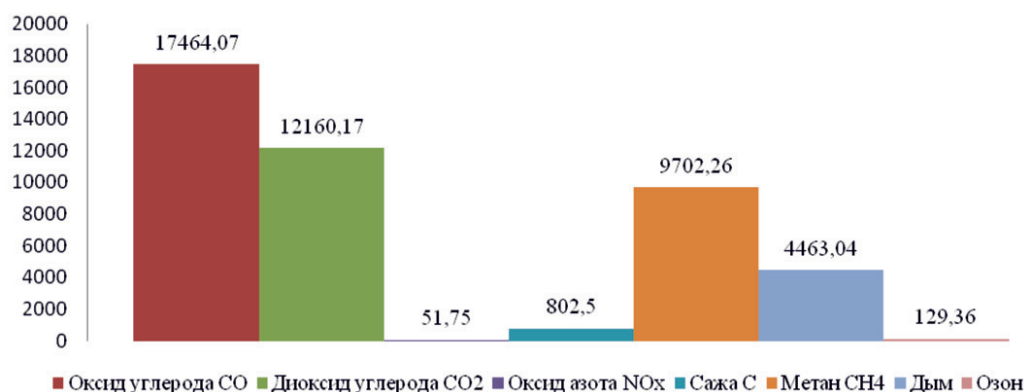


Рис. 3. Вычисленные данные о массе выбросов вредных веществ в атмосферу при пожаре 18 июля 2016 г. в Верхнекетском районе (на площади 1607 га).
Примечание: масса сгораемых органических материалов 129 363,5 т

Лесной пожар ликвидирован 19 июля 2016 г. в 21 час 30 минут, на тушение пожара было привлечено 37 АПС, 26 лесной охраны и 9 МЧС. Способы и средства по тушению пожара применялись такие, как заливание водой из лесных ранцевых опрыскивателей и прокладка минерализованных полос. В результате пожара общая сумма ущерба составила 2 984 803,8 руб., из которых потери древесины на корню – 1 730 457,2 руб., стоимость лесовосстановительных работ – 1 102 872,9 руб., стоимость работ по тушению пожара составила 151 473,7 руб.

На территории преобладают сосны IV класса бонитета, средний запас эксплуатационного фонда составляет 161 м³/га.

Объем сгорающих растительных материалов составляет 258 727 м³, объем находим через произведение среднего запаса

эксплуатационного фонда и площади, пройденной огнем.

Массу сгорающих растительных материалов находим через произведение объема и плотности древесины, плотность сосны составляет 500 кг/м³. Масса сгорающих растительных материалов на площади 1607 га составляет 129 363,5 т.

Рис. 3 построен согласно расчетам, произведенным авторами статьи.

В результате пожара выгорело более 129 000 тонн растительных горючих материалов и в атмосферу поступило более 17 000 тонн оксида углерода (CO), более 12 000 тонн диоксида углерода (CO₂), более 51 тонны оксидов азота (NO_x), более 802 тонн сажи, более 9000 тонн метана, более 4000 тонн дыма (ультрадисперсные частицы SiO₂) и более 129 тонн озона.

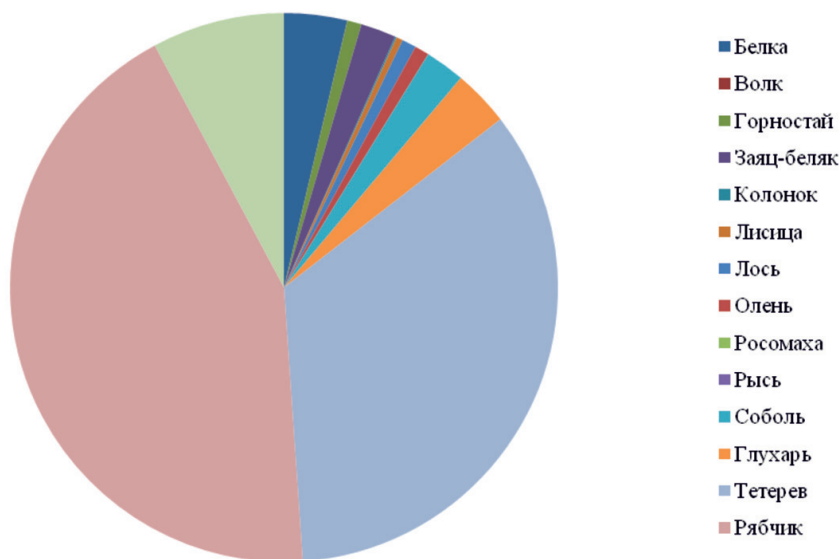


Рис. 4. Плотность особей видов животных на исследуемой территории [11]

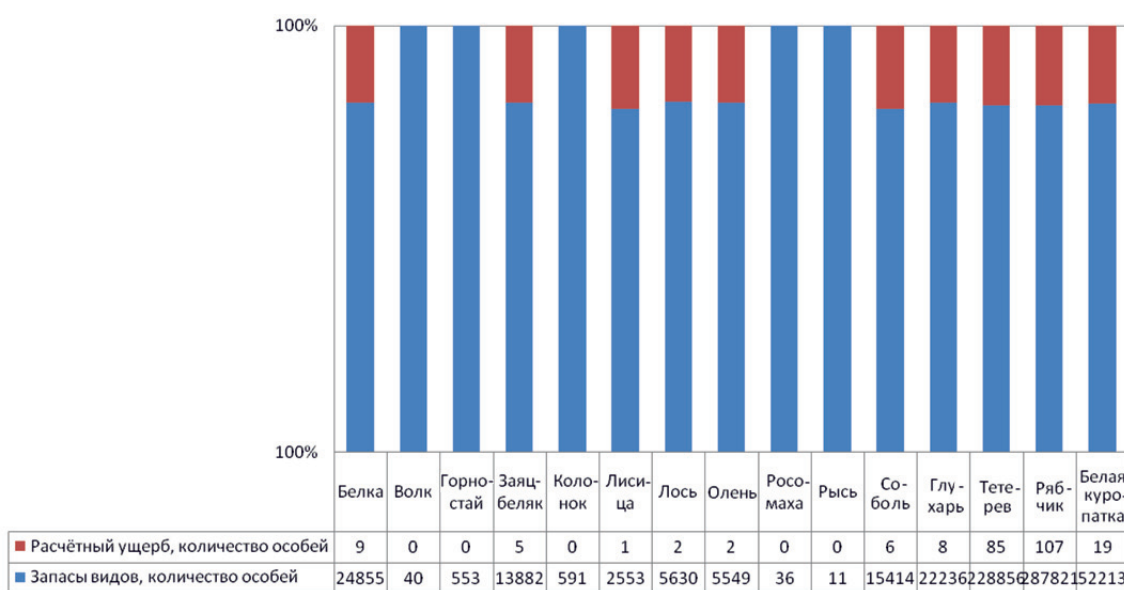


Рис. 5. Запасы видов животных и расчетный ущерб особей различных видов животных в результате пожара в Верхнекетском районе Томской области [11]

Данный пожар, помимо выбросов в атмосферу загрязняющих веществ, имел негативные последствия для животного мира территории. На рис. 4 изображена плотность особей видов животных на исследуемой территории.

Общая площадь Верхнекетского района 4334,9 тыс. га [11]. Площадь пожара 1607 га. Исходя из численности запасов видов особей животного мира и общей площади Верхнекетского района, находим

плотность одной особи на один гектар. Расчётный ущерб животного мира получаем из произведения плотности особей на площадь пожара. На рис. 5 отображены результаты расчета ущерба от воздействия пожара на животный мир Верхнекетского района.

Полученные расчеты показывают негативное влияние, которое оказывают пожары на качество воздуха и животный мир территории, на примере всего лишь одного пожара.

От пожаров в воздухе заметно возрастают концентрации загрязняющих веществ, большое выделение оксида углерода ведет к усилению парникового эффекта. Также происходит истощение озонового слоя. Лесные пожары приводят к потере лесных ресурсов, к сокращению численности особей животного мира, а может и вовсе привести к исчезновению видового состава флоры и фауны. После лесных пожаров изменяется структура и состав почвы, увеличивается содержание золы.

Расчёт пожарных наблюдательных пунктов для территории Томской области

Для того чтобы ускорить обнаружение и сократить время на тушение лесных пожаров, рассчитано рекомендованное число пожарных наблюдательных пунктов.

Формула расчёта количества пожарных наблюдательных пунктов (ПНП):

$$\Sigma \text{ПНП} = S1/S2, \quad (2)$$

где $\Sigma \text{ПНП}$ – это сумма ПНП, необходимых для обнаружения лесных пожаров в режиме реального времени; $S1$ – площадь лесного фонда региона, га; $S2$ – площадь наблюдения за лесом с одного ПНП, равная 20 000 га.

Сумму ПНП, необходимых для обнаружения лесных пожаров в режиме реального времени, находим по формуле отношения площади лесного фонда региона к площади наблюдения за лесом с одного ПНП.

Таким образом, исходя из того что лесной фонд Томской области составляет 28,2 млн га [6], количество ПНП должно составить 1441 ПНП для своевременного обнаружения пожаров и снижения ущерба от воздействия пожаров на территорию и население. На данный момент на всей территории Томской области таких пунктов насчитывается 8 единиц.

Заключение

В заключение перечислим выводы, сформированные в результате проведения данного исследования.

1. Установлено, что максимальное количество пожаров на территории области отмечалось в 2000 г. и составило 2005 случаев, а дальше происходит постепенный спад случаев возникновения пожаров. При этом в южной части региона, где проживает около 70% населения, отмечаются максимальные суммы ущерба от пожаров. Это объясняется тем, что в радиусе 10 км от населённых пунктов происходит 81% возгораний леса.

2. В результате расчетов было установлено, что 18 июля 2016 г. в Верхнетокском районе выгорело более 129 000 тонн растительных горючих материалов и в атмосферу поступило более 17 000 тонн оксида углерода (CO), более 12 000 тонн диоксида углерода (CO_2), более 51 тонны оксидов азота (NO_x), более 802 тонн сажи, более 9000 тонн метана, более 4000 тонн дыма (ультрадисперсные частицы SiO_2) и более 129 тонн озона.

3. По расчётным данным, ущерб видовому составу животных в результате пожара мог составить 107 рябчиков, 85 тетеревов, 19 белых куропаток, 9 белок, 8 глухарей, 6 соболей, 5 зайцев-беяков, 2 лося, 2 оленя и 1 лисица.

4. Размещение 1441 пожарного наблюдательного пункта на территории Томской области способно обеспечить природно-техносферную безопасность на территории области.

Список литературы / References

1. Щербов Б.Л., Лазарева Е.В., Журкова И.С. Лесные пожары и их последствия (на примере сибирских объектов). Новосибирск: Гео, 2015. 154 с.
2. Scherbov B.L., Lazareva E.V., Gurkova I.S. Forest fires and their consequences (for example, Siberian objects). Novosibirsk: Geo, 2015. 154 p. (in Russian).
3. Дюкарев А.Г. Ландшафтно-динамические аспекты таежного почвообразования в Западной Сибири. Томск: Изд. НТЛ, 2005. 284 с.
4. Dukarev A.G. Landscape-dynamic aspects of taiga soil formation in Western Siberia. Tomsk: Izd. NTL, 2005. 284 p. (in Russian).
5. Лесной план Томской области на 2019–2028 годы. Томск, 2018. 102 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://deples.tomsk.gov.ru/documents/front/view/id/11898> (дата обращения: 31.03.2020).
6. Forest plan of the Tomsk region on 2019–2028 years. Tomsk, 2018. 102 p. [Electronic resource]. URL: <https://deples.tomsk.gov.ru/documents/front/view/id/11898> (date of access: 31.03.2020) (in Russian).
7. Паневин В.С. Леса и лесное хозяйство Томской области: учебное пособие. Томск: Изд. Томского университета, 2006. 126 с.
8. Panevin V.S. Forests and forestry of the Tomsk region: manual. Tomsk: Izd. Tomskogo universiteta, 2006. 126 p. (in Russian).
9. Мельник М.А. Комплексная оценка потенциала лесов (на примере Томской области) // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. 2013. Т. 3. № 4. С. 31–36.
10. Melnik M.A. Complex assessment of potential of the forests (for example of Tomsk oblast) // Intere'kspo GEO-Sibir. 2013. V. 3. № 4. P. 31–36 (in Russian).
11. Вышегуров С.Х., Пономаренко Н.В., Киргинцева Е.А., Долгушин Г.Н. Сравнительный анализ горимости лесов Новосибирской, Кемеровской и Томской областей за период с 1987 по 2013 г. // Вестник НГАУ. 2014. № 4. С. 23–27 (in Russian).
12. Vyshegurov S.Kh., Ponomarenko N.V., Kirgintseva E.A., Dolgushin G.N. Comparative analysis of forest burnability in the Novosibirsk, Kemerovo and Tomsk Regions for the period from 1987 to 2013 // Vestnik NGAU. 2014. № 4. P. 23–27 (in Russian).
13. Структура, функционирование и эволюция системы биогеоценозов Барабы / Под ред. Р.В. Ковалева. Новосибирск: Наука, 1974. 308 с.

Structure, functioning and evolution of the Baraba biogeocenosis system / Pod red. R.V. Kovaleva. Novosibirsk: Nauka, 1974. 308 p. (in Russian).

8. Шокин Ю.И., Махутов Н.А., Москвичев В.В. Природно-техногенная безопасность регионов Сибири: состояние проблемы и направления действий // Труды международной конференции RDAMM – 2001. 2001. Т. 6. Ч. 2. С. 427–436.

Shokin Yu.I., Makhutov N.A., Moskvichev V.V. Natural and technological safety of Siberian regions: state of the problem and direction of action // Trudy mezhdunarodnoj konferencii RDAMM – 2001. 2001. V. 6. Is. 2. P. 427–436 (in Russian).

9. Методика определения и расчета выбросов загрязняющих веществ от лесных пожаров. Государственный комитет Российской Федерации по охране окружающей среды. [Электронный ресурс]. URL: <https://pandia.ru/text/79/451/14615.php> (дата обращения: 31.03.2020).

Methodology for the determination and calculation of pollutant emissions from forest fires. State Committee of the Russian Federation for Environmental Protection. [Electronic re-

source]. URL: <https://pandia.ru/text/79/451/14615.php> (date of access: 31.03.2020) (in Russian).

10. Спутниковая карта очагов лесных пожаров на территории России, стран СНГ, Европы и Азии с указанием даты и времени обнаружения. [Электронный ресурс]. URL: <http://fires.ru/> (дата обращения: 31.03.2020).

Satellite map of forest fires in Russia, the CIS countries, Europe and Asia, indicating the date and time of detection. [Electronic resource]. URL: <http://fires.ru/> (date of access: 31.03.2020) (in Russian).

11. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды Томской области в 2016 году». Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области, ОГБУ «Облкомприрода» / глав. ред. Ю.В. Лунева. Ижевск: ООО «Принт-2», 2017. 160 с.

State report «On the state and environmental protection of the Tomsk region in 2016» Department of Natural Resources and Environmental Protection of Tomsk Region, OGBU Oblkom-priroda / glav. red. Yu.V. Luneva. Izhevsk: ООО «Print-2», 2017. 160 p. (in Russian).

УДК 550.4.02

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПЛОТНОСТИ ПОТОКА РАДОНА НА ТЕРРИТОРИЯХ ПОДЗЕМНОЙ ДОБЫЧИ УГЛЯ**Лешуков Т.В., Легощин К.В., Ларионов А.В.***ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», Кемерово, e-mail: tvleshukov@mail.ru*

В статье публикуются данные полевых исследований плотности потока радона (ППР) из почвы на территории подработанного участка города Ленинск-Кузнецкого. Город Ленинск-Кузнецкий является одним из центров добычи угля в Кузбассе. В работе оцениваются показатели ППР из грунта над угольными шахтами. Используется метод пассивной адсорбции радона в угольных ловушках СК-13 и НК-32 от прибора «Камера-01». В результате исследования получены данные среднего уровня ППР по результатам 178 измерений. Среднее значение ППР равно $210,24 \pm 19,12$ мБк/м²·с. Приведены пространственные и количественные характеристики аномалий ППР, которые по интенсивности отличаются от аномалий, сформированных на естественных ландшафтах. Были обнаружены точечные аномалии и площадные аномалии высокой ППР из грунта. Делаются выводы о значимом влиянии шахт на радиационную безопасность грунтов района исследований. Отмечается, что в пределах подрабатываемых пространств были обнаружены участки с безопасным уровнем ППР, что предположительно соответствует целым массивам горных пород либо глинистым грунтам. Территория без подземных выработок в г. Ленинск-Кузнецком является безопасной в отношении уровня радона. 34,83 % точек измерений ППР относятся к 3-му классу опасности, что требует применения повышенных мер радиационной безопасности в строениях. Результаты работы дают основание для дальнейшего изучения влияния подземных горных работ на уровень ППР над ними или в непосредственной близости к ним. В качестве рекомендаций с целью снижения эманиции радона на поверхность предложено использование глинистого грунта в качестве изоляционного материала.

Ключевые слова: Кемеровская область, Кузнецкий угольный бассейн, плотность потока радона, подработанные пространства, радон, радиационная безопасность

GEOGRAPHIC VARIATION IN RADON FLUX DENSITY IN TERRITORY UNDERGROUND MINES**Leshukov T.V., Legoshchin K.V., Larionov A.V.***Kemerovo State University, Kemerovo, e-mail: tvleshukov@mail.ru*

In this article we publish data from field studies of radon flux density (RFD) from soil in the territory of underground mining of the city of Leninsk-Kuznetsk. Leninsk-Kuznetsk is one of the centers of coal mining in Kuzbass. The paper estimates of RFD from the soil in the territory of underground mines. The work uses passive adsorption of radon in charcoal sorption columns SK-13 and NK-32 from the Camera-01 device. As a result of the study, data were obtained on the average level of exhalation of radon according to 178 measurements. Average value of RFD is 195.64 ± 12.4 mBq / m² * s. The maximum RFD is 1790 mBq / m² * s. The minimum RFD is 10 mBq / m² * s. The spatial and quantitative characteristics of the anomalies of the RFD are given, which differ in intensity from the anomalies formed in natural landscapes. Point anomalies and areal anomalies of increased RFD the ground were detected. Point anomalies and areal anomalies of high RFD from the soil were detected. Conclusions are drawn about the significant effect of mines on the radiation safety of soils in the research area. It is noted that within the undermined mines, areas with a safe level of RFD were found, which presumably corresponds to solid rock masses, or clay soils. The territory without underground mines in the city of Leninsk-Kuznetsk is safe in relation to the level of radon. 34.83 % of RFD measurement points belong to the third hazard class, which requires increased radiation safety measures in dwellings. This work is also providing a basis for further study of the effect of underground mining on the level of the radon exhalation of nearby territories. The use of clay soil as an insulating material is proposed as a recommendation to reduce radon emanation to the surface.

Keywords: Kemerovo region, Kuznetsk coal basin, radon flux density, underground mines, radon, radiation safety

В результате исследований больших групп людей было доказано наличие взаимосвязи между резидентным облучением радоном и дополнительным риском развития рака легкого [1].

Плотность потока радона (ППР) зависит от многих факторов, которые были описаны в ранее проведенных исследованиях. Главным фактором, определяющим выход этого газа из грунта, служит концентрация химических элементов (U, Th, Ra) в нем, при распаде которых и образуется радон [2–4]. На участках с низкими концентрациями радона в почве и подстила-

ющих горных породах высокая плотность потока радона из грунта, как правило, фиксируется в дизъюнктивных нарушениях и сопутствующих им зонам тектонической нарушенности [5, 6]. Тектонические нарушения имеют разные показатели транспортирующей способности, которые чаще всего связаны с активностью нарушения и его генетическим типом [5–7].

Подземная добыча может приводить к образованию значительного количества нарушений горных пород, которые становятся транспортирующими каналами для радона. Их пространственная ориентиров-

ка и транспортирующая способность, вероятно, имеют свои особенности, которые необходимо учитывать. Кроме того, интенсивность изменения показателя ППР в пределах нарушений также может отличаться от естественных ландшафтов. В работе [8] отмечалось значительное превышение ППР из грунта на территориях с шахтными выработками, которые необходимо учитывать при планировании поселений с подземной добычей угля. Имеются ранее проведенные исследования на территориях угледобычи в Германии, Великобритании и Польше, которые продемонстрировали значительные концентрации радона в помещениях, расположенных над шахтными выработками [9–11].

Цель исследования: изучение пространственной изменчивости плотности потока радона в местах подработки угольными шахтами (на примере Ленинск-Кузнецкого района Кемеровской области).

Задачи исследования:

1. Измерить ППР из грунтов в районе индивидуальной жилищной застройки, расположенной на территории, подработанной угольными шахтами.

2. Соотнести ППР из грунтов с объемной активностью радона (ОАР) в жилых помещениях, расположенных на данной территории, измеренной ранее.

3. Вынести атрибутивную информацию по ОАР в жилых помещениях и ППР из грунтов на картосхему района исследований.

4. Провести анализ и интерпретацию полученной пространственной модели распределения ППР из грунта на исследуемой территории.

Материалы и методы исследования

Объект исследования находится в г. Ленинск-Кузнецком Кемеровской области. Изучаемый грунт располагается в окрестностях домов, в которых ранее были получены превышения значений ОАР в жилых помещениях. Тектоническое строение участка исследований характеризуется отсутствием крупных дизъюнктивов, что исключает их влияние на плотность потока радона. Комплексы пород однородны и представлены переслаивающимися алевритами, песчаниками, аргиллитами и углями, которые характеризуются низкими показателями материнских элементов по отношению к радону и его дочерним продуктам (ДПР).

Исследование грунта проводилось в дни без осадков с сентября по октябрь 2019 г., а ОАР измерялась в домах в зимнее время

с ноября 2018 г. по февраль 2019 г. Фиксация ППР производилась с помощью сорбционных колонок СК-13 и накопительных камер НК-32 от прибора «Камера-01». Ловушки устанавливались в заранее подрыхленный грунт на 2–8 часов и обрабатывались в течение 12 часов после окончания измерений.

Построение картосхемы осуществлялось с помощью программы ArcGIS. Космоснимок получен с сайта Яндекс.Карты. Интерполяция данных между точками наблюдений осуществлялась с помощью метода обратно взвешенных расстояний (ОВР). Обработка результатов производилась в программе MS Office Excel с помощью надстройки «Пакет анализа».

Результаты исследования и их обсуждение

Грунт исследуемой территории имеет среднее арифметическое значение – $210,24 \pm 19,12$ мБк/м²*с, что относит данную территорию к 3-му классу опасности по нормам радиационной безопасности (НРБ), для которой необходимо применять усиленные меры по радоновой защите. Данный уровень ППР превышает фоновые значения, полученные для Ленинск-Кузнецкого района: $33,07 \pm 1,78$ мБк/м²*с [8]. Максимальное значение, зафиксированное в ходе исследования на данном участке, составляет 1790 мБк/м²*с, а минимальное – 10 мБк/м²*с. Согласно более ранним работам по радоновой активности нарушений рост показателя ППР главным образом наблюдается в активных дизъюнктивах [12]. В данном случае эту территорию можно отнести к геодинамически активной области, которая сформировалась над шахтными выработками.

Распределение показателей ППР в пределах исследуемой территории представлено в таблице.

Согласно исследованию 34,83 % точек наблюдения относятся к 3-му классу опасности по ППР, что требует усиленной защиты от радона. Около 37,64 % полученных значений относятся к 1-му классу опасности, для которой требуется лишь установка обычной вентиляционной системы. Ко 2-му классу опасности относятся 27,53 % измеренных значений, что требует средней защиты от поступления и выведения радона из жилого строения. В целом данная ситуация нехарактерна для территорий с таким геолого-тектоническим строением, что также подтверждает влияние горных выработок на радоновую опасность ландшафтов.

Распределение плотностей потока радона

ППР, мБк/м ² *с	Количество измерений	Доля из выборки, %
0–100	78	43,82
101–200	38	21,35
201–300	17	9,55
301–400	15	8,43
401–500	12	6,74
501–600	7	3,93
>600	11	6,18

Пространственные характеристики плотности потока радона из грунта представлены на рис. 1.



Рис. 1. Плотность потока радона и показатели объемной активности радона в помещениях на улице Моховская г. Ленинск-Кузнецкий

Большая часть территории имеет показатели выше 200 мБк/м²*с. Непосредственно под всем изученным районом расположены отработанные и ныне разрабатываемые шахтные поля. На картосхеме представлены участки жилых строений, которые были ранее снесены по причине превышения содержания в них газа метана, углекислого и угарного газов, которые попадали в них из старых и ныне действующих шахт. В пределах обследованной территории были обнаружены участки с низкой плотностью потока радона (10–20 мБк/м²*с), которые соответствуют

цельным массивам горных пород или глинистым рыхлым отложениям, использованным для снижения выхода газов на поверхность после сноса жилых строений. Дома, расположенные в непосредственной близости к исследованным грунтам, имеют значительные превышения ОАР – от 384 до 1940 Бк/м³. Также на территории участка формируются воронки проседания, что вероятнее всего и приводит к формированию транспортных каналов для радона, который изначально скапливается в шахтных выработках.

По детализационным линиям, обозначенным на рис. 1, исследования грунтов были получены следующие графики ППР (рис. 2). Согласно приведенным графикам интенсивность изменения показателя ППР крайне высокая, что отличает данные нарушения от естественных, которые не имеют такой значительной амплитуды в отношении интенсивности поступления радона на поверхность [13]. В отдельных случаях на расстоянии 2–3 м параметр изменялся в 120–170 раз. По всем линиям были обнаружены как точечные превышения ППР, так и аномальные области разных размеров, где было сложно определить эпицентр выхода радона. Данные результаты усложняют процесс поиска потенциальных точек и областей выхода радона на поверхность с целью их изоляции от возводимых или уже существующих жилых строений. Формирование значительного количества точек с высоким показателем ППР свидетельствует о значительной дезинтеграции пород.

На рис. 3 предложена модель R. Klingel, J. Kemski, описывающая влияние шахтных выработок на пространственные закономерности радоновой опасности территории. В ней высокие потоки радона фиксируются по краевой части отработываемого пространства, что связано с процессами проседания и сжатия центральной части и растяжения периферической. В нашей работе для территории Ленинск-Кузнецкого

района пространственные закономерности расположения аномальных зон ППР имеют иную, более сложную конфигурацию. Вероятно, реальная картина эманаций радона из грунтов на подработанных территориях может описываться более сложной моделью, которая должна учитывать следующие факторы:

1) состав и сложение поверхностных грунтов;

2) структурно-тектонические характеристики отрабатываемых пластов и вмещающих пород;

3) пространственные особенности выработки.

Данные факторы будут изучены и учтены при формировании модели радоновой опасности территорий, подработанных угольными шахтами. Также стоит отметить, что процесс обрушения кровли шахтной выработки, в результате чего образуется дополнительная трещиноватость пород, не единовременный и однообразный процесс, что и приводит к формированию отличий полученных данных от предложенной модели.

Выводы

1. В окрестностях всех жилых строений с высокими показателями ОАР были обнаружены грунты с высокими показателями ППР.

2. Исследуемые грунты на территории изучаемого участка характеризуются высоким показателем ППР, почти 35% измеренных точек относятся к 3-му классу опасности, что требует внимания при строительстве частных жилых домов.

3. Полученные данные ППР подтверждают влияние на них техногенно образованных систем трещин в результате добычи угля закрытым способом.

4. Транспортирующее воздействие зоны нарушений, образованных на месте шахтных выработок, часто выражается в виде локальных, не имеющих ориентировку и определенную форму аномалий повышенных значений ППР из грунта.

5. Радоновая опасность Ленинск-Кузнецкого района главным образом связана с тектоническими нарушениями, а не с петрографическим составом территории, поскольку он представлен горными породами, с низкими кларковыми концентрациями материнских по отношению к радону радиоактивных элементов, что и было нами отражено ранее в работе [8].

6. В качестве рекомендаций по снижению выхода потока радона на поверхность рекомендуется использовать в качестве насыпи глинистый грунт; при мобилизации и проседании грунтов необходимо производить повторное засыпание.

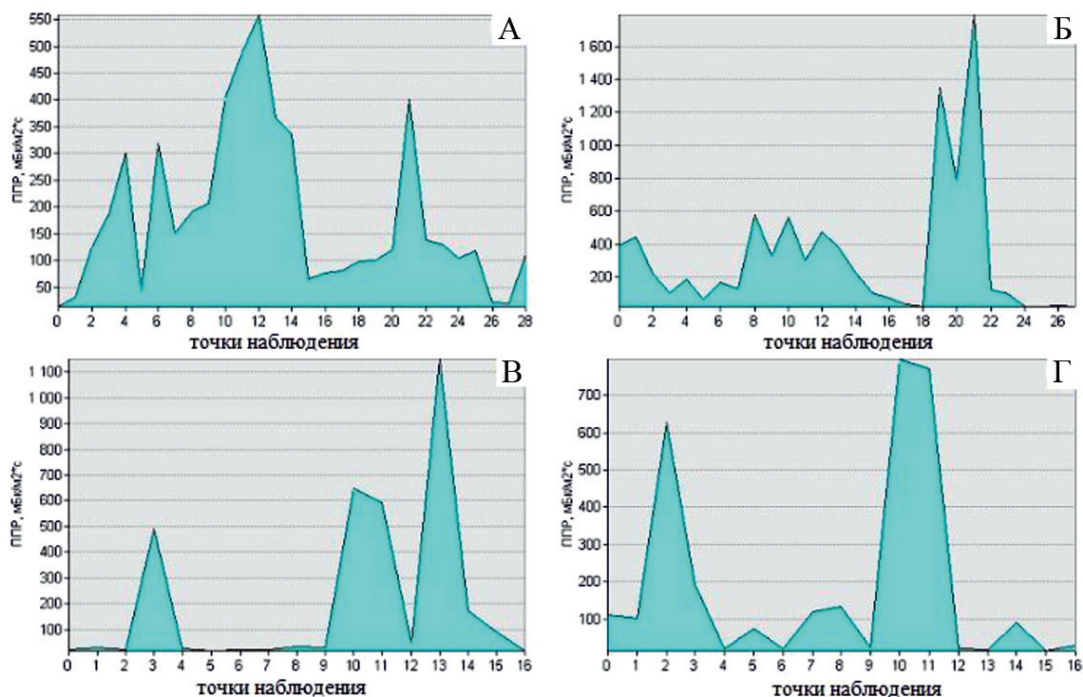


Рис. 2. Изменение показателя ППР по основным линиям детализации

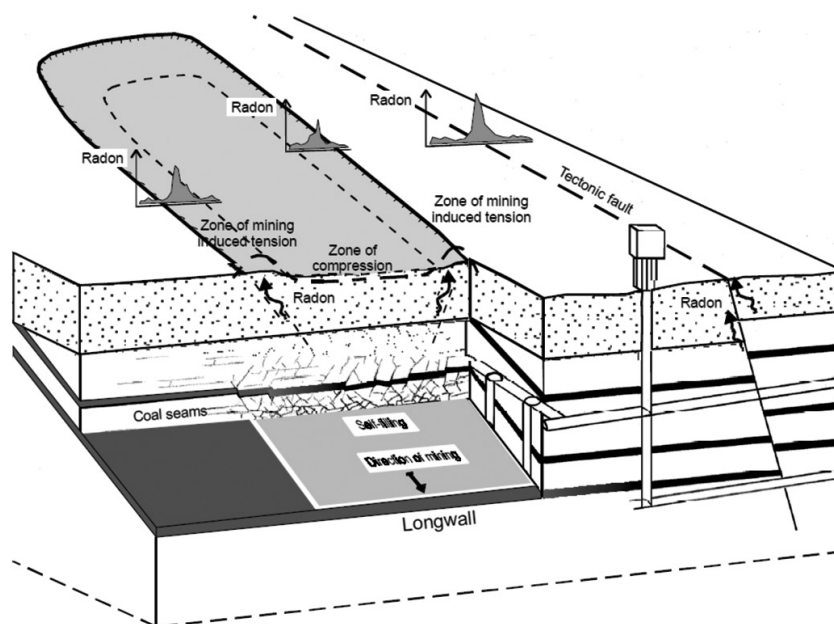


Рис. 3. Пространственные закономерности влияния шахтных выработок на радоновую опасность ландшафтов (по R. Klingel, J. Kemski [11])

7. Точки с максимальными показателями ППР часто не сопровождаются сопутствующей областью повышенных значений, что создает необходимость более детального обследования грунтов в пределах контуров уже построенных или планируемых жилых строений.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-35-00390.

Список литературы / References

1. Lubin J.H., Boice J.D. Lung cancer risk from residential radon: meta-analysis of eight epidemiologic studies. *J. Natl. Cancer Inst.* 1997. Vol. 89. № 1. P. 49–57.
2. Hongtao Liu, Nanping Wang, Xingming Chu, Ting Li, Ling Zheng, Shouliang Yan, Shijun Li Mapping radon hazard areas using 238U measurements and geological units: a study in a high background radiation city of China. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry.* 2016. Vol. 309. P. 1209–1215. DOI: 10.1007/s10967-016-4717-5.
3. Pasculli A., Palermi S., Sarra A., Piacentini T., Miccadey E. A modelling methodology for the analysis of radon potential based on environmental geology and geographically weighted regression. *Environmental Modelling & Software.* 2014. Vol. 54. P. 165–181.
4. Watson R.J., Smethurst M.A., Ganerod G.V., Finne I., Rudjord A.L. The use of mapped geology as a predictor of radon potential in Norway. *Journal of Environmental Radioactivity.* 2017. Vol. 166. P. 341–354. DOI: 10.1016/j.jenvrad.2016.05.031.
5. Семинский К.Ж., Бобров А.А. Радоновая активность разнотипных разломов земной коры (на примере Западного Прибайкалья и Южного Приангарья) // *Геология и геофизика.* 2009. Т. 50. № 8. С. 881–896.
6. Семинский К.Ж., Бобров А.А. Radon activity of faults (Western Baikal and Southern Angara areas). *Russian Geology and Geophysics.* 2009. Vol. 50. № 8. P. 682–692. DOI: 10.1016/j.rgg.2008.12.010.
7. Уткин В.И., Юрков А.К. Radon as a tracer of tectonic movements. *Russian Geology and Geophysics.* 2010. Vol. 51. № 2. P. 220–227. DOI: 10.1016/j.rgg.2009.12.022.
8. Семинский К.Ж., Бобров А.А., Демберел С. Variations in radon activity in the crustal fault zone: spatial characteristics // *Izvestiya. Physics of the Solid Earth.* 2014. Vol. 50. № 6. P. 795–813. DOI: 10.1134/S1069351314060081.
9. Лешуков Т.В., Ларионов А.В., Легошин К.В., Яковлева С.Н. Особенности эманации радона из грунтов на территориях, подработанных угольными шахтами (на примере Ленинск-Кузнецкого района) // *Проблемы региональной экологии.* 2019. № 6. С. 140–143. DOI: 10.24411/1728-323X-2019-18140.
10. Лешуков Т.В., Ларионов А.В., Легошин К.В., Яковлева С.Н. Features of radon emanation from the soils in the territories processed by coal mines: a case study of the Leninsk-Kuznetsk district // *Problems of Regional Ecology.* 2019. № 6. P. 140–143 (in Russian).
11. Wysocka M. Radon problems in mining and post-mining areas in Upper Silesia region, Poland. *Nukleonika.* 2016. Vol. 61. P. 307–313. DOI: 10.1515/nuka-2016-0051.
12. Ball T.K., Wysocka M. Radon in coalfields in the United Kingdom and Poland. *Archives of Mining Sciences.* 2011. Vol. 56. P. 249–264.
13. Klingel R., Kemski J. Influence of underground mining on the geogenic radon potential. 1999. P. 14.
14. Матвеев А.В., Автушко М.И., Карабанов А.К., Нечипоренко Л.А., Плюснин С.М. Влияние зон разрывных нарушений на концентрацию радона в почвенном воздухе на территории Беларуси // *Геохим. та рудоутв.* 2014. № 34. С. 69–77.
15. Матвеев А.В., Автушко М.И., Карабанов А.К., Нечипоренко Л.А., Плюснин С.М. Fault zones and their influence on the radon concentration in the soil air in the territory of Belarus // *Geochemistry and Ore Formation.* 2014. № 34. P. 69–77 (in Russian).
16. Астахов Н.Е., Бартанова С.В., Тубанов Ц.А. Радоновые аномалии некоторых зон разломов Бурятии как фактор радиационного риска // *Известия Самарского Научного Центра Российской Академии Наук.* 2015. Т. 17. № 5. С. 21–25.
17. Астахов Н.Е., Бартанова С.В., Тубанов Ц.А. Radon anomalies of some break zones in Buryatia as the factor of radiation risk // *Izvestiya Samarskogo Nauchnogo Centra Rossijskoj Akademii Nauk.* 2015. Vol. 17. № 5. P. 21–25 (in Russian).

УДК 550.42

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ В АККУМУЛЯЦИИ МЕДИ ДОННЫМИ ОТЛОЖЕНИЯМИ И ГИДРОБИОНТАМИ В БАССЕЙНЕ ВЕРХНЕГО И СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ПЕЧОРА

Мазур В.В., Доровских Г.Н.

*Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина,
Сыктывкар, e-mail: mazur_vikusya@mail.ru*

В работе представлены результаты определения содержания меди в донных отложениях, гидробионтах и гидрофитах из разных типов водоемов и их участков, относящихся к бассейну верхнего и среднего течения р. Печоры. Возрастающая степень антропогенной трансформации водных объектов меняет экологическую среду для многих видов организмов, что привело к росту научного интереса к разработке и применению экологических индикаторов. Разработка индикаторов необходима для оценки экологического состояния экосистемы при разработке нормативных документов и принятии управленческих решений в области охраны природы. Для определения зависимости содержания меди в донных осадках, рыбе и хвоще от течения воды и факторов, связанных с ним, был использован однофакторный и двухфакторный дисперсионный анализ; для установления степени корреляционной связи между концентрацией металла в гидробионтах, высшей водной растительности и донных отложениях применен ранговый критерий Крускала-Уоллиса. Влияние скорости течения воды и факторов, связанных с этим, на накопление меди в грунтах и биологических объектах из пойменных водоемов, согласно результатам двухфакторного дисперсионного анализа, статистически достоверно ($F = 110.6$; $\nu = 2$; $P < 0.01$). Также установлено, что аккумуляция меди в хвоще сопряжена с ее количеством в донных отложениях, тогда как связь концентрации меди в рыбе с таковой в иле и хвоще не доказана. Выявлена зависимость содержания меди в тушках голяна от наличия отложений ила в конкретном участке рассматриваемого бассейна. В период исследований во всех пунктах сбора материала по грунтам отмечено наличие значительных концентраций меди в донных отложениях, что связано с природными особенностями региона. Аккумуляция меди в старичных водоемах р. Печоры способствует мощному пласту ила, значительный подъем воды во время половодий, интенсивное зарастание водной растительностью и отсутствие течения.

Ключевые слова: медь, донные отложения, гидробионты, р. Печора, аккумуляция.

GEOECOLOGICAL ASPECT IN THE ACCUMULATION OF WATER AND BOTTOM SEDIMENTS AND HYDROBIONTS IN THE RIVER BASIN AND THE MIDDLE COURSE OF THE PECHORA RIVER

Mazur V.V., Dorovskikh G.N.

Pitirim Sorokin Syktyvkar State University, Syktyvkar, e-mail: mazur_vikusya@mail.ru

The results of determination of the copper content in the bottom sediments, aquatic organisms and hydrophytes from different types of reservoirs and their sections belonging to the pool of the upper and middle course of the Pechora River. The increasing degree of anthropogenic transformation of water bodies is changing the ecological environment for many species of organisms, which has led to an increase in scientific interest in the development and application of environmental indicators. This emphasis on indicators stems from the need to assess the ecological state of the ecosystem when making normative, managerial decisions. For determining the dependence of the content of copper to, horsetail, minnows of water flow and associated factors used univariate and two-factor analysis of variance; to establish the degree of correlation between the metal concentration in fish, aquatic vegetation and sediments applied rank Kruskal-Wallis test. The influence of water flow and factors associated with it on the accumulation of copper in soils and biological objects from floodplain water bodies according to the outcome of the two-factor dispersion analysis is statistically significant ($F = 110.6$; $\nu = 2$; $P < 0.01$). It was also found that the accumulation of copper in the horsetail is associated with its amount in bottom sediments, while the relationship between the concentration of copper in fish and that in silt and horsetail has not been proved. The dependence of the copper content in minnow carcasses on the intensity of sediment deposition in a specific area of the basin under consideration was revealed. During the study period, significant concentrations of copper in bottom sediments were noted at all material collection points for soils, which is associated with the natural features of the region. Accumulations of copper in the old reservoirs of the Pechora River contribute to a powerful layer of silt, a significant rise in water during floods, intensive overgrowing of aquatic vegetation and the absence of flow.

Keywords: copper, bottom sediments, hydrobionts, hydrophytes, Pechora River, accumulation

Район р. Печоры в верхнем течении относится участкам западных склонов Северного и Приполярного Урала и прилегающим территориям Печорской низменности, схожим по генезису, структуре и экосистемным характеристикам. На Урале, как известно, с середины XX века усиленно разрабатываются месторождения полезных ископаемых и проводится заготовка древе-

сины. Рост степени антропогенной нагрузки на эти территории меняет природную среду для многих видов организмов, что ведет к увеличению научного интереса к выявлению и использованию экологических индикаторов для оценки антропогенной нагрузки на природные территории. Потребность в таких индикаторах возникает также при оценке экологического состояния

экосистемы для принятия управленческих решений и создания нормативных документов. Фоновое содержание металлов желательно определять на территориях, не испытывающих антропогенного воздействия.

В связи с этим в качестве объектов исследования выбраны водные объекты, расположенные на территории Печоро-Илычского государственного биосферного заповедника.

Целью работы являлось выявление накопления Cu в донных отложениях, гидробионтах и гидрофитах из разных типов водоемов.

Физико-географические условия района исследования

Для Верхней Печоры характерно устойчивое русло, образованное древними террасами. Участки аллювиальной поймы сформированы лишь на аккумулятивных отрезках долины и в местах впадения притоков. Палеозойские породы девонского, каменноугольного и пермского возрастов, перекрытые сверху четвертичными отложениями, составляют основу исследуемых районов бассейна р. Печоры. Девонские отложения представлены карбонатными породами [1]. Характерной чертой верховьев р. Печоры являются сильно заиленные древние старицы, имеющие сообщение в нижних концах рукавов с руслом реки [2].

Водное питание Верхней Печоры в основном снеговое и дождевое, и лишь малую долю вносят грунтовые воды, следствием чего является слабая минерализация вод реки [1].

Река Большая Шайтановка на всем своем протяжении протекает по территории Печоро-Илычского биосферного заповедника. Большая часть русла Б. Шайтановки протекает по однородной заболоченной лесистой местности [3].

Материалы и методы исследования

Материалы были собраны в 2009–2010 гг. (третья декада июня – первая декада июля) из русловых и пойменных участков р. Печоры в верхнем и среднем течении (рис. 1).

Исследования выполнены в соответствии с требованиями ГОСТ 26929-94; ГОСТ 7631-85; ГОСТ 17.4.4.02-84; ГОСТ 17.8.1.02-88; ГОСТ 2874-82; ГОСТ 7731-85.

Для изучения pH, температуры и электропроводности воды использовали портативный анализатор «Анион-7051» (НПП «Инфраспек-Аналит», г. Новосибирск). Ошибка измерения $\text{pH} \pm 0,02$, O_2 – от 0 до 10 $\text{мгO}_2/\text{дм}^3 \pm 0,1$, от 10 до 20 $\text{мгO}_2/\text{дм}^3 \pm 0,2$, темпера-

туры – $\pm 0,1$, электропроводности – до 20 $\text{мСм}/\text{см} \pm 2\%$, более 20 $\text{мСм}/\text{см} \pm 4\%$.

Концентрацию металлов в образцах устанавливали на базе ЦКП научным оборудованием Воронежского государственного университета с использованием электронного сканирующего микроскопа JEOL JSM-6380 LV (Япония), оснащенного системой микроанализа INCA Energy 250 (Великобритания). Погрешность анализов 0,1–3,0%.

Все анализы выполнены в пяти повторностях. Каждая повторность представляет собой среднее значение в результате наложения пяти спектров.

Из участков р. Печоры в районе пос. Якша был собран хвощ болотный *Equisetum palustre* L., в других пунктах – хвощ речной *E. fluviatile* L. (syn.: *E. limosum*). Каждая анализируемая навеска хвоща составлена из смеси 10–20 растений.

Выборки гольяна *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758) формировали из равного числа самок и самцов. Каждая анализируемая навеска состояла из смеси 10–20 экз. рыб. Рыбу для пробы брали одного размера и возраста.

Для перерасчета концентрации металла от сухой (минерализованной) к сырой массе проб использовали коэффициент усушки ($K = 23,7 \pm 0,2$), полученный экспериментально. Коэффициент вычисляли как отношение сырой массы пробы к ее сухой массе.

Для установления зависимости накопления меди в донных осадках, гольяне и хвоще от течения воды и факторов, связанных с ним, использован однофакторный и двухфакторный дисперсионный анализ; для выявления степени корреляционной связи между концентрацией металла в рыбе, высшей водной растительности и донных отложениях применен ранговый критерий Крускала-Уоллиса.

В 1993–1994 гг. в Нидерландах приняты и опубликованы два вида экологических нормативов: «намеченный» (экологический) («Streewaarde» S) и «нормативы санации» («Interventiewaarde» I), на основании которых ранжируют донные отложения, почвы и грунтовые воды [цит. по: 4]. «Намеченным» (экологическим) стандартом является уровень стабильности экосистемы, при трансформации которого ей наносится ущерб. Превышение нормативов санации наносит вред окружающей среде и здоровью человека. В Российской Федерации предельно допустимые концентрации (ПДК) тяжелых металлов в донных отложениях на данный момент не назначены [5].



Рис. 1. Схематическое изображение района сбора материала.
 Русловые участки р. Печоры: P1 – район устья р. Гаревки; P2 – 1,0 км ниже устья р. Б. Шайтановки; P3 – 2,7 км выше пос. Якша; P4 – район пос. Якша.
 Пойменные водоемы р. Печоры: П1 – старица Манская; П2 – старица Кременная.
 Участки р. Б. Шайтановки: Ш1 – 5,0 км выше устья; Ш2 – 3,0 км выше устья; Ш3 – 0,2 км выше устья; Ш4 – стоянка лодок; Ш5 – старица

Результаты исследования и их обсуждение

Русло р. Печоры. Донные отложения из русла верхнего течения р. Печоры ($t_{st} = 1,235$; $P > 0,05$), а также из района устья р. Гаревки и пос. Якша ($t_{st} = 0,712$; $P \gg 0,05$), последнего пункта и точки в 1 км ниже устья р. Шайтановки ($t_{st} = 1,923$; $P > 0,05$), по содержанию меди статистически одинаковы. Ил из двух точек среднего течения р. Печоры ($t_{st} = 2,111$; $P < 0,05$) и из ее русла в районах в 1,0 км ниже устья р. Шайтановки и 2,7 км выше пос. Якша ($t_{st} = 3,517$; $P < 0,01$) по концентрации в них меди различный (табл. 1).

Аккумуляция Си в хвое из русла р. Печоры на участке от устья р. Б. Шайтановки и до пос. Якша ($t_{st} = 2,051$; $P > 0,05$) статистически одинакова. Содержание меди в гидрофитах из района устья р. Гаревки статистически достоверно отличается от такового из прочих пунктов русла р. Печоры ($t_{st} = 3,390-5,533$; $0,01 > P < 0,001$).

Накопление Си в рыбе из русла р. Печоры на участке между устьями р. Гаревки

и р. Б. Шайтановки ($t_{st} = 0,554$; $P \gg 0,05$), в обеих точках у пос. Якша ($t_{st} = 1,428$; $P > 0,05$) одинаково; различия в накоплении Си в гольяне из верхнего и среднего течения р. Печоры статистически достоверны ($t_{st} = 25,898-28,166$; $P < 0,001$).

Двухфакторный дисперсионный анализ позволил сделать вывод, что течение воды и факторы, связанные с ним ($F = 13,9$; $\nu = 2$; $P > 0,05$), не оказывают влияние на аккумуляцию меди в пробах из верхнего и среднего течения р. Печоры. Хотя эффект совместного действия этих причин на накопление Си в иле и биологических объектах присутствует ($F = 5726,0$; $\nu = 5$; $P \ll 0,001$).

Результаты однофакторного дисперсионного анализа показали, что влияние течения воды и факторов, связанных с ним, на содержание меди в гидробионтах достоверно ($F = 2401,0$; $\nu = 1$; $P \ll 0,05$), тогда как на таковое в донных отложениях ($F = 36,0$; $\nu = 1$; $P \gg 0,05$) и хвое ($F = 10,8$; $\nu = 1$; $P \gg 0,05$) нет.

Следует отметить, что нами не обнаружено публикаций других исследователей, характеризующих аккумуляцию тяжелых

металлов (ТМ) на территории Печоро-Илычского заповедника. В связи с этим для сравнения приведены реки, схожие по географо-климатическим характеристикам из источников [6–10] (табл. 1).

Русло р. Б. Шайтановки (рис. 2). В донных отложениях р. Б. Шайтановки, в нижнем ее 5-км отрезке (табл. 1), содержание меди примерно одинаково ($t_{st} = 0,344\text{--}1,465$; $P \gg 0,05$). В илах старицы концентрация Си значительно выше ($t_{st} = 17,883\text{--}19,397$; $P < 0,001$).

Концентрация Си в хвое из всех исследованных участков русла р. Б. Шайта-

новки ($t_{st} = 0,752$; $P \gg 0,05$) статистически одинакова. Содержание указанного металла в растениях из старицы в ее устьевой части достоверно ниже русловых участков ($t_{st} = 11,421\text{--}14,777$; $P < 0,001$).

Аккумуляция Си в гольяне из р. Б. Шайтановки на участках русла 3-й и 0,2 км ($t_{st} = 0,667$; $P \gg 0,05$), а также на последней точке и на стоянке лодок ($t_{st} = 2,195$; $P > 0,05$) статистически одинакова. Содержание этого металла в рыбе с 3-го км статистически достоверно ниже такового в особях из района стоянки лодок ($t_{st} = 2,879$; $P < 0,05$).

Таблица 1

Концентрация меди (Cu^{2+}) в донных отложениях, хвое и рыбе (мкг/г сух. массы для ДО и хвои и мкг/г сыр. массы для рыбы) из водоемов и их участков в бассейне верхнего и среднего течения реки Печора

Участки отбора проб	GPS	Объект исследования		
		Донные отложения	Хвощ	Рыба
Русловые участки р. Печоры				
Р-н устья р. Гаревка	62°03'36.5"N 58°28'20.4"E	240,0 ± 18,8	260,0 ± 19,0	7,2 ± 0,4
1,0 км ниже устья р. Б. Шайтановка	62°01'03.8"N 58°09'02.6"E	210,0 ± 15,4	450,0 ± 28,6	7,6 ± 0,4
2,7 км выше пос. Якша	61°48'58.5"N 56°53'10.9"E	310,0 ± 23,9	410,0 ± 27,3	27,4 ± 1,2
Р-н пос. Якша	61°49'03.8"N 56°50'45.2"E	260,0 ± 20,9	370,0 ± 26,3	28,7 ± 1,3
Пойменные водоемы р. Печоры				
Старица Манская	62°00'43.1"N 59°12'42.4"E	250,0 ± 20,3	490,0 ± 14,4	7,2 ± 0,3
Старица Кременная	62°04'54.3"N 58°26'10.6"E	310,0 ± 12,2	420,0 ± 17,9	8,4 ± 0,5
Участки р. Б. Шайтановка				
5,0 км выше устья	62°02'16.8"N 58°09'01.8"E	220,0 ± 17,4	570,0 ± 17,8	3,8 ± 0,2
3,0 км выше устья	62°02'09.5"N 58°09'51.1"E	190,0 ± 21,9	590,0 ± 19,8	7,6 ± 0,4
0,2 км выше устья	62°01'45.5"N 58°10'32.6"E	230,0 ± 16,3	570,0 ± 28,9	8,0 ± 0,3
Стоянка лодок	62°01'38.4"N 58°10'31.5"E	200,0 ± 19,1	ниже предела об- наружения	9,7 ± 0,4
Старица	62°01'38.6"N 58°10'25.6"E	680,0 ± 16,5	160,0 ± 21,3	3,8 ± 0,1
Участки сравнения				
р. Амур [6]	нет данных	135–158	–	–
р. Неглинка (г. Петрозаводск) [7]		74,0	–	–
р. Солонечная (гольян Лаговского (<i>Phoxinus lagowskii</i>)) [8]		–	–	4,0
Горьковское водохранилище (плотва (<i>Rutilus rutilus</i> L.)) [9]		–	–	11,2–18,5
10 дикорастущих видов рода хвоща, собранных на территории Красноярского края, Томской, Новосибирской, Кемеровской, Иркутской и Омской областей [10]		–	280,0– 1520,0	–

Наибольшие количества меди в донных отложениях и биологических объектах отмечены в старице и в районе стоянки лодок (рис. 2).



Рис. 2. Карта-схема района сбора материала в нижнем течении р. Б. Шайтановки:
1 – р. Печора; 2 – р. Шайтановка; 3 – старица;
4 – место отлова голяна из старицы;
5 – стоянка лодок, пристань; 6 – место отлова голяна из р. Шайтановки в 0,2 км от устья;
7 – устье р. Шайтановка; 8 – заливчик

Пойменные водоемы. В донных отложениях стариц Манская и Кременная содержание меди различается ($tst = 2,532$; $P < 0,05$). Концентрирование этого металла в илах пойменных водоемов р. Печоры существенно ниже такового в старице р. Б. Шайтановки ($tst = 16,437$ – $18,031$; $P < 0,001$).

Содержание Си в хвоще из старицы Манской выше, чем у такового из старицы Кременной ($tst = 3,043$; $P < 0,05$). В рас-

тениях из старицы р. Б. Шайтановки содержится меди существенно меньше, чем в хвоще из пойменных водоемов р. Печоры ($tst = 169,352$ – $12,840$; $P < 0,001$).

Концентрация Си в рыбе из стариц Манская и Кременная статистически одинакова ($tst = 1,431$; $P > 0,05$). У рыбы из низовой р. Б. Шайтановки в районе стоянки лодок содержание меди статистически такое же, как у голяна из Кременной старицы ($tst = 1,355$; $P > 0,05$), и выше, чем у гидробионтов из старицы Манской ($tst = 3,1703$; $P < 0,01$).

Влияние течения воды и факторов, связанных с ним, на накопление меди в грунтах и биологических объектах из пойменных водоемов, согласно результатам двухфакторного дисперсионного анализа, статистически достоверно ($F = 110,6$; $v = 2$; $P < 0,01$).

Определено фоновое содержание Си в донных отложениях и биологических объектах из разных типов водоемов и их участков в бассейне верхнего и среднего течения р. Печоры.

Донные отложения водоемов, аккумулируя и концентрируя ТМ и другие загрязнители, служат характерным индикатором загрязнения среды. Выявление природных концентраций ТМ в донных отложениях дает возможность судить о загрязненности водоемов. ТМ, концентрирующиеся в донных отложениях, могут стать причиной вторичного загрязнения водных объектов [11].

Индикатором уровня загрязненности может являться коэффициент обогащения, определяющий, в каком размере концентрация ТМ в илах превосходит их кларковые или фоновые показатели и критерии санации [4; 5; 12].

В период исследований во всех пунктах сбора материала по грунтам отмечено превышение ПДК и нормативов санации Си для донных отложений (табл. 2).

Таблица 2

Нормативы для донных отложений

Показатель	Кларки литосферы [13]	Пресноводные донные отложения, не подверженные антропогенному воздействию [цит. по: 12]	Экологические нормативы (ПДК) и нормативы санации для донных отложений, принятые в Нидерландах [цит. по: 4]	
			S ¹	I ²
Содержание Си в иле, мкг/г сухой массы	47,0	43,0	35	190
Коэффициент обогащения	1,9–14,5	2,1–15,8	2,6–19,4	0,5–3,6

Примечания.

¹Экологические нормативы для донных отложений.

²Критерии санации для донных отложений.

(Концентрация ТМ в донных отложениях в мкг/г нормирована по универсальному стандартному образцу, включающему 10 % биологического вещества и 25 % частиц размером < 2 мкм).

Кларковым уровнем в земной коре для Си является 57 мкг/г [13]. В полнокристаллических сланцеватых горных породах Си 35–50 мкг/г, метаморфических сланцах 44–60 мкг/г и прочих породах, имеющих примеси сульфидных руд, 200–300 мкг/г. Причиной поступления Си в донные отложения являются отложения четвертичного возраста, в которых ее валовая концентрация превосходит кларковые значения для данного металла [14]. Тем не менее выявлено, что концентрация меди в илах р. Печоры выше представленных значений ее содержания в разных горных породах.

Проведенные исследования выявили максимальную концентрацию Си в донных отложениях из старицы вблизи устья р. Б. Шайтановки, что свидетельствует о неблагоприятной экологической ситуации на этой территории бассейна р. Печоры.

Значительное количество Си в старицы поступает, по-видимому, в периоды половодий. В результате размывания берегов, преодолевая почвенный слой, воды насыщаются взвесями и осадками, вовлекая в водную миграцию ТМ, существенная часть которых включена в состав именно тонких почвенных частиц. Чем меньше размер фракций илов, тем выше содержание практически всех ТМ [15]. Металлы, находясь в ионной форме, способны довольно быстро переходить в коллоидную форму и взвеси, кото-

рым присущи значительные сорбционные свойства. По этой причине в илах водных объектов концентрируются различные химические вещества из водной толщи [16]. Доказательством того, что ТМ проникают в пойменные водоемы большей частью в составе коллоидов и взвесей, служат малые величины удельной электропроводности воды вблизи устья р. Гаревки, старице Кременной и старице р. Б. Шайтановки (табл. 3). То есть наиболее низкие значения удельной электропроводности обнаружены на участках наиболее интенсивной седиментации. Усиленный рост в старицах водной, околородной и полуродной растительности способствует аккумуляции в водных объектах продуктов распада гидрофитов, что также содействует концентрированию ТМ в этих районах бассейна р. Печоры.

В донных осадках р. Б. Шайтановки, в ее приустьевом 5-км участке (табл. 1), концентрация Си примерно одинакова. Указанный участок реки протекает на однотипной заболоченной лесистой территории. Вымываемые горные породы залегают значительно выше обследуемого участка. В илах старицы р. Б. Шайтановки концентрация Си наиболее высока. В период половодий старица затопляется водами и р. Б. Шайтановки, и р. Печоры. В результате в ее донные отложения попадают коллоиды и взвеси двух водотоков.

Таблица 3
Характеристики некоторых водотоков в бассейне Верхней и Средней Печоры

Водоем и его участки	Дата	Температура воды, °С	pH	Удельная электропроводность, мСм/см	Минерализация, мг/дм ³	Перманганатная окисляемость, мгО ₂ /дм ³
р. Печора						
выше Манской курьи	03.07.2010	18,8	8,9 ± 0,1	38,5 ± 6,4	нет данных	нет данных
Манская курья	03.07.2010	18,3	8,8 ± 0,1	34,6 ± 1,5	нет данных	нет данных
устье р. Гаревки	03.07.2010	7,6	8,4 ± 0,1	28,0 ± 3,1	35,6	19,3
Кременная курья	03.07.2010	21,3	8,9 ± 0,1	22,2 ± 6,6	нет данных	нет данных
1,0 км ниже устья р. Шайтановки	05.07.2010	15,3	8,1 ± 0,2	44,2 ± 17,9	нет данных	нет данных
2,7 км выше пос. Якша	27.06.2010	18,9	8,1 ± 0,1	41,4 ± 14,8	82,0	3,73
район пос. Якша	26.06.2010	16,3–22,5	7,6 ± 0,3	41,2 ± 15,6	100,0	4,6
р. Б. Шайтановка						
район стоянки лодок	02.07.2010	9,1	8,7 ± 0,02	37,6 ± 13,8	до 50	5,9
старица	01.07.2010	7,1	8,4 ± 0,03	23,6 ± 6,4		
0,2 км выше устья	30.06.2010	7,2	8,5 ± 0,05	62,2 ± 6,7		
2,5 км выше устья	01.07.2010	5,9	8,7 ± 0,03	48,6 ± 2,5		
3,0 км выше устья	07.07.2010	10,4	8,7 ± 0,1	35,5 ± 2,2		
5,0 км выше устья	06.07.2010	8,8	8,4 ± 0,2	45,6 ± 3,2		

Концентрация Cu в хвое, произрастающем по берегам р. Б. Шайтановки, выше, чем в таковом с берегов р. Печоры ($t_{st} = 3,428-5,789$; $0,01 > P > 0,001$). Значительно ниже концентрация этого элемента у гидрофитов, произрастающих вблизи устья р. Гаревки. Наиболее низкое содержание указанного металла выявлено в хвое из пойменной в устьевой части р. Б. Шайтановки. Концентрация Cu в растениях статистически достоверно сопряжена с ее содержанием в донных осадках ($r_s = 0,679$; $t_{st} = 2,613$; $P < 0,05$). Во всех изученных точках количество Cu в хвое значительно выше, чем в донных отложениях, и только в старице р. Б. Шайтановки установлена противоположная зависимость.

Содержание Cu, приходящееся на единицу веса рыбы из р. Б. Шайтановки (точки отбора в 3,0 и 0,2 км от устья) и русла Верхней Печоры, статистически одинаково ($t_{st} = 0,680-1,274$; $P >> 0,05$). В то же время концентрация Cu в гольяне, отловленном в районе стоянки лодок, выше таковой у рыб из русла верхнего течения р. Печоры ($t_{st} = 2,463-3,334$; $P < 0,05$).

В Российской Федерации нормативы, устанавливающие предельные концентрации меди для донных отложений, не разработаны. Зачастую проводится сравнение содержания ТМ в донных осадках с предельно допустимыми концентрациями для почвенного горизонта. Хотя в некоторых странах такие нормативы существуют, например, в Польше предельные значения содержания Cu в донных осадках составляют 150 мкг/г [17].

Выводы

Определено фоновое содержание Cu в донных отложениях, хвое и гольяне из разных типов водоемов и их участков в бассейне верхнего и среднего течения р. Печоры. Особенности стариц р. Печоры, такие как значительный подъем воды во время половодий, интенсивное зарастание водной растительностью и отсутствие течения, способствуют развитию мощного пласта ила, который аккумулирует в себе Cu. Кумуляция Cu в хвое сопряжено с ее количеством в донных отложениях, тогда как связь концентрации Cu в рыбе с таковой в донных отложениях и хвое не доказана. Отмечена зависимость содержания Cu в тушках гольяна от интенсивности отложения ила в конкретном участке рассматриваемого бассейна.

Список литературы / References

1. Власова Т.А. Гидрохимия главных рек Коми АССР. Сыктывкар: Коми науч. центр УрО АН СССР, 1988. 152 с.

Vlasova T.A. Hydrochemistry of the main rivers of the Komi Autonomous Soviet Socialist Republic. Syktyvkar: Komi nauch. centr UrO AN SSSR, 1988. 152 p. (in Russian).

2. Батурина М.А., Кононова О.Н., Фефилова Е.Б., Хохлова Л.Г., Зиновьева А.Н. Изученность водных беспозвоночных крупных рек Республики Коми (Печора и Вычегда) // Известия Коми научного центра УрО РАН. 2016. № 3 (27). С. 42–53.

Baturina M.A., Kononova O.N., Fefilova E.B., Khokhlova L.G., Zinoviev A.N. Level of Study of Aquatic Invertebrates of the Komi Republic Large Rivers (Pechora and Vychegda) // Izvestiya Komi nauchnogo centra UrO RAN. 2016. № 3 (27). P. 42–53 (in Russian).

3. Москвиченко Д.В. Ландшафтно-геохимические особенности Приполярного и Северного Урала // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. 2010. № 10. С. 197–209.

Moskovchenko D.V. Landscape-geochemical features of the Subpolar and of the Northern Urals // Vestnik ekologii, lesovedeniya i landshaftovedeniya. 2010. № 10. P. 197–209 (in Russian).

4. Голинская Л.В. Оценка содержания ряда металлов в донных отложениях водоемов восточного Оренбуржья // Вестник ОГУ. 2009. № 6(100). С. 558–559.

Golinskaya L.V. Estimation of the content of a number of metals in the bottom sediments of the reservoirs of the eastern Orenburg region // Vestnik OGU. 2009. № 6 (100). P. 558–559 (in Russian).

5. Голинская Л.В. Эколого-генотоксический мониторинг состояния водных экосистем на территории Оренбургской области: автореф. дис. канд. биол. наук. Оренбург, 2011. 28 с.

Golinskaya L.V. Ecological and genotoxic monitoring of the state of aquatic ecosystems in the Orenburg region: avtoref. dis kand. biol. nauk. Orenburg, 2011. 28 p. (in Russian).

6. Чижикина Н.П., Сиротский С.Е., Харитонов Г.В., Манучаров А.С., Коновалова Н.С., Уткина Е.В. Минералогический и химический состав тонкодисперсной части донных отложений р. Амур // Почвоведение. 2011. № 7. С. 848–860.

Chizhikova N.P., Sirotsky S.E., Kharitonova G.V., Manucharov A.S., Konovalova N.S., Utkina E.V. Mineralogy and chemistry of finely dispersed bottom sediments in the Amur River // Eurasian Soil Science. 2011. V. 44. № 7. P. 781–793. DOI: 10.1134/S1064229311070039.

7. Слукровский З.И. Геоэкологическая оценка состояния малых рек крупного промышленного города по данным о содержании тяжелых металлов в донных отложениях // Метеорология и гидрология. 2015. № 6. С. 81–88.

Slukovsky Z.I. Geoecological assessment of small rivers in the big industrial city based on the data on heavy metal content in bottom sediments // Russian Meteorology and Hydrology. 2015. T. 40. № 6. P. 420–426. DOI: 10.3103/S1068373915060084.

8. Зубарев В.А., Бурик В.Н. Гидрохимическая характеристика рек Еврейской автономной области и содержание тяжелых металлов в жабрах гольяна (*Phoxinus lagowskii*) // Региональные проблемы. 2019. Т. 22. № 1. С. 31–37. DOI: 10.31433/2618-9593-2019-22-1-31-37.

Zubarev V.A., Burik V.N. Hydrochemical characteristics of the rivers of the Jewish Autonomous Region and the content of heavy metals in the gills of minnow (*Phoxinus lagowskii*) // Regional'nye problemy. 2019. V. 22. № 1. P. 31–37 (in Russian).

9. Лобанова Т.А. Сезонные особенности накопления тяжелых металлов промысловыми видами рыб // Вестник КГУ им. Н.А. Некрасова. 2008. № 3. С. 22–24.

Lobanova T.A. Seasonal features of the accumulation of heavy metals by commercial fish species // Vestnik KGU im. N.A. Nekrasova. 2008. № 3. P. 22–24 (in Russian).

10. Коломиец Н.Э., Агеева Л.Д., Абрамец Н.Ю. Элементный состав видов рода *Equisetum* L. // Фундаментальные исследования. 2014. № 8–6. С. 1418–1421.

Kolomiets N.E., Ageeva L.D., Abramets N.Yu. The elemental composition of species of the genus *Equisetum* L. // Fundamental research. 2014. № 8–6. P. 1418–1421 (in Russian).

11. Даувальтер В.А., Кашулин Н.А., Сандимиров С.С., Раткин Н.Е. Оценка баланса тяжелых металлов (Ni и Cu) на водосборе субарктического озера (на примере Чунозера) // Вестник МГТУ. 2009. Т. 12. № 3. С. 507–515.
- Dauvalter V.A., Kashulin N.A., Sandimirov S.S., Ratkin N.E. Assessment of the balance of heavy metals (Ni and Cu) on the catchment of a subarctic lake (Chunozero as an example) // Vestnik MGTU. 2009. V. 12. № 3. P. 507–515 (in Russian).
12. Галатова Е.А., Шестаков А.Ю., Капанадзе Г.Д. Особенности накопления и распределения экотоксикантов в донных отложениях и водорослях // Биомедицина. 2010. № 5. С. 58–62.
- Galatova E.A., Shestakov A.Yu., Kapanadze G.D. Features of the accumulation and distribution of ecotoxicants in bottom sediments and algae // Biomedicina. 2010. № 5. P. 58–62 (in Russian).
13. Алексеев В.А. Экологическая геохимия. М.: Логос, 2000. 627 с.
- Alekseenko V.A. Environmental Geochemistry. M.: Logos, 2000. 627 p. (in Russian).
14. Ежов А.Ю. Медь и никель в ландшафтах северо-запада Кольского полуострова // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2011. № 1. С. 89–94.
- Yezhov A.Yu. Copper and nickel in the landscapes of the north-west of the Kola Peninsula // Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Estestvenny'e nauki.. 2011. № 1. P. 89–94 (in Russian).
15. Хажеева З.И., Пронин Н.М., Раднаева Л.Д., Дугаров Ж.Н., Урбазаева С.Д. Особенности накопления тяжелых металлов в воде, донных отложениях и биоте залива Черкалов сор оз. Байкал // Химия в интересах устойчивого развития. 2005. Т. 13. № 1. С. 95–102.
- Khazheeva Z.I., Pronin N.M., Radnaeva L.D., Dugarov Zh.N., Urbazaeva S.D. Features of the accumulation of heavy metals in water, bottom sediments and biota of Cherkalov Bay litter lake. Baikal // Himiya v interesah ustojchivogo razvitiya 2005. V. 13. № 1. P. 95–102 (in Russian).
16. Кузина Г.Ш., Янтурин С.И. Исследование загрязнения тяжелыми металлами донных отложений верхнего течения р. Урал // Вестник ОГУ. 2009. № 6 (100). С. 582–584.
- Kuzhina G.Sh., Yanturin S.I. Study of heavy metal pollution of bottom sediments of the upper river. Ural // Vestnik OGU. 2009. No. 6 (100). P. 582–584 (in Russian).
17. Wojtkowska M., Karwowska E., Chmielewska I., Bekenova K., Wanot E. Copper and cadmium in bottom sediments dredged from Wyścigi Pond, Warsaw, Poland—contamination and bioaccumulation study. Environ Monit Assess. 2015. Vol. 187: 737. P. 1–9. DOI: 10.1007/s10661-015-4945-0.

УДК 911.2:911.52:502:504.54:519.876

**ЗЕМЕЛЬНЫЕ УГОДЬЯ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ОКРУГОВ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ****Мазуркин П.М.***Поволжский государственный технологический университет, Йошкар-Ола, e-mail: kaf_po@mail.ru*

Иерархию федеральных округов и субъектов федерации внутри каждого округа предложено выявлять по занимаемым местам, получаемым на основе распределений площади земельных угодий по территориальному и экологическому принципам. Причем эти два принципа рассмотрены на множествах федеральных округов Российской Федерации. Территориальный принцип присущ всему живому и определяется наращиванием вокруг себя площади территории. Этот принцип гласит: чем больше площадь земель, тем лучше. Угодья – это земли, систематически используемые или пригодные к использованию для конкретных хозяйственных целей и отличающиеся по природно-историческим признакам (ГОСТ 26640-85). Тогда земельные угодья являются территориями, на которые притязания установил сам человек (антропологический принцип). Эти притязания по территориальному принципу ныне являются явно неуправляемыми самим человеком внутри государств. Но в будущем будет преобладать экологический принцип, который учитывает человека только как часть природы. При этом территории государств по поправке в Конституцию РФ принимаются неизбывными. Это означает, что необходимо выявлять закономерности распределений угодий вначале по федеральным округам, затем по субъектам Федерации в них и, наконец, по муниципалитетам у каждого субъекта. Приведены высокоадекватные формулы тренда, как частного случая волнового уравнения, на основе модифицированного нами закона Лапласа (в математике), Мандельброта (в физике), Ципфа-Перла (в биологии) и Парето (в эконометрии). Показаны графики закономерностей некротного фрактального распределения по модифицированному закону Мандельброта площади земельных угодий федеральных округов. Адекватность их равна более 0,95.

Ключевые слова: федеральные округа, угодья, площадь, экологический принцип, закономерности**LAND AREAS IN THE FEDERAL DISTRICTS OF THE RUSSIAN FEDERATION****Mazurkin P.M.***Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola, e-mail: kaf_po@mail.ru*

It is proposed to identify the hierarchy of federal districts and constituent entities of the federation within each constituency according to occupied places, obtained on the basis of the distribution of land area according to territorial and environmental principles. Moreover, these two principles are considered in the sets of federal districts of the Russian Federation. The territorial principle is inherent in all living things and is determined by building up the area of the territory around itself. This principle says: the larger the land area, the better. Land is land that is systematically used or suitable for use for specific economic purposes and differing in natural-historical features (GOST 26640-85). Then land plots are the territories on which claims were established by man himself (anthropological principle). These territorial claims are now clearly unmanageable by man within states. But in the future, the ecological principle will prevail, which takes into account man only as part of nature. At the same time, the territories of states, as amended by the Constitution of the Russian Federation, are accepted as unshakable. This means that it is necessary to identify patterns of land distribution, first by federal districts, then by federal subjects in them, and, finally, by municipalities of each subject. Highly adequate trend formulas are given as a special case of the wave equation based on the Laplace law (in mathematics), Mandelbrot (in physics), Zipf-Pearl (in biology) and Pareto (in econometrics) modified by us. The graphs of regularities of multiple fractal distribution according to the modified Mandelbrot law of the land area of federal districts are shown. Their adequacy is equal to more than 0.95.

Keywords: federal districts, lands, area, environmental principle, laws

Угодья – это земли, систематически используемые или пригодные к использованию для конкретных хозяйственных целей и отличающиеся по природно-историческим признакам [1; 2]. Таким образом, хозяйственные цели людей становятся главенствующими в земельных отношениях между людьми, а также между человеком и остальными составляющими природы (антропоцентризм). Биологический центризм полагает, что человек наравне с другими существами является равноправной частью природы.

Земельные ресурсы на территории России по их пригодности для различных

видов землепользования классифицируются следующим образом [3]: по категориям земель; по видам угодий; по качественному и экологическому состоянию; по административно-территориальной принадлежности; по формам собственности. По современному хозяйственному использованию из состава земельных угодий, прежде всего, выделяют: 1) сельскохозяйственные угодья, т.е. земли, фактически или потенциально используемые для производства сельскохозяйственной продукции; 2) несельскохозяйственные – другие виды угодий, не используемые в сельском хозяйстве. Несельскохозяйственные угодья

подразделяются на следующие виды угодий: 6. Лесные земли; 7. Лесные насаждения, не входящие в лесной фонд; 8. Под водой; 9. Земли застройки; 10. Под дорогами; 11. Болота; 12. Нарушенные земли; 13. Прочие земли [3].

Цель исследования: устойчивые закономерности, выявленные методом идентификации [4], распределений площади на 01.01.2019 [5] в федеральных округах (ФО) по территориальному и экологическому принципам несельскохозяйственных видов угодий ($s_6 \dots s_{13}$).

Из таблиц [5] было выделено приложение 2 в части видов несельскохозяйственных угодий. Площадь земель в целом по семи категориям, а также площадь земель сельскохозяйственного назначения (первая категория), включая сельскохозяйственные угодья и их виды (1. Пашня; 2. Залежь; 3. Многолетние насаждения; 4. Сенокосы; 5. Пастбища), требуют отдельного выявления закономерностей по распределениям.

Колебания (вейвлет-сигналы) записываются волновой формулой [4] вида

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

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

$$p_i = a_{5i} + a_{6i} x^{a_{7i}}, \quad (1)$$

где y – показатель (зависимый фактор), i – номер составляющей модели (1), m – количество членов в модели (1), x – объясняющая переменная (влияющий фактор), $a_1 \dots a_8$ – параметры модели (1), принимающие числовые значения в ходе структурно-параметрической идентификации в программной среде CurveExpert-1.40 (URL: <http://www.curveexpert.net/>), A_i – амплитуда (половина) вейвлета (ось y), p_i – полупериод колебания (ось x).

В частном случае при условии a_5 равно много больше периода измерений получается тренд (тенденция). Тогда остается амплитуда (половина) $y = A = a_1 x^{a_2} \exp(-a_3 x^{a_4})$, которая при условиях $a_2 = 0$ и $a_4 = 1$ превращается в общеизвестный закон $y = a_1 \exp(-a_3 x)$ Лапласа (в математике), Мандельброта (в физике), Ципфа-Перла (в биологии) и Парето (в эконометрике). Нами применяется модифицированная конструкция $y = a_1 \exp(-a_3 x^{a_4 \neq 1})$.

Мандельброт показал фрактальное распределение физических объектов на многих примерах. Применяя модифицированный нами закон Мандельброта $y = a_1 \exp(-a_3 x^{a_4})$ для некротных распределений, в статье по-

кажем распределения федеральных округов [5] по площади несельскохозяйственных земельных угодий.

Некротное (вещественное) распределение площади земель по разным территориальным единицам происходит по закономерности

$$s = a \exp(-bR^c), \quad (2)$$

где s – площадь земельного угодья, тыс. га, R – ранг ($R = 0, 1, 2, 3, \dots$), a, b, c – параметры модели (2), принимающие числовые значения в программной среде CurveExpert-1.40 [4] (URL: <http://www.curveexpert.net/>) по статистическим данным: причем a – начало (для $R = 0$) ряда, b – активность и c – интенсивность экспоненциального (фрактального) снижения.

Территориальный принцип

Этот принцип присущ всему живому и определяется желанием нарастить вокруг себя площадь территории проживания. Тогда этот принцип гласит: *чем больше площадь земель, тем лучше*. В итоге получается закон распределения (2).

В табл. 1 приведены ранги распределения земель, $R = 0$ присваивается территории и категориям земель всей Российской Федерации. Тогда ФО распределяются по местам.

Таблица 1
Ранги федеральных округов РФ по не с/х угодьям

Федеральный округ	Ранги площади по видам угодий							
	6	7	8	9	10	11	12	13
Россия	0	0	0	0	0	0	0	0
1. Центральный	6	5	7	1	2	5	4	8
2. Северо-Западный	3	4	4	7	5	4	5	3
3. Южный	7	7	6	4	7	7	7	5
4. Северо-Кавказск.	8	8	8	8	8	8	8	6
5. Приволжский	5	6	5	2	1	6	6	7
6. Уральский	4	2	2	5	4	2	1	4
7. Сибирский	2	3	3	3	3	3	3	2
8. Дальневосточный	1	1	1	6	6	1	2	1

Ранг значений становится влияющей переменной, а зависимым показателем – площадь угодий (тыс. га). Например, Дальневосточный ФО занимает первые места по лесным землям и лесным насаждениям, не входящим в лесной фонд, а также под водой, болотам и прочим землям.

Параметры модифицированного закона Мандельброта (2) даны в табл. 2.

Высокая адекватность по коэффициенту корреляции показывает, что распределение угодий ФО подчиняется фрактальному модифицированному закону Мандельброта (рис. 1). Кроме болот, ко-

эффициент корреляции выше 0,99. А распределение площади болот, как видно из табл. 3, является более сложным (рис. 2) по конструкции модели (1) асимметричного вейвлета.

Таблица 2

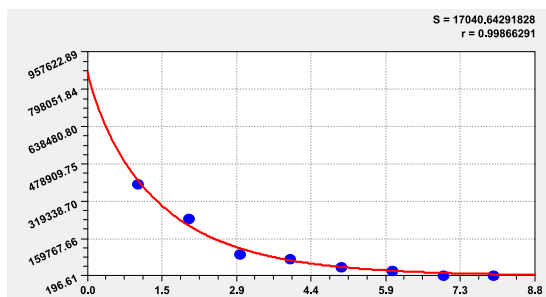
Параметры модели распределения земель РФ

Виды несельскохозяйственных земель	Параметры модели (2)			Коэф. корр. r
	a	b	c	
Лесные земли s_6 , т. га	869769,45	0,76303	0,87731	0,9986
Лесные насаждения s_7	26248,312	1,09767	0,51759	0,9966
Земли под водой s_8	72119,477	1,04235	0,56289	0,9928
Земли застройки s_9	6111,3357	1,48712	0,26777	0,9981
Под дорогами s_{10}	8115,0764	1,44787	0,28136	0,9984
Болота s_{11}	153915,02	1,03360	0,54890	0,9778
Нарушенные земли s_{12}	1071,2873	1,27568	0,38472	0,9934
Прочие земли s_{13}	362012,77	0,55488	1,31210	0,9989

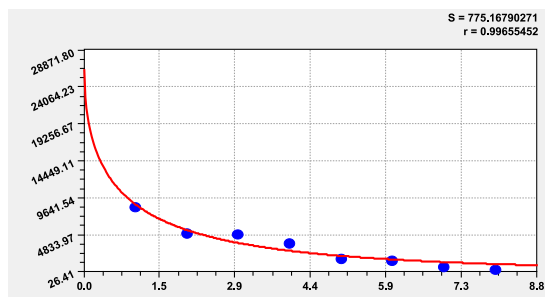
Таблица 3

Параметры (1) распределения площади болот по федеральным округам России

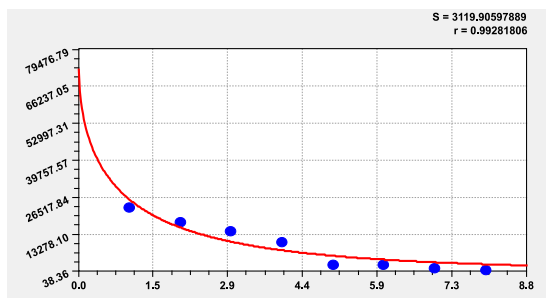
Номер i	Вейвлет $y_i = a_{1i}x^{a_{2i}} \exp(-a_{3i}x^{a_{4i}}) \cos(\pi x / (a_{5i} + a_{6i}x^{a_{7i}}) - a_{8i})$								Коэф. корр. r
	Амплитуда (половина) колебания				Полупериод колебания			Сдвиг	
	a_{1i}	a_{2i}	a_{3i}	a_{4i}	a_{5i}	a_{6i}	a_{7i}		
1	154527,86	0	1,28857	0,54890	0	0	0	0	0,9992
2	-13300,0795	5.01317	1,57311	1	4,69595	0	0	-1,50403	



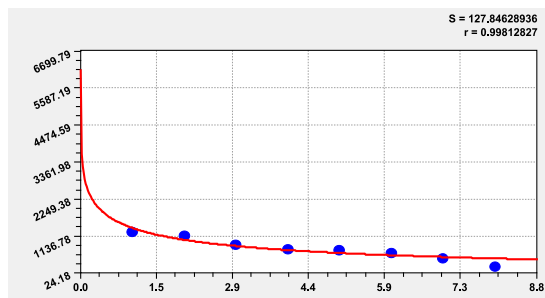
Лесные земли



Лесные насаждения, не входящие в лесной фонд



Земли под водой



Земли застройки

Рис. 1. Графики распределения ФО по долям земельных угодий (в правом верхнем углу: S – стандартное отклонение; r – коэффициент корреляции)

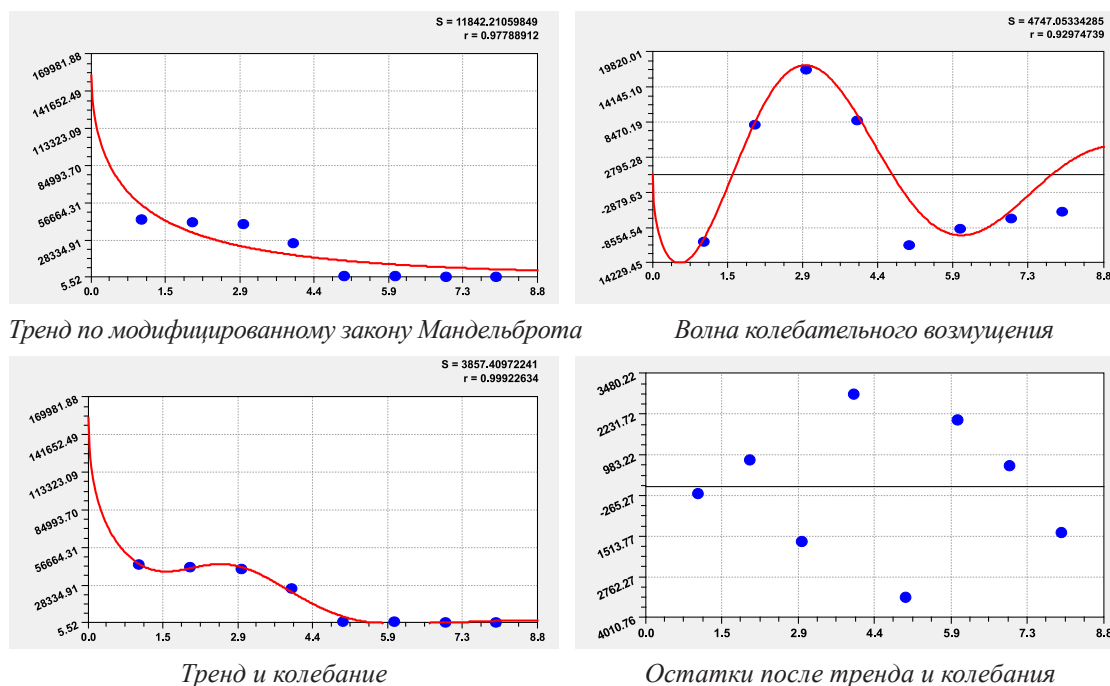


Рис. 2. Графики распределения ФО по долям площади болот

Ранги по табл. 1 нельзя складывать, так как виды угодий имеют разную векторную ориентацию. При этом складывать можно относительные величины одной ориентации.

Экологический принцип

Каждый человек и всё живое стремится к лучшему в жизни, поэтому возможны всего два варианта векторных ориентаций в поведении [4]: а) лучше меньше (да лучше) для антропогенных объектов; б) лучше больше (и это благо) для природы.

В табл. 4 приведены векторные экологические ориентиры изменений видов несельскохозяйственных угодий любого федерального округа России (аналогично и в мире).

Таблица 4
Направленность видов угодий

Виды несельскохозяйственных земель	Меньше – лучше	Больше – лучше
Лесные земли s_6	–	+
Лесные насаждения s_7	–	+
Земли под водой s_8	–	+
Земли застройки s_9	+	–
Под дорогами s_{10}	+	–
Болота s_{11}	–	+
Нарушенные земли s_{12}	+	–
Прочие земли s_{13}	+	–

Первые три вида угодий относятся к природным объектам. К ним же относятся болота. Земли застройки и под дорогами являются антропогенными объектами. Нарушенные земли могут быть природно-антропогенными объектами. Прочие земли имеют неопределенный характер классификации, и поэтому их следует отнести к отходам неэкологического хозяйства человека.

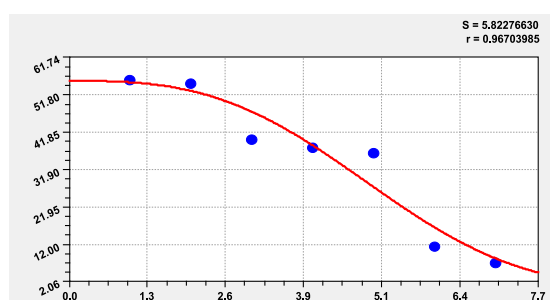
Доли земельных угодий (табл. 5) вычисляются по каждому виду земельных угодий так: $\alpha_{jk} = 100S_{jk} / S$, где j – номер ФО (табл. 1), k – номер вида земельных угодий (табл. 1); S – площадь вида угодий ФО [5].

Первое место по соблюдению экологического принципа в землепользовании занимает Уральский ФО. А второе место получают два федеральных округа – Северо-Западный и Сибирский. Однако два вида угодий (6. Лесные земли и 7. Лесные насаждения, не входящие в лесной фонд) имеют только юридическое разделение, а по природной сущности относятся к природным лесам. Поэтому для моделирования их объединили и получили значения «все леса». Тогда места и сумма рангов по федеральным округам определилась так: 1. Центральный 7 (41); 2. Северо-Западный 2 (18); 3. Южный 5 (35); 4. Северо-Кавказский 7 (41); 5. Приволжский 6 (36); 6. Уральский 4 (20); 7. Сибирский 3 (19); 8. Дальневосточный 1 (14).

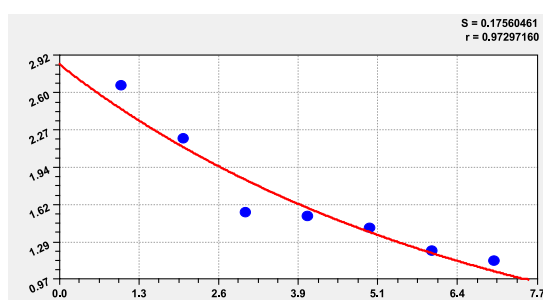
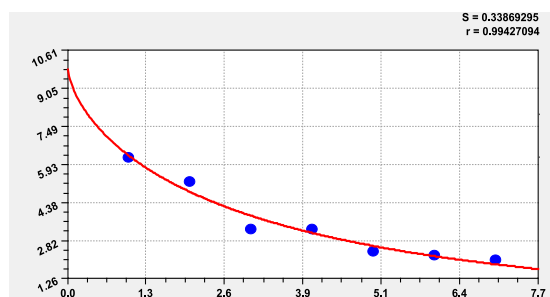
Таблица 5

Распределение мест среди федеральных округов России по земельным угодьям

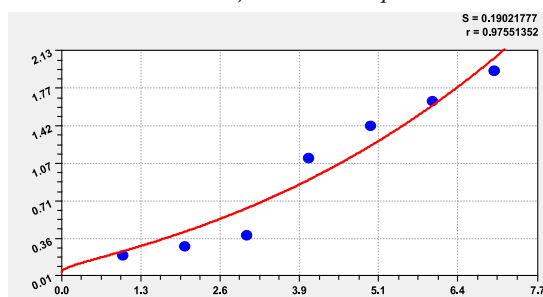
j	S_6		S_7		S_8		S_9		S_{10}		S_{11}		S_{12}		S_{13}		Σi	Место I
	i	α	i	α	i	α	i	α	i	α	i	α	i	α	i	α		
РФ		50,85		1,53		4,22		0,36		0,47		9,02		0,06		20,52		
1	5	36,35	1	2,66	7	2,04	7	1,94	7	2,21	4	1,90	7	0,25	0	1,48	38	6
2	2	54,91	2	2,20	1	6,23	2	0,29	3	0,53	1	15,22	4	0,07	5	16,49	20	2
3	7	7,03	4	1,52	2	5,24	6	1,65	4	1,61	5	1,15	2	0,05	2	6,43	32	4
4	6	11,54	3	1,55	6	2,25	5	1,42	5	1,71	7	0,32	3	0,06	3	10,21	38	6
5	4	37,74	5	1,42	5	2,37	4	1,12	6	1,74	6	0,87	5	0,08	1	1,59	36	5
6	3	39,96	0	2,76	0	9,83	3	0,39	2	0,49	0	23,07	6	0,14	4	14,36	18	1
7	1	55,68	7	1,13	3	3,32	1	0,20	1	0,30	2	9,23	1	0,04	6	19,59	22	3
8	0	56,77	6	1,22	4	3,29	0	0,09	0	0,11	3	6,32	0	0,03	7	29,45	20	2



Доля лесных земель

Доля лесных насаждений,
не входящих в лесной фонд

Доля земель под водой



Доля земель застройки

Рис. 3. Графики распределения ФО по долям земельных угодий

Параметры по экспоненциальным законам (2) даны в табл. 6 (рис. 3 и 4).

По данным табл. 6 адекватность закона (2) по коэффициенту корреляции составляет более 0,95, то есть формула (2) получает уровень адекватности «сильнейшая связь» для распределений площади угодий ФО России по территориальному и экологическому принципам. Как показывают графики на рис. 1–4 и остатки от формул с параметрами в табл. 2 и 6, возможно для всех видов земельных угодий выявлять волновые закономерности.

Причем, как видно из табл. 6, чем меньше коэффициент корреляции тренда, тем выше амплитуда колебания. Колебание по-

казывает волнение при принятии решений по структуре угодий.

В табл. 7 и на рис. 5 показаны относительно сильные колебательные возмущения у двух видов земельных угодий.

Из-за равенства количества ФО количеству идентифицируемых параметров модели (не более 8) коэффициент корреляции становится равным 1. Из графика суммарных рангов видно, что три ФО резко отклоняются от тренда. Ниже тренда по экологическому принципу распределения оказываются два ФО (7. Сибирский и 3. Южный), а выше тренда (ухудшение несельскохозяйственных угодий) находится Приволжский федеральный округ.

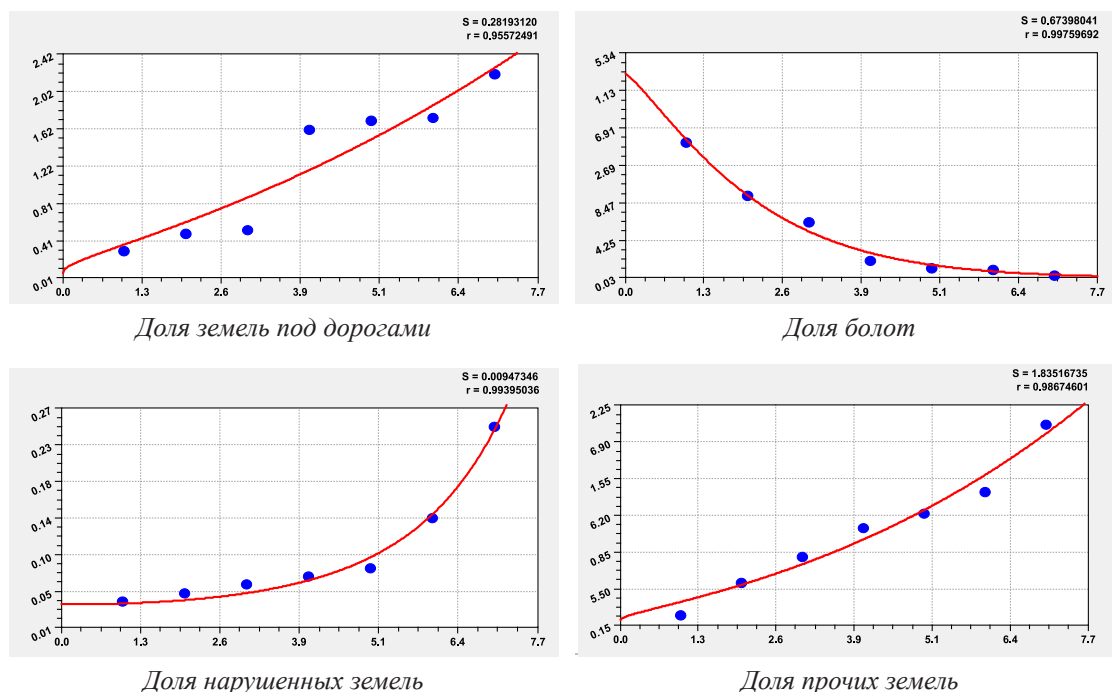


Рис. 4. Графики распределения ФО по долям земельных угодий

Таблица 6

Параметры распределения доли угодий РФ

Виды несельскохозяйственных земель	Параметры модели (2)			Коэф. корр. r
	a	b	c	
Лесные земли s_6 , %	55,49215	0,0064871	2,91921	0,9670
Лесные насаждения s_7	2,84363	0,14868	0,98414	0,9730
Земли под водой s_8	9,83733	0,44698	0,67779	0,9943
Земли застройки s_9	0,051886	-1,54936	0,44459	0,9755
Под дорогами s_{10}	0,068787	-1,69068	0,37398	0,3557
Болота s_{11}	22,98073	0,39312	1,20814	0,9976
Нарушенные земли s_{12}	0,036084	-0,032140	2,10208	0,9940
Прочие земли s_{13}	0,95655	-1,33148	0,47880	0,9867

Таблица 7

Параметры (1) распределения долей земель ФО РФ под застройками и под дорогой

Номер <i>i</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. <i>r</i>
	Амплитуда (половина) колебания				Полупериод колебания			Сдвиг	
	a_{1i}	a_{2i}	a_{3i}	a_{4i}	a_{5i}	a_{6i}	a_{7i}	a_{8i}	
Доли земель федеральных округов под застройками, %									1,0000
1	0,043879	0	-1,57638	0,44459	0	0	0	0	
2	-0,15502	5,98194	2,07965	0,89694	0,65913	0,031113	1,88908	2,98360	
Доли земель федеральных округов под дорогами, %									1,0000
1	0,051739	0	-1,81886	0,37398	0	0	0	0	
2	0,0091766	14,29142	4,05057	0,96917	2,06320	0,00077140	2,40619	0,44064	
Сумма рангов (табл. 5) от места ФО в Российской Федерации									160000
1	10,46997	0	-0,28853	0,81025	0	0	0	0	
2	-0,14020	7,61698	1,61401	1,03841	0,55925	0,0064273	1,46535	2,36122	

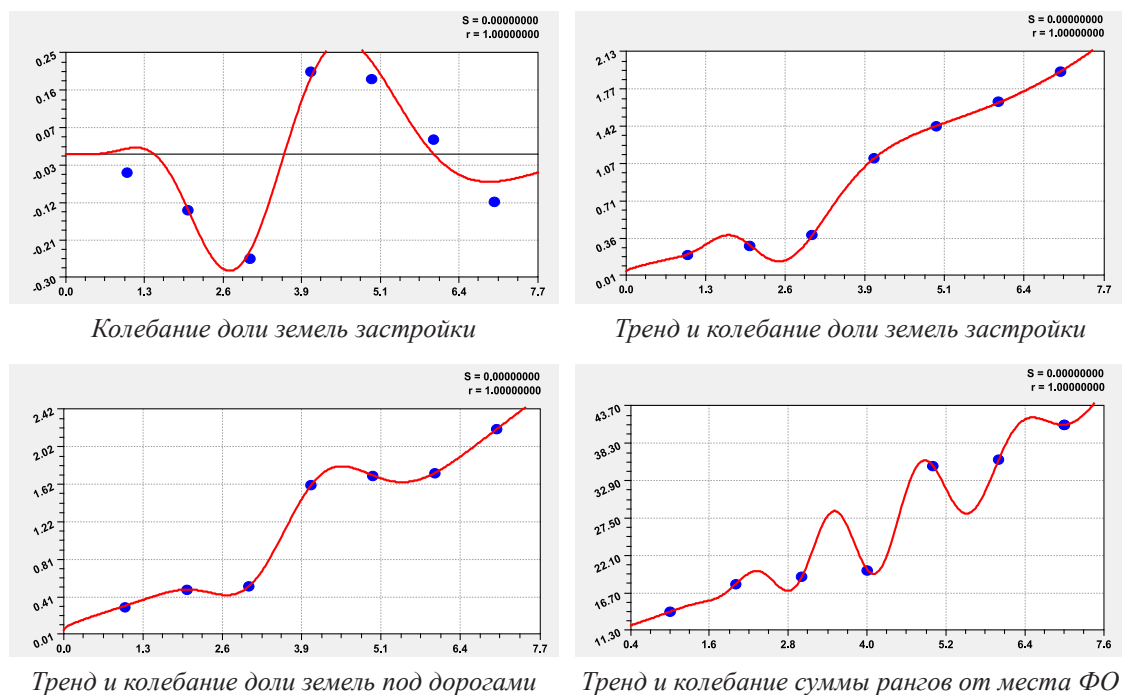


Рис. 5. Графики колебательного распределения ФО по доле земель застройки и под дорогами

Заключение

Распределения несельскохозяйственных земельных угодий по федеральным округам получили закономерности фрактального распределения по модифицированному закону Мандельброта с коэффициентом корреляции больше 0,95. С учетом волновых возмущений по асимметричным вейвлетам адекватность повышается более 0,99. Таким образом, в целом Российская Федерация получает высокоадекватные закономерности распределения несельскохозяйственных угодий по федеральным округам.

Учет территориального принципа происходит и поныне, о чем свидетельствует появление новых территориальных единиц в России. Например, для выравнивания социально-экономического развития территорий многие субъекты Федерации вошли в так называемые макрорегионы. Например, в Ангаро-Енисейский макрорегион внутри Сибирского ФО вошли Республика Тыва, Республика Хакасия, Красноярский край и Иркутская область. Если принять границы России в будущем постоянными, то границы ФО и внутри них по субъектам Федерации вполне могут меняться исходя из вновь возникающих социально-экономических условий. А для обоснования таких

изменений вначале нужно сопоставить многие факторы.

Для оценки качества любой территориальной единицы нами предлагается экологический принцип, с четкой ориентацией их существования в далеком будущем на коэволюцию людского населения со всеми природными объектами. Но пока в России существует противоречие: экологически чистыми являются, как правило, промышленно слабо развитые территории. В связи с этим поведение людей нужно изменить и на первое место ставить экологию.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, Правительства Красноярского края, Красноярского краевого фонда науки в рамках научного проекта: «19-45-240004p_a Прогноз эколого-экономического потенциала возможных «климатических» миграций в Ангаро-Енисейском макрорегионе в меняющемся климате 21-го века».

Список литературы / References

1. ГОСТ 26640-85 (СТ СЭВ 4472-84) Земли. Термины и определения // Охрана природы. Земли: Сб. ГОСТов. М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200023264> (дата обращения: 04.03.2020).

GOST 26640-85 (ST SAV 4472-84) of the Earth. Terms and definitions // Nature Protection. Land: SB. Gostov. M.: ИПК publishing house of standards, 2002. [Electronic resource]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200023264> (date of access: 04.03.2020).

2. Земельный кодекс Российской Федерации. №136-ФЗ от 25.10.2001. 2019 с поправками. [Электронный ресурс]. URL: <http://zkodeksrf.ru/> (дата обращения: 04.03.2020).

Land code of the Russian Federation. No. 136-FZ of 25.10.2001. 2019 with amendments. [Electronic resource]. URL: <http://zkodeksrf.ru/> (date of access: 04.03.2020).

3. Земельные ресурсы России. [Электронный ресурс]. URL: [lecture2_LandResourcesRussia1.pdf](#) (дата обращения: 04.03.2020).

Land resources of Russia. [Electronic resource]. URL: [lecture2_LandResourcesRussia1.pdf](#) (date of access: 04.03.2020).

4. Мазуркин П.М. Экономика-статистическое моделирование: учеб. пос. с грифом УМО РАЕ. Йошкар-Ола: Поволжский ГТУ, 2016. 276 с.

Mazurkin P.M. Economic and statistical modeling: textbook. village with the stamp UMO RAE. Yoshkar-Ola: Volga state technical University, 2016. 276 p. (in Russian).

5. 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 in the Russian Federation by category in the context of the Russian Federation's subjects (as of January 1, 2019, thousand hectares). Appendix 1 // F. 22 for 2019 (by subjects of the Russian Federation). M.: Ministry of agriculture of the Russian Federation, 2019. 17 p. (in Russian).

УДК 552.513:521(571.62)

РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ В ЮРСКО-МЕЛОВЫХ ТЕРРИГЕННЫХ ПОРОДАХ БАСЕЙНОВ РЕК ЛИМУРИ И ПИЛЬДА (ДАЛЬНИЙ ВОСТОК РОССИИ)

Медведева С.А.*ФГБУН «Институт тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина» Дальневосточного отделения
Российской Академии наук, Хабаровск, e-mail: medvedeva@itig.as.khb.ru*

Представлены впервые полученные сведения о содержаниях оксидов и редкоземельных элементов (РЗЭ) в песчаниках и алевролитах из средне-позднеюрских и раннемеловых свит, залегающих в бассейнах рек Пильда и Лимури (Нижнее Приамурье). Цель исследования заключалась в изучении вещественного состава пород, в определении параметров, которые применяются для описания особенностей этих пород. На основе данных о валовом химическом составе установлено, что в соответствии с химической классификацией (М.М. Herron, 1988) песчаники относятся к грауваккам, алевролиты – к глинистым сланцам. Отмечена тенденция различий разновозрастных литотипов. Химический состав пород юрских свит отличается от состава пород меловых свит. Породы разнятся также по содержаниям РЗЭ. Сумма РЗЭ в песчаниках ниже, чем в алевролитах. Но наиболее низкая сумма РЗЭ выявлена в окварцованных алевролитах. Содержание РЗЭ в меловых породах меньше таковых в юрских породах. Величины отношений легких РЗЭ к тяжелым РЗЭ (LPЗЭ/TPЗЭ), значения отношений нормированных по хондриту лантана к иттербию (La_N/Yb_N) и значительной европиевой аномалии (Eu/Eu^*) свидетельствуют о кислом составе пород областей сноса. Вышеприведенные характеристики РЗЭ иллюстрируются графиками распределения нормированных по хондриту содержаний элементов в песчаниках и алевролитах. Графики имеют резкий отрицательный наклон в спектре легких РЗЭ, глубокую отрицательную европиевую аномалию и пологий отрицательный наклон в спектре тяжелых РЗЭ. Величины цериевой аномалии (Ce/Ce^*) показали значительную удаленность бассейна седиментации от срединно-океанического хребта, что свидетельствует об окраинно-континентальных обстановках осадконакопления.

Ключевые слова: песчаники, алевролиты, юра, мел, РЗЭ, Лимури, Пильда, Дальний Восток России

RARE EARTH ELEMENTS IN THE JURASSIC-CRETACEOUS TERRIGENOUS ROCKS OF THE LIMURI AND PILDA RIVER BASINS, THE FAR EAST OF RUSSIA

Medvedeva S.A.*Yu.A. Kosygin Institute of Tectonics and Geophysics, Far East Branch, Russian Academy of Sciences,
Khabarovsk, e-mail: medvedeva@itig.as.khb.ru*

Data obtained for the first time on the content of oxides and REE in sandstones and mudstones from the Middle-Late Jurassic and Early Cretaceous formations from the Pilda and Limuri river basins (Lower Priamurye) are reported. The paper is aimed at studying the rock matter composition and determination the specific features for their description. Based on the gross chemistry and according to the chemical classification (M.M. Herron, 1988), sandstones pertain to greywacke and mudstones to the clay shales. Distinctions in different-aged lithotypes are also traced. The chemistry and REE content in the Jurassic and Cretaceous rocks are differ from each other. The amount of REE in sandstones is lower than in the siltstones. The lowest amount of REE was found in quartz siltstones. The REE content in the Cretaceous rocks is lesser than in the Jurassic ones. The values of the ratio of LREE/HREE, the lanthanum-normalized chondrite to ytterbium (La_N/Yb_N) and a significant Eu anomaly (Eu/Eu^*) indicate the acidic composition of the rocks of the provenance. The above characteristics of REE are illustrated by the distribution diagrams of the REE content in chondrite-normalized sandstones and siltstone. The diagrams show a sharp negative slope in the spectrum of LREE and a deep negative Eu anomaly and a gentle negative slope in the spectrum of HREE. The values of the cerium anomaly (Ce/Ce^*) exhibit a significant remoteness of the sedimentation basin from the mid-ocean ridge suggesting the marginal-continental environment of sedimentation.

Keywords: sandstones, mudstones, Jurassic, Cretaceous, rare earth elements (REE), Limuri, Pilda, Russian Far East

Фундаментальной задачей геологических наук является получение знаний об эволюции Земли в целом, в частности – об эволюции осадочных бассейнов. С осадочными бассейнами связаны месторождения многих рудных и нерудных полезных ископаемых. Изучение вещественного состава осадочных пород, слагающих древние бассейны, помогает в реконструкциях происходивших ранее процессов [1, 2]. Для этого используют в том числе и характер

распределения редкоземельных элементов (РЗЭ) [3–5]. Считают, что они мало изменяются при осадконакоплении. Сведений о содержаниях РЗЭ в мезозойских осадочных породах Нижнего Приамурья нет. Цель работы – в определенной мере изменить эту ситуацию. Для этого исследовано поведение РЗЭ в терригенных породах средне-позднеюрского и раннемелового возрастов в бассейнах рек Пильда и Лимури (левобережье р. Амур).

Материалы и методы исследования

Каменный материал отобран из коренных выходов по берегам водотоков и из плотна горных выработок. Содержания РЗЭ определялись в Хабаровском инновационно-аналитическом центре ИТиГ им. Ю.А. Косыгина ДВО РАН методом спектрального анализа в аргонной плазме, на приборе ICP-MS Elan DRC II PerkinElmer (США). Разложение проб выполнено кислотно-микроволновым методом в автоматической системе пробоподготовки Multiwave 3000 (аналитики Д.В. Авдеев, В.Е. Зазулина). Чувствительность определений до 10^{-9} г/л. Обработка результатов анализов проводилась стандартными приемами, используемыми многими отечественными и зарубежными исследователями.

Результаты исследования и их обсуждение

Геологический очерк

Осадочные образования района принадлежат Бокторской и Горинской структурно-формационным подзонам (СФПЗ) Баджало-Горинской структурно-формационной зоны (СФЗ) Сихотэ-Алиньской складчатой системы (рис. 1).

Они представлены следующими стратонами: в Бокторской подзоне бокторской толщей (T_2-J_2bk), ульбинской (J_{2ul}) и силинской (J_3sl) свитами; в Горинской подзоне – лимурчанской толщей (J_{2-3lm}), горинской (K_1gr) и пионерской (K_1pn) свитами [6]. Бокторская толща – кремнистые и кремнисто-глинистые породы, базальты, туфы основного состава. Ульбинскую свиту слагают

алевролиты и аргиллиты с маломощными прослоями песчаников, базальтов и их туфов, кремнисто-глинистых и кремнистых пород. В составе силинской свиты преобладают песчаники. В ней содержатся также слои алевролитов, пачки переслаивания песчаников и алевролитов, прослои и линзы гравелитов, конгломератов и седиментационных брекчий. Лимурчанская толща алевролитовая, в ней есть линзы и прослои песчаников, основных туфов, базальтов, иногда кремнистых пород и мергелистых известняков. Нижнемеловые берриас-валанжинские отложения сугубо терригенные. Горинская свита преимущественно песчаная. В песчаниках содержатся прослои алевролитов, линзы гравелитов, конгломератов, седиментационных брекчий и пачки переслаивания алевролитов и песчаников. Пионерская свита сложена алевролитами со слоями песчаников, пачками ритмичного переслаивания алевролитов, песчаников и гравелитов.

Вещественный состав пород

Песчаники – это мелкозернистые, средне-мелкозернистые массивные темно-серые, серые породы, иногда с зеленоватым оттенком. Алевролиты – темно-серые до черных массивные и слоистые породы. Петрографические разновидности песчаников – полевошпатовые граувакки, редко граувакковые аркозы. Согласно химической классификации М.М. Хиррона (1988 г.) на основе содержаний породообразующих оксидов большинство песчаников относятся к ваккам (грауваккам), реже – к аркозам, алевролиты – к глинистым сланцам (рис. 2).

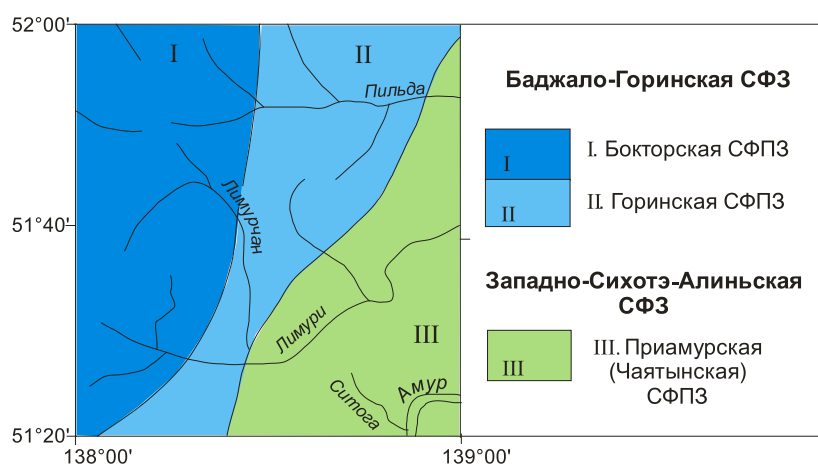


Рис. 1. Схема расположения структурно-формационных зон (СФЗ) и подзон (СФПЗ) Сихотэ-Алиньской складчатой системы по [6]

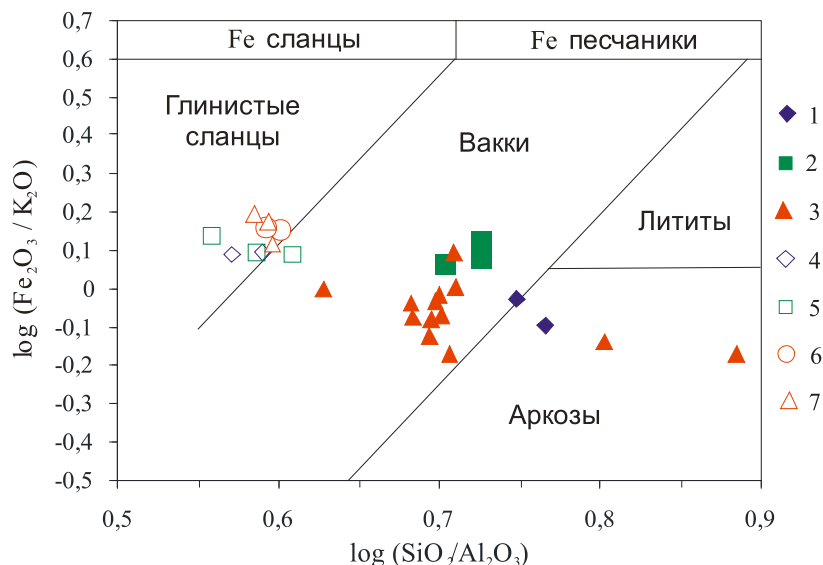


Рис. 2. Положение фигуративных точек средне-позднеюрских и раннемеловых пород на классификационной диаграмме. Песчаники свит: 1 – ульбинская, 2 – силинская, 3 – горинская + пионерская; алевролиты: 4 – ульбинская, 5 – силинская, 6 – лимурчанская, 7 – горинская

Химический состав песчаников (%): SiO_2 – 68–80, TiO_2 – 0,3–0,7, Al_2O_3 – 11–16, Fe_2O_3 (общ.) – 1,8–3,5, MgO – 0,3–1,0, CaO – 0,2–1,3, Na_2O – 2,7–4,1, K_2O – 2,4–3,5. В алевролитах меньше SiO_2 и Na_2O , но больше других оксидов. Состав алевролитов: SiO_2 – 64–66, TiO_2 – 0,73–0,9, Al_2O_3 – 16–18, Fe_2O_3 (общ.) – 4,8–6,0, MgO – 0,8–2,1, CaO – 0,4–1,0, Na_2O – 1,6–3,2, K_2O – 3,5–4,4.

Суммы РЗЭ в песчаниках составляют (в г/т): ульбинская свита (115–126), силинская – (103–150), горинская и пионерская – (81–150); в алевролитах суммы РЗЭ выше: ульбинская свита – (117–222), силинская – (165–215), лимурчанская – (120–181), горинская и пионерская – (147–172). Это согласуется с мнением о том, что при уменьшении размеров зерен в терригенных породах увеличиваются содержания РЗЭ. Но в окварцованных алевролитах силинской свиты обнаружены наименьшие суммы РЗЭ (83–104), которые, однако, обусловлены низким содержанием РЗЭ в кварце, а не изменением зернистости (таблица).

В обоих литотипах более высокие содержания зафиксированы в породах Бокторской подзоны относительно более молодых меловых пород Горинской подзоны. В целом содержание РЗЭ в изученных породах меньше, чем в постархейском австралийском сланце ($\text{PAAS} = 185$ г/т) [7], но больше, чем в породах Кавказской складчатой системы (СС): пески – 80 г/т, глины – 128 г/т. Относительно алевропесчаников

Русской платформы (140 г/т): в изученных алевролитах содержится больше РЗЭ, а в песчаниках – меньше (рис. 3).

Главная роль в содержании и характере распределения РЗЭ в терригенных породах принадлежит составу пород, слагающих размываемую территорию. Состав морской воды влияет на концентрацию РЗЭ в таких породах незначительно. Согласно [7] отношение суммы легких РЗЭ ($\text{LPЗЭ} = \text{La} + \dots + \text{Eu}$) к сумме тяжелых РЗЭ ($\text{TPЗЭ} = \text{Gd} + \dots + \text{Lu}$) выше 8 соответствует кислому составу пород источников сноса. В исследованных песчаниках LPЗЭ/TPЗЭ изменяется от 8,5 до 13,2, в алевролитах оно составляет 8,2–11,3. Поведение отношений нормированного лантана к нормированному иттербию (La_N/Yb_N) аналогично поведению LPЗЭ/TPЗЭ . Значения La_N/Yb_N несколько выше LPЗЭ/TPЗЭ : в песчаниках они колеблются от 9,4 до 16,1, в алевролитах – от 6,3 до 17,9 (рис. 3). Следовательно, в источнике сноса были развиты породы кислого состава.

Значения LPЗЭ/TPЗЭ и La_N/Yb_N во всех изученных песчаниках и алевролитах выше средних значений в алевропесчаниках Русской платформы. Они значительно выше относительно таковых значений в соответствующих породах Кавказской СС. Это говорит о более кислом составе исследованных пород, что является их региональной особенностью. Поведение нормированных по хондриту РЗЭ демонстрирует рис. 4.

Средние содержания РЗЭ в мезозойских породах бассейнов рек Пильда и Лимури

	Бокторская подзона / свиты		Горинская подзона	Бокторская подзона			Горинская подзона	
	Песчаники			Алевролиты		Окварцованные алевролиты	Алевролиты	
Элементы	Ульбин-ская	Силин-ская	Горинская + пионерская	Ульбин-ская	Силинская		Лимур-чанская	Горинская + пионерская
La	24,60	27,98	23,02	32,41	36,74	18,36	28,92	14,61
Ce	52,93	59,49	50,11	74,95	79,57	39,03	66,89	25,35
Pr	5,77	6,50	5,44	8,00	8,61	4,24	7,32	6,93
Nd	22,00	24,62	20,70	30,89	32,59	16,25	28,45	11,18
Sm	3,89	4,29	3,67	5,62	5,84	2,93	5,39	4,13
Eu	0,76	0,81	0,75	1,02	1,05	0,54	0,92	0,76
Gd	3,72	4,04	4,18	5,53	5,81	2,98	5,09	3,43
Tb	0,44	0,47	0,47	0,69	0,72	0,37	0,64	0,38
Dy	2,50	2,56	2,52	3,96	4,06	2,21	3,35	2,11
Ho	0,46	0,47	0,47	0,75	0,79	0,41	0,62	0,33
Er	1,37	1,43	1,36	2,28	2,38	1,22	1,86	0,99
Tm	0,18	0,19	0,19	0,31	0,33	0,16	0,27	12,62
Yb	1,35	1,45	1,28	2,30	2,46	1,18	1,93	6,88
Lu	0,19	0,20	0,18	0,33	0,35	0,16	0,30	0,99
Сумма	120	135	114	169	181	90	152	157
LaN/YbN	12,4	13,2	12,4	9,5	10,4		10,2	16,8
Eu/Eu*	0,61	0,59	0,59	0,56	0,55		0,54	0,56
Ce/Ce*	1,04	1,03	1,06	1,09	1,05		1,02	1,02
n	9	8	13	13	11	3	12	3

Примечание. n – количество проб, СФПЗ – структурно-формационная подзона.

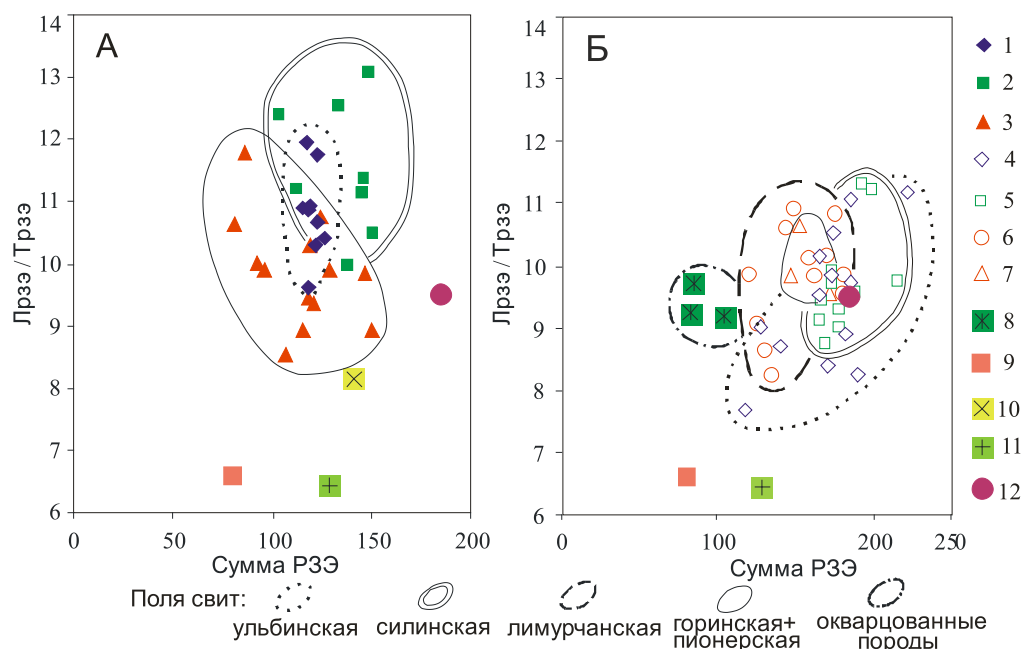


Рис. 3. Положение фигуративных точек средне-позднеюрских и раннемеловых песчаников (А) и алевролитов (Б) бассейнов рек Пильда и Лимури. Условные обозначения: 1–7 – на рис. 2, 8 – окварцованные алевролиты, 9 – пески Кавказской СС по Ю.А. Балашову (1976), 10 – алевропесчаники Русской платформы по А.А. Мигдисову и иным, (1994), 11 – глины Кавказской СС по Ю.А. Балашову (1976), 12 – ПААС

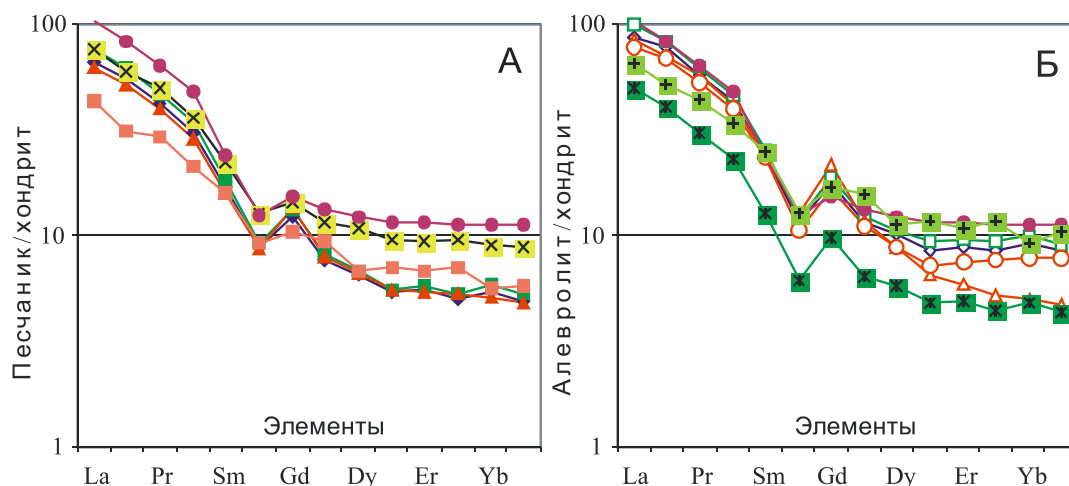


Рис. 4. Графики распределения РЗЭ в песчаниках (А) и алевролитах (Б) бассейнов рек Пильда и Лимури. Условные обозначения приведены на рис. 2, 3

Указанные графики подобны графикам РААС и пород Кавказской СС. Они однотипны у песчаников и алевролитов всех свит. Характерен отрицательный крутой наклон в области ЛРЗЭ и пологий – в области ТРЗЭ. Значения La_N/Sm_N отражают распределение ЛРЗЭ, составляют в изученных песчаниках 3,5–4,5, в алевролитах они немного ниже – 2,8–4,3. В этой области тренды более крутые по сравнению с трендами глин и песков Кавказской СС, имеющих меньшие значения La_N/Sm_N , и более пологие, чем у РААС. Поведение РЗЭ в тяжелой части спектра характеризуется отношением гадолиния к иттербию. В изученных песчаниках Gd_N/Yb_N составляет 2,0–3,5, в алевролитах – 1,6–4,6. Сумма ТРЗЭ меньше по сравнению с эталонами, поэтому на графиках наблюдается более резкий отрицательный наклон. Европиевая аномалия $Eu/Eu^* = Eu_N/[(Sm_N)(Gd_N)]^{1/2}$ показывает степень обеднения (отрицательное отношение Eu/Eu^* или меньше 1) либо обогащения (положительное отношение Eu/Eu^* или больше 1) пород Еу. Она также служит показателем состава пород. Значительное обеднение присуще кислым породам, слабое – основным [7]. На графиках аномалия хорошо выражена «провалом». Значения Eu/Eu^* испытывают колебания от 0,50 до 0,69 в песчаниках, от 0,48 до 0,62 в алевролитах и показывают сильное обеднение Еу. В более молодых меловых породах оно меньше, но для отдельных свит средние значения Eu/Eu^* отличаются незначительно (таблица). Это может

говорить о некотором постоянстве состава материнских пород в областях размыва. Значения ЛРЗЭ/ТРЗЭ, La_N/Yb_N , Eu/Eu^* позволяют сделать вывод о том, что в областях сноса были развиты породы преимущественно кислого состава. Это согласуется с выводом, сделанным в [8]. По значениям цериевой аномалии (Ce/Ce^*) оценивают удаленность бассейна осадконакопления от срединно-океанического хребта (СОХ) и, соответственно, обстановку седиментации [9]. $Ce/Ce^* \approx 0,25–0,3$ характеризует расстояние от СОХ в 300–400 км (близспрединговая). При $Ce/Ce^* \approx 0,55–0,6$ расстояние от СОХ варьируется от 400 до 2500–3000 км (обстановка глубоководных котловин), а $Ce/Ce^* \approx 0,9–1,3$ показывает удаление от СОХ более 3000 км (окраинно-континентальная обстановка). Разброс значений Ce/Ce^* в изученных породах составляет 0,86–1,34, средние значения немного превышают 1. Они фиксируют наибольшее удаление от СОХ, что свидетельствует об окраинно-континентальных обстановках осадконакопления в прибрежном бассейне.

Закключение

Проведенные исследования позволили впервые получить данные о содержаниях РЗЭ в позднемезозойских породах бассейнов Пильда и Лимури. Анализ рассчитанных параметров констатирует значительное преобладание компонентов пород кислого состава в областях денудации. Осадки накапливались в прибрежном бассейне вблизи континента.

Работа выполнена при частичной поддержке гранта РФФИ № 19-05-00097.

Список литературы / References

1. Vatrushkina E.V., Tuchkova M.I. Sedimentation conditions and provenance composition of the upper jurassic-lower cretaceous deposits of the Upper Pegtymel depression, Chukotka terrane. *Russian Journal of Pacific Geology*. 2018. vol. 37. no. 4. P. 87–107. DOI: 10.1134/S18197140180400731.
2. Ovchinnikov R.O., Sorokin A.A., Kovach V.P., Kottov A.B. Geochemical features, sources, and geodynamic settings of accumulation of the cambrian sedimentary rocks of the Mel'gin trough (Bureya continental massif). *Geochemistry International*. 2019. vol. 57. no. 5. P. 540–555. DOI: 10.1134/S0016702919050094.
3. Antonina A.Nor, Shazili N.A.M., Kamaruzzaman B.Y., Ong M.C., Y. Rosnan, Sharifah F.N. Geochemistry of the Rare Earth Elements (REE) Distribution in Terengganu Coastal Waters: A Study Case from Redang Island Marine Sediment. *Open Journal of Marine Science*. 2013. vol. 3. no. 3. July 19. P. 154–159. DOI: 10.4236/ojms.2013.33017.
4. Малиновский А.И., Голозубов В.В., Касаткин С.А. Геохимия, источники питания и геодинамические обстановки накопления нижнесилурийских терригенных отложений Лаоелин-Гродековского террейна (Приморье) // *Успехи современного естествознания*. 2019. № 11. С. 121–127. DOI: 10.17513/use.37250.
5. Malinovsky A.I., Golozubov V.V., Kasatkin S.A. Geochemistry, supply and geodynamic settings of sedimentation of Lower Silurian terrigenous deposits in Laoeling-Grodekovo terrane, Primorye // *Advances in current natural sciences*. 2019. № 11. P. 121–127 (in Russian).
6. Ху Фэй, Лю Чжаоцзюнь, Мэн Цинтао, Сюй Йзиньцзюнь. Петрография и геохимия кайнозойских песчаников бассейна Дуньхуа (северо-восток Китая): источники сноса, степень выветривания и тектоническая обстановка // *Тихоокеанская геология*. 2020. Т. 39. № 1. С. 53–69. DOI: 10.30911/0207-4028-2020-39-1-53-69.
7. Hu Fei, Liu Zhaojun, Meng Qingtao, Xu Jinjun. Petrography and geochemistry of Cenozoic sandstones in the Dunhua Basin, northeast China: provenance, degree weathering, and tectonic setting // *Tihookeanskaja geologija*. 2015. V. 34. № 2. P. 82–102 (in Russian).
8. Кайдалов В.А., Аноikin В.И., Беломестнова Т.Д. Государственная геологическая карта Российской Федерации. 1:200 000. Лист М-54-1. Объясн. записка. СПб.: ВСЕГЕИ, 2009. 185 с. Kaidalov V.A., Anoin V.I., Belomestnova T.D. State Geological Map of Russian Federation. 1:200 000. Sheet M-54-1. Explanatory Note. SPb.: VSEGEI, 2009. 185 p. (in Russian).
9. Тейлор С.Р., Мак-Леннан С.М. Континентальная кора: ее состав и эволюция. Пер. с англ. М.: Мир, 1988. 384 с. Taylor S.R., McLennan S.M. The continental crusts: its composition and evolution. M.: Mir, 1988. 384 p. (in Russian).
10. Kudymov A.V., Medvedeva S.A. Provenance of the middle jurassic-lower cretaceous (berriasian-valanginian) deposits of the Lower Amur region. *Russian Journal of Pacific Geology*. 2012. vol. 6. no. 3. P. 230–241.
11. Murray R.W., Buchholtz T., Brink M.R., Jones D.L., Gerlach D.C., Russ G.P. Rare earths elements as indicators of different marine depositional environments in chert and shale. *Geology*. 1990. vol. 18. P. 268–272.

УДК 550.461:502.65

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОЧВЕННО-ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ КИНЕТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СКЛОНОВОГО СТОКА

Мельникова Е.А., Лукашов С.В., Иванченкова О.А., Левкина Г.В.

ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», Брянск,
e-mail: sergelukashov@yandex.ru

В данной статье авторы попытались описать эрозионные процессы, используя кинетическую модель, базирующуюся на определении изменения высоты слоя почвогрунта, переходящего в склоновый сток. Целью настоящей работы являлось изучение закономерностей протекания водной эрозии с помощью модельных исследований. Рассмотрена схема механизма эродирования почвогрунта, которая отражает процесс перехода исходного почвогрунта в склоновый сток и включает: границы рассматриваемого склона, исследуемое сечение склона, высоту склона почвогрунта, находящегося в естественном состоянии и переходящем в склоновый сток и эрозионный потенциал. Предложена методика искусственного моделирования ливневых осадков на склон, позволяющая исследовать частный случай процесса водной эрозии, когда на склон воздействует поток воды с вышележащей водосборной площади. Сделана попытка описания почвенно-эрозионных процессов при помощи обобщенных параметров кинетики формирования склонового стока. Предложено дифференциальное уравнение для описания эрозионных процессов, отвечающее принципам формальной кинетики. Предложенное уравнение математической модели содержит минимальное число легко определяемых эмпирических констант, которые учитывают максимальное число факторов, воздействующих на процесс эрозии рассматриваемого склона. Для полученных экспериментальных данных построены линеаризованные кривые эрозионных процессов в расчетных створах. Обработка экспериментальных результатов проводилась с помощью математического моделирования с применением компьютерного программного пакета – Mathcad. Авторами настоящей работы предлагается использовать оптимизированную кинетическую модель для моделирования и последующего описания эрозионных процессов на склоновых участках в рассматриваемом сечении, так как данные, полученные на ее основе, хорошо согласуются с экспериментальными данными, полученными в процессе полевых исследований.

Ключевые слова: эрозия, динамика склонового стока, почвогрунт, водосборная площадь, математическая модель, дифференциальное уравнение, ливневые осадки

IMPROVING METHODS FOR MODELING SOIL EROSION PROCESSES BASED ON THE KINETIC MODEL OF SLOPE RUNOFF

Melnikova E.A., Lukashov S.V., Ivanchenkova O.A., Levkina G.V.

Bryansk State Engineering-Technological University, Bryansk, e-mail: sergelukashov@yandex.ru

In this article, authors tried to describe erosion processes using a kinetic model based on determining change in height of soil layer that passes into the slope runoff. The purpose this work was to study patterns water erosion using model studies. The scheme of mechanism of flushing of soil, which reflects the transition original soil slope runoff and include: the boundaries of the considered slope of the investigated section of the slope, height of slope a soil in natural state and rolling slope runoff and erosion potential. A method artificial modeling of storm precipitation on slope is proposed, which allows us to study a special case water erosion, when slope is affected by flow of water from overlying catchment area. Attempt has been made to describe soil erosion processes by using generalized parameters of kinetics formation of slope runoff. A differential equation for description erosion processes that meets principles formal kinetics is proposed. The proposed equation of mathematical model contains a minimum number easily determined empirical constants that take into account maximum number of factors affecting process erosion slope under consideration. For the obtained experimental data, linearized curves of erosive processes in calculated gates constructed. The experimental results were processed using mathematical modeling a computer software package – Mathcad. The authors this paper propose use optimized kinetic model for modeling and subsequent description erosion processes on slope sections in section under consideration, since data obtained its basis are in good agreement with experimental data obtained in course field research.

Keywords: erosion, slope flow dynamics, soil, catchment area, mathematical model, differential equation, storm precipitation

Почвенная эрозия представляет собой процесс разрушения почвогрунтов под воздействием следующих основных факторов: ветра и водных потоков. Процесс эрозии причиняет большой вред народному хозяйству, например потеря сельскохозяйственных угодий оценивается приблизительно в 2 млрд гектаров, включая около 50 млн гектаров пахотных земель.

Исследования в области изучения эрозионных процессов начались еще с середины прошлого столетия и продолжают до сих пор, так как актуальности эрозия не потеряла: ежегодно обширные площади сельхозугодий, склонов, да попросту отвалов земли подвергаются размыву, выходя из строя.

Большой вклад в разработку способов оценки противоэрозионной стойкости почв

внесли В.Б. Гуссак, Г.И. Швобс, Г.В. Ба-страков, М.С. Кузнецов. В эмпирических моделях деструкции почвы широкое распространение получили относительная оценка противозрозионной устойчивости Иванова В.Д. и Сурмача Г.П. В основном практически все методы дают аналогичные оценки смываемости основных типов почв по зонам [1; 2].

Сложность и трудоемкость измерения количества грунта, подвергающегося эрозии, в полевых условиях предопределили интенсивное развитие исследований в области математического моделирования эрозионных процессов. Первоначально исследователи, не имея достаточного экспериментального материала, в основном брали за основу по большей части элементарные представления о гидравлике склоновых потоков [3; 4].

Среди российских эмпирических моделей эрозионного процесса наиболее популярна разработка В.Д. Иванова, Г.П. Сурмача и Государственного гидрологического института (ГГИ) [5; 6]. Модель ГГИ построена на весьма обширном экспериментальном материале и учитывает зависимость смыва от слоя стока. Испытание этой модели показывает, что разработанные учеными методы имеют неточности, а именно завышают количество грунта, который переходит в склоновый сток, а модель ГГИ занижает данный показатель. Главным дефектом модели ГГИ считается то, что она не учитывает дину склона, а этот факт приводит к тому, что исключается вероятность применения ее для проектирования мер по предотвращению эрозионных процессов. Кроме того, в модели использовано слишком огрубленное деление почв по противозрозионной стойкости, а применяемый слой весеннего половодья ликвидирует вероятность учета воздействия физико-химической структуры почвогрунта на динамику склонового стока.

В модели эрозионных процессов, предложенной Г.И. Швобсом [7], предусмотрено воздействие энергии ливня на способность склонов противостоять размывающему действию струй, и предложен механизм, описывающий динамику склонового стока. Недостатком данной модели является то, что данные о зависимости смыва от водоотдачи, определяемые эмпирически по воздействию водного потока на малые площади, скорость которого близка к максимуму, привели к неточности в сторону завышения воздействия интенсивности водоотдачи на смыв.

Ранее мы предложили кинетическую модель описания эрозионных процессов, в основе которой лежат постулаты формальной химической кинетики [8]. Основной эмпирической константой предложенного уравнения является масса грунта, переходящая в склоновый сток в единицу времени. Существенным недостатком предложенной модели является трудоемкость определения массы смываемого грунта в полевых условиях.

В настоящей работе нами предпринята попытка исследовать динамику склонового стока в зависимости от высоты слоя почвогрунта, перешедшего в склоновый сток в рассматриваемом поперечном сечении, и оптимизировать предложенное нами ранее дифференциальное уравнение для описания эрозионных процессов [8].

Цель исследования: оптимизация кинетической модели, описывающей процесс поверхностной эрозии.

Материалы и методы исследования

Процесс эрозии моделировали, используя лабораторную дождевальную установку типа ЛДУ-1М [9]. Исследовались почвогрунты, взятые в бассейне реки Десна Трубчевского района.

Зависимость динамики склонового стока от высоты склона в рассматриваемом сечении изучали, используя следующую методику. Грунт предварительно увлажняли до наименьшей влагоемкости, которая показывает количество воды, удерживаемое почвой в практически неподвижном состоянии после обильного полива и стекания гравитационной влаги. Затем формировали искусственный откос для моделирования ливневых осадков на склон.

Исследовали частный случай, когда воздействие водного потока на поверхность отвала грунта происходит таким образом, что объем влаги, размывающий грунт, оказывает воздействие на склон выше первого расчетного створа, а затем устремляется вниз, проходя через расчетные сечения. В данном случае моделируется процесс, происходящий, например, при снеготаянии, когда на склон воздействует поток воды с вышележащей водосборной площади. Измеряли высоту слоя почвогрунта, перешедшего в склоновый сток в контрольном сечении в определенных временных интервалах.

Обработка экспериментальных результатов проводилась с помощью математического моделирования с применением компьютерного программного пакета – Mathcad, по известной методике [10].

Результаты исследования и их обсуждение

Как было показано нами ранее [8], кинетическая модель эрозионных процессов склонового стока должна учитывать анализ механизма рассматриваемого процесса и составление его схемы, которая отражает переход исходного грунта в склоновый сток.

Схема смыва грунта приведена на рис. 1.

На рассматриваемой схеме представлены следующие элементы:

I–I – верхняя граница склона;

II–II – рассматриваемое вертикальное сечение (расчетный створ);

III–III – нижняя граница склона;

1 – кривые пересечения поверхностей смыва в пространстве с вертикальной плоскостью сечения толщи грунта;

W – высота слоя почвогрунта, находящегося в естественном состоянии в рассматриваемом сечении, см;

Z – высота слоя почвогрунта, перешедшего в склоновый сток в сечении II–II, мм;

W_m – эрозионный потенциал, см/л;

Z_0 – высота склона в рассматриваемом сечении, см;

l – расстояние от рассматриваемого сечения II–II до верхней границы склона I–I, см;

L – расстояние от сечения II–II до точки пересечения кривых «1» в разные временные интервалы, см;

0–0 – максимальная мощность слоя грунтов, вовлеченного в эрозионный процесс, см.

Для выражения процесса по схеме:

$$W + Z_0 \rightarrow Z + W_m \quad (1)$$

используем уравнение, описывающее процесс взаимодействия двух компонентов системы

$$\frac{dZ}{dt} = (W_m - Z)Z, \quad (2)$$

где μ – комплексный параметр, характеризующий влияние комплекса различного характера факторов на склоновый сток.

Увеличение склонового стока будет равно уменьшению зоны не подвергшегося смыву в результате эрозии грунта, то есть

$$-\frac{dW}{dt} = (W_m - Z)Z. \quad (3)$$

Таким образом, уравнения (2) и (3) описывают процесс взаимодействия двух компонентов системы « W » и « Z ».

Интегрируя уравнение (2) при начальных значениях $t = 0$ и $Z = Z_0$, получаем:

$$Z_t = \frac{W_m}{1 + \frac{W_m - Z_0}{Z_0} e^{-\mu W_m t}}. \quad (4)$$

Кинетические кривые могут быть преобразованы в прямую линию, представлением результатов в координатах:

$$\frac{dZ}{dt} \frac{1}{Z} = f(Z)$$

или

$$\frac{d \ln Z}{dt} = f(Z). \quad (5)$$

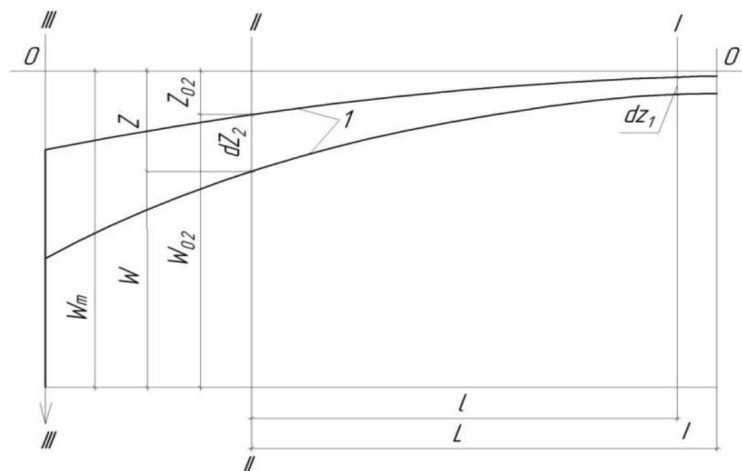


Рис. 1. Схема смыва грунта

Эмпирические константы $\mu(W_m)$, которые не изменяются во времени, для данного участка можно определить графически, продифференцировав кинетическую кривую, отражающую изменения толщи незродированного грунта во времени.

При этом средняя скорость изменения склонового стока будет описываться уравнением:

$$\frac{\Delta \ln Z}{\Delta t} = \frac{\ln Z_{t+\Delta t} - \ln Z_t}{\Delta t}, \quad (6)$$

где Z_t , $Z_{t+\Delta t}$ – склоновый сток к моментам времени t и $t+\Delta t$.

Подставим в уравнение (6) выражение Z_t и $Z_{t+\Delta t}$ из уравнения (4):

$$\frac{\Delta \ln Z}{\Delta t} = \frac{1}{\Delta t} \ln \frac{1 + \frac{W_m - Z_0}{Z_0} e^{-\mu W_m(t+\Delta t)}}{1 + \frac{W_m - Z_0}{Z_0} e^{-\mu W_m t}}. \quad (7)$$

Из уравнения (4) выразим $\frac{W_m - Z_0}{Z_0}$ через Z :

$$\frac{W_m - Z_0}{Z_0} = \frac{W_m - Z}{Z e^{-\mu W_m}}. \quad (8)$$

Преобразуя уравнение (7) относительно (8), получаем:

$$\frac{Z_{t+\Delta t}}{Z_t} = \frac{1}{e^{-\mu W_m} + \frac{Z}{W_m}(1 - e^{-\mu W_m \Delta t})}. \quad (9)$$

При представлении экспериментальных данных в координатах $f\left(\frac{Z_{t+\Delta t}}{Z_t}\right)$ по оси абсцисс отсекается отрезок, равный высоте слоя почвогрунта, перешедшего в склоновый сток в конце временного периода (Z_{CT}), а на оси ординат – отрезок $(1 - e^{-\mu W_m \Delta t})$. Отсюда, зная величину Δt , можно найти значение параметра μW_m . При этом необходимо, чтобы интервал времени между измерениями запасов склонового стока был одинаковым на протяжении всего периода измерений.

Проверку достоверности предлагаемой методики описания эрозионных процессов осуществляли, моделируя частный случай, когда воздействие на поверхность отвала почвогрунта происходит таким образом,

что объем влаги, размывающий почвогрунт, действует на склон выше первого расчетного створа, а затем устремляется вниз, проходя через расчетные сечения. В данном случае моделируется процесс, происходящий, например, при снеготаянии, когда на склон воздействует поток воды с вышележащей водосборной площади.

Для проведения экспериментальных исследований были использованы почвогрунты, характерные для верхнего горизонта дерново-подзолистой почвы как одной из распространенных типов почв Трубчевского района Брянской области.

В качестве метода измерений был выбран метод учета эрозии по замеру высоты слоя почвогрунта, перешедшего в склоновый сток в контрольном сечении, так как с его помощью возможно без сложного оборудования на любом участке поля в первом приближении определять смыв почвогрунта от выпадения одного или нескольких ливней.

Процесс размыва почвогрунта и образование отрицательных форм рельефа заметен уже в первом сечении. При переходе вниз по склону наблюдается тенденция увеличения размыва почвогрунта, глубина борозд растет как в глубину, так и в ширину. В последнем расчетном створе наблюдается четкое слияние отдельных борозд в единый поток.

Экспериментальные данные размыва поверхности почвогрунта через одинаковые промежутки времени, равные пяти минутам, наносили на график. Примеры определения параметров Z , W_m , μW_m по экспериментальным данным приведены на рис. 2.

Полное время протекания эрозионного процесса можно установить, используя уравнение:

$$t = \frac{1}{\mu W_m} \ln \frac{Z_K(Z_0 - Z_{CT})}{Z_0(Z_K - Z_{CT})}, \quad (10)$$

где Z_K – высота слоя почвогрунта, перешедшего в склоновый сток в конце временного периода, мм;

Z_{CT} – высота слоя почвогрунта, перешедшего в склоновый сток в стационарном периоде процесса, мм.

Модель смыва грунта в процессе эрозии имеет вид:

$$Z_t = \frac{Z_\infty}{1 + \frac{Z_\infty - Z_0}{Z_0} e^{-\mu W_m t}}. \quad (11)$$

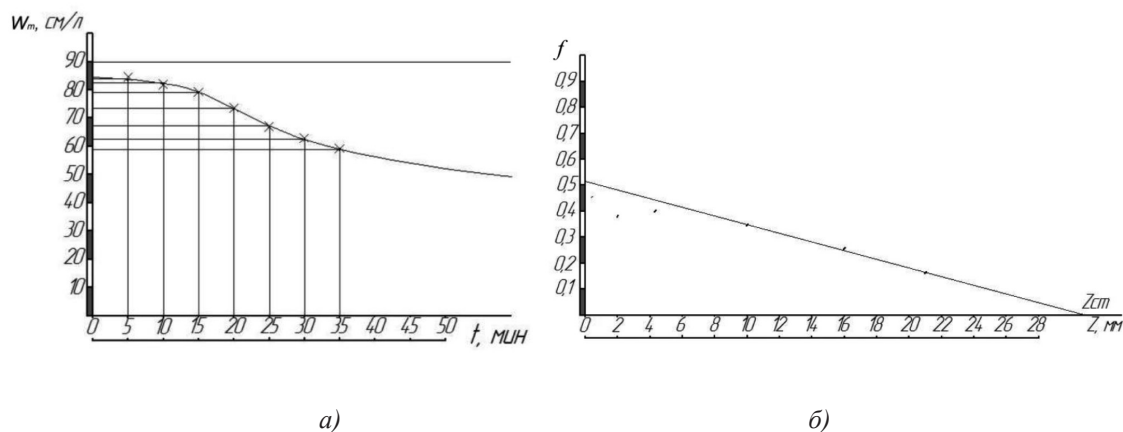


Рис. 2. а) кривая динамики эрозионного процесса в расчетном створе, б) линейризованная кривая эрозионного процесса в расчетном створе

Выводы

1. Исследованы закономерности динамики склонового стока в зависимости от высоты склона в рассматриваемом поперечном сечении.

2. Оптимизирована кинетическая модель описания эрозионного процесса грунта, предложено дифференциальное уравнение, в котором основной определяемой константой является высота склона.

3. Полученные значения в результате теоретических расчетов хорошо согласуются с экспериментальными данными, что позволяет рекомендовать оптимизированную кинетическую модель для прогнозирования эрозионных процессов.

Список литературы / References

1. Сухановский Ю.П., Санжарова С.И., Вытовтов В.А., Прущик А.В., Титов А.Г. Прогресс за 50 лет в моделировании эрозии почвы // Сборник докладов Международной научно-практической конференции и Школы молодых ученых, посвящённых Году экологии и 50-летию выхода Постановления о борьбе с эрозией почвы. Курск: ООО «ТОП+», 2017. С. 18–25.
2. Шевченко Д.А., Сивоконь Ю.В. Влияние стока талых вод на водную эрозию почвы // Международный научно-исследовательский журнал. 2015. № 7–2 (38). С. 133–135.
3. Шевченко Д.А., Сивоконь Ю.В. Influence of melt water runoff on water soil erosion // Mezhdunarodny'j nauchno-issledovatel'skij zhurnal. 2015. № 7–2 (38). P. 133–135 (in Russian).
4. Кузнецова П.С. Механизмы процесса ручейковой эрозии // Сборник докладов Международной научно-практической конференции и Школы молодых ученых, посвящённых Году экологии и 50-летию выхода Постановления о борьбе с эрозией почвы. Курск: ООО «ТОП+», 2017. С. 58–62.
5. Кузнецова П.С. Mechanisms of stream erosion process // Collection of reports of the International scientific and practical

conference and School of young scientists dedicated To the year of ecology and the 50th anniversary of the Resolution on combating soil erosion. Kursk: «ТОП+», 2017. P. 58–62 (in Russian).

4. Танасиенко А.А., Чумбаев А.С., Якутина О.П., Миллер Г.Ф. Условия и интенсивность эрозионно-аккумулятивных процессов в лесостепи Предсалаирья // Почвоведение. 2013. № 11. С. 1397–1408. DOI: 10.7868/S0032180X13110099.

Tanasiyenko A.A., Chumbaev A.S., Yakutina O.P., Miller G.F. Conditions and intensity of erosion-accumulative processes in the forest-steppe of the pre-Siberian Region // Pochvovedenie. 2013. № 11. P. 1397–1408 (in Russian).

5. Сурмач Г.П. Рельефообразование, формирование лесостепи, современная эрозия и противоэрозионные мероприятия. Волгоград, 1992. 175 с.

Surmach G.P. Relief Formation, forest-steppe formation, modern erosion and anti-erosion measures Volgograd, 1992. 175 p. (in Russian).

6. Извеков А.С. Защита почв от эрозии и воспроизводство их плодородия в южных степных и лесостепных районах России // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2012. № 70. С. 79–95.

Izvekov A.S. Protection of soils from erosion and reproduction of their fertility in the southern steppe and forest-steppe regions of Russia // Byulleten' Pochvennogo instituta im. V.V. Dokuchaeva. 2012. № 70. P. 79–95 (in Russian).

7. Швец Г.И. Теоретические основы эрозиоведения. Киев: Вища школа, 1991. 222 с.

Shvebs G.I. Theoretical bases of erosivity. Kiev: Vishha shkola, 1991. 222 p. (in Russian).

8. Мельникова Е.А., Лукашов С.В. Использование постулатов формальной кинетики для описания процесса поверхностной водной эрозии // Успехи современного естествознания. 2019. № 1. С. 99–103.

Melnikova E.A., Lukashov C.V. using the postulates of formal kinetics to describe the process of surface water erosion // Advances in current natural sciences. 2019. № 1. P. 99–103 (in Russian).

9. Комиссаров М.А. Эрозия почвы при орошении мобильными дождевальными установками // Мелиорация и водное хозяйство. 2011. № 3. С. 32–34.

Komissarov M.A. Soil erosion at an irrigation mobile water-sprinklers // Melioraciya i vodnoe khozyajstvo. 2011. № 3. P. 32–34 (in Russian).

10. Иванченкова О.А., Гамазин В.П., Луцевич А.А. Оценка состояния территории, загрязненной в результате аварии на магистральном нефтепроводе // Успехи современного естествознания. 2019. № 7. С. 82–87.

Ivanchenkova O.A., Gamazin V.P., Lutsevich A.A. Assessment of the state of the territory polluted as a result of the accident on the main oil pipeline // Advances in current natural sciences. 2019. № 7. P. 82–87 (in Russian).

УДК 911.37(470.41)

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН С ЭТАПА ОБРАЗОВАНИЯ ТАССР ДО СОВРЕМЕННОГО ПЕРИОДА

Мухаметов А.Р.*ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Казань,
e-mail: muhametov@inbox.ru*

В данной статье рассматриваются основные тенденции развития сельского населения в Республике Татарстан. Представлена динамика демографических процессов сельского населения в Республике Татарстан начиная с 1920 г. Анализируются особенности формирования административно-территориального устройства с 1920 г. по нынешний период. Анализируются основные демографические процессы: рождаемость, смертность, естественное движение сельского населения в динамике на протяжении столетия, и отмечаются положительные и отрицательные тенденции развития сельских территорий республики. Отдельно в статье рассматриваются миграционные процессы советского и постсоветского периода развития Республики Татарстан. Анализируется динамика сельского населения и причины сокращения численности данной категории на официальных статистических данных всесоюзных и всероссийских переписей населения и архивных данных Государственного архива Республики Татарстан с 1959 по 2010 год. Акцентируется внимание на особенностях демографических процессов в пригородных районах города Казани и отдаленных от центра районов Республики Татарстан. Актуализируется вопрос занятости сельского населения в муниципальных образованиях Республики Татарстан. В статье описываются особенности маятниковых миграций сельского населения на примере двух сельских районов, расположенных территориально в разных частях Республики Татарстан. По статистическим данным муниципальных образований, за пределами поселений и муниципальных образований работают от 30% до 60% работающего трудоспособного населения. Данная категория сельских жителей в поисках заработка ежедневно или сезонно выезжают из своих населенных пунктов вследствие отсутствия места работы в сельской местности. В завершение статьи представлен краткий вывод и анализ современных тенденций демографии сельского населения.

Ключевые слова: административно-территориальное устройство, демографические процессы, сельское население, естественное движение, национально-бытовые особенности, расселение, трудовая занятость сельского населения, отходники, компьютеры

DYNAMICS OF RURAL POPULATION IN THE REPUBLIC OF TATARSTAN FROM THE PERIOD OF FORMATION OF TASSR TO THE MODERN PERIOD

Mukhametov A.R.*Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, e-mail: muhametov@inbox.ru*

This article discusses the main trends in the development of the rural population in the Republic of Tatarstan. The article presents the dynamics of demographic processes of the rural population in the Republic since 1920. The features of the formation of the administrative-territorial structure since 1920 to the present period are analyzed. The main demographic processes are analyzed: a birth rate, mortality, the dynamics of natural movement of the rural population for a century, and notes positive and negative trends. Separately, the article discusses the migration processes of the Soviet and post-Soviet period of development of the Republic of Tatarstan. It analyzes the dynamics of the rural population and the reasons of the rundown of this category based on statistical data of the All-Union and All-Russian population censuses and archival data of the State Archive of the Republic of Tatarstan from 1959 to 2010. The focus is on the features of demographic processes in suburban areas of the city of Kazan and remote areas of the Republic of Tatarstan. The issue of employment of rural population in municipal districts is being updated. The article describes the features of pendulum migrations of the rural population on the example of two rural areas. According to statistical data between 30% and 60% of the working-age population from these municipal districts works outside of settlements and municipal districts. This category of rural residents (in search of daily or seasonally earnings) leaves their localities due to the lack of employment in rural areas. The article completes with a brief conclusion and analysis of current trends in rural population demography.

Keywords: administratively territorial organization, demographical processes, rural population, natural movement, national and domestic characteristics, resettlement, employment of the rural population, waste products, commuters

Достижение демографической устойчивости можно рассматривать как решение одной из приоритетных задач Российской Федерации, обозначенных руководством страны на ближайший период времени. В условиях общероссийского демографического кризиса Республика Татарстан занимает относительно стабильное положение на фоне общероссийских показателей. Однако в исследовании хотелось бы акцентировать внимание на неблагоприятную тенденцию сокращения

сельского населения. Проблематику сельского населения поднимают многие современные ученые. Проблемы современной сельской России подробно описываются в трудах А.И. Алексеева, Т.Г. Нефедовой, Ф.Г. Зияждиновой, Е.И. Кучаевой и многих других ученых.

В 1926 г. максимальная численность сельского населения в современных границах России была 76 млн человек. В 1950 г. было уже 58 млн человек, в 2010 г. – 37,5 млн чело-

век. Многие области потеряли около 2/3 сельского населения, а удаленные периферийные районы областей – до 90 % [1, с. 66].

Статистический анализ показателей демографических процессов сельского населения дает возможность определить основные аспекты в динамике численности сельского населения.

Структура населения по половому признаку, происходящие в группах данной структуры изменения тесно взаимосвязаны с другими структурными элементами сельского населения и являются одними из основных характеристик развития села [2, с. 33].

Комплексное изучение всех факторов, влияющих на современное демографическое состояние сельского населения, важно для дальнейшего эффективного развития сельской местности.

Цель исследования: выявить некоторые аспекты и факторы, влияющие на динамику сельского населения, определить современные тенденции развития сельского населения, акцентировать проблемные места в демографических процессах сельских районов Республики Татарстан в период с 1920 по 2020 г.

Материалы и методы исследования

Статистическое исследование закономерностей численного и качественного воспроизводства сельского населения в различных социально-экономических формациях на основе архивных данных и официальной статистики Росстата. Изучение и выявление положительных трендов сельских районов Республики Татарстан, которая имеет более стабильную демографическую ситуацию, сможет послужить возможностью масштабировать лучшие практики на общероссийском уровне.

На основании Декрета Всероссийского центрального исполнительного комитета и Совета народных комиссаров РСФСР от 27 мая 1920 г. № 15 «Об Автономной Татарской Социалистической Советской Республике» была создана ТАССР, которая отмечает в 2020 г. свое 100-летие. А в тот период формирования и рассвета советской власти существенно менялось административно-территориальное устройство республики. Максимальное количество районов было образовано в 1948 г. ТАССР в данный год делилась на 70 районов и на три города республиканского подчинения (Казань, Зеленодольск и Чистополь).

На начало 1959 г. в ТАССР, по архивным данным Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Республике Татарстан, насчитывалось 54 административных района. Сравнивая данные 2020 г., можно констатировать изменения, которые произошли в административном устройстве республики. В 1959 г. существовали 17 следующих районов, которых на данный момент нет в силу разных причин: Цильинский, Челнинский, Шереметьевский, Шугуровский, Юдинский, Яна-Юлский, Куйбышевский, Такамышский, Билярский, Большеатарханский, Бондюжный, Дубязский, Калининский, Красноборский, Кузнечихинский, Октябрьский, Первомайский.

На 1 января 2019 г. в республике 43 муниципальных района, в которых насчитывалось 3077 сельских населённых пунктов и проживало 900 152 сельских жителя (из них мужчин 438 812 и женщин 461 340), что составляет 23,2 % жителей республики. Для сравнения: в 1920 г. сельское население составляло 90,5 % населения республики (табл. 1).

Таблица 1

Численность населения Республики Татарстан с 1920 по 2010 гг. [3, с. 45]

Дата	Все население, тыс. чел.	В том числе		В общей численности населения, %	
		городское	сельское	городское	сельское
1920 г. по переписи на 28.08	2700,0	256,0	2444,0	9,5	90,5
1926 г. по переписи на 17.12	2587,5	280,5	2307,0	10,8	89,2
1939 г. по переписи на 17.01	2914,2	614,3	2299,9	21,1	78,9
1959 г. переписи на 15.01	2850,7	1180,3	1670,4	41,4	58,6
1970 г. перепись на 15.01	3135,2	1606,0	1529,2	51,2	48,8
1979 г. перепись на 17.01	3445,4	2169,6	1275,8	63,0	37,0
1989 г. перепись на 12.01	3641,7	2654,7	987,0	72,9	27,1
2002 г. перепись на 9.01	3779,3	2790,7	988,6	73,8	26,2
2010 г. перепись на 14.10	3786,5	2853,7	932,8	75,4	24,6

Анализ таблицы показывает, что ситуация с численностью сельского населения в сравнении с 1920 г. кардинально поменялась в противоположную сторону. Мы видим, что 1970 г. стал переломным для сельского населения республики. С данной даты количество сельского населения неумолимо сокращается. Данные цифры вырисовывают не радужную перспективу развития сельской местности. Однако нужно отметить, что ситуация похожая на российскую, с численностью сельского населения, присуща и мировым лидерам. Например, в Германии и Великобритании сельских жителей 11–12%, в США – 20%, и даже в Бразилии – 17% [1, с. 20].

На 1 января 2018 г. в Республике Татарстан суммарный коэффициент рождаемости на селе составил всего 1,531 (в 1989 г. составлял 2,82). Причин снижения рождаемости множество как объективных, так и субъективных. В середине прошлого века

уменьшению рождаемости выделяли следующие факторы: увеличение занятости женщин на производстве (удельный вес женщин, занятых в народном хозяйстве в 1971 г., составил 53,0% к числу работающих), недостаточная обеспеченность дошкольными учреждениями и другие.

Состояние естественного движения всего населения республики последних двух лет отражено в табл. 2.

В 2019 г. естественный прирост всего населения показывает отрицательную динамику. В сравнении с 2018 г. показатели рождаемости уменьшились, смертность также уменьшилась. Для понимания динамики показателей в прошлом веке в табл. 3–5 представлены данные естественного движения населения и другие статистические сведения из фондов Государственного архива Республики Татарстан начиная с 1959 по 1978 г.

Таблица 2

Естественное движение всего населения Республики Татарстан
в январе-ноябре 2019 г. [по данным Татарстанстата]

	Человек			На 1000 населения		
	2018	2019 январь-ноябрь	Прирост / снижение	2018	2019	2019 г. в % к 2018 г.
Родившихся	42648	39119	–3529	12,0	11,0	91,7
Умерших	41209	39251	–1958	11,6	11,0	94,8
Естественный прирост (убыль)	1439	–132	X	0,4	0	0

Таблица 3

Естественное движение сельского населения в ТАССР
с начала 1959 по 1978 гг. [данные из Госархива РТ]

	1959	1970	1978
Родившихся	52096	22609	17411
Умерших	14938	14093	14235
Естественный прирост (убыль)	37158	8516	3176

Таблица 4

Данные статистики родившихся на 1000 жителей
на начало 1959, 1969, 1971, 1978 гг. [данные из Госархива РТ]

	1959	1969	1971	1978
ТАССР	28,8	15,3	15,6	16,2
Город	25,6	14,5	16,1	17,5
Село	31,0	16,2	14,9	14,2

Таблица 5

Данные статистики умерших на 1000 жителей
на начало 1959, 1970, 1978 гг. [данные из Госархива РТ]

	1959	1970	1978
ТАССР	7,9	8,1	8,9
Город	6,5	7,0	7,4
Село	8,9	9,3	11,6

К сожалению, анализ данных естественного движения с 1959 по 1978 г. показывает резкое снижение показателя родившихся на 1000 жителей с 31,0 в 1959 г. до 14,2 в 1978 г., с 1978 г. данный показатель также уменьшается, но не так стремительно, в 2019 г. показатель составляет 11,0. Количество умерших на 1000 жителей увеличивается с 8,9 в 1959 г. до 11,6 в 1978 г., в дальнейший период времени до 2019 г. количество умерших на 1000 жителей стабилизировалось и составляет 11,0. В целом по республике на сегодняшний день положительный естественный прирост населения только в 10 муниципальных районах и городских округах из 45, из них только 4 сельские районы (Балтасинский, Высокогорский, Сабинский, Пестречинский).

В январе-ноябре 2019 г. миграционный прирост населения в Республике Татарстан составил 3830 человек, что на 1233 человека больше, чем за аналогичный период прошлого года. Увеличение миграционного прироста обусловлено сокращением числа выбытий из республики в другие регионы и увеличением прибытий из стран СНГ. Число мигрантов, переселяющихся в пределах Республики Татарстан, составило 51141 человек, что на 4,0% меньше по сравнению с аналогичным периодом 2018 г. Для сравнения динамики миграционных процессов в таблице 6 представлены данные по миграции в ТАССР на начало 1959 г.

Анализ данных 1959 г. показывает, что основной приток миграций был в сельскую местность – 16574 человека. В городе в тот период миграционный прирост был отрицательный и составлял 1306 человек. Последующие десятилетия миграционные процессы меняют вектор. В соответствии с архивными данными в 1970 г. ситуация кардинально поменялась в противоположную сторону. На начало 1971 г. в городские поселения прибыло 153 559 человек, а выбыло 101 817, механический прирост составил 51 742 человека, а в сельскую местность прибыло 42 393 человека, выбыло 40 661 человек, механический прирост составил всего 1732 человека. На со-

временном этапе сохраняется аналогичная ситуация с миграционными процессами, но в абсолютных цифрах на порядок ниже.

Результаты исследования и их обсуждение

Процесс урбанизации планомерно сокращает долю сельского населения путем перемещения в города регионов Российской Федерации, Республики Татарстан и районные центры. Факторов, определяющих основные миграционные процессы в сельской местности, множество, выделяют связанные с глобализацией экономики, тенденциями старения населения, урбанизацией и т.д.

На современном этапе развития экономической ситуации в сельской местности, появилась определенная категория трудоспособного сельского населения, которая выезжает на работу в другие районы республики и регионы Российской Федерации. Для подтверждения развития данной практики на селе проанализируем два муниципальных района республики. Яркий пример – Пестречинский муниципальный район, который расположен в пригороде города Казань, является полностью сельским. На 1 января 2020 г., по информации исполнительного комитета района, численность трудоспособного населения 24 326 человек, в том числе 19 323 работающих, а из них работают за пределами поселений и района 11 574 человека (60% от работающих и 47% от трудоспособного населения). Следующий исследуемый район – Кукморский, расположен на северо-востоке республики, на самой границе с Кировской областью и Удмуртией. В районе, по данным Татарстанстата, на 2018 г. 18 248 сельского трудоспособного населения [4, с. 86]. Порядка 6000 жителей работают за пределами, соответственно 32% трудоспособного населения «отходники», или «комьютеры». Цифры в удаленных районах от крупных городов на порядок ниже, чем в пригородных сельских районах. Данная ситуация вызывает большую обеспокоенность и требует особого отражения в стратегических планах развития государства.

Таблица 6

Механическое движение в ТАССР и РСФСР на начало 1959 г. [данные из Госархива РТ]

	Из (в) города	Из (в) села	Неизвестно	Всего
Прибыло ТАССР	13751	28847	4052	46650
Выбыло из ТАССР	15057	12273	2504	29834
Мех. прирост ТАССР	–1306	16574	1548	16816

Выводы

Проблемы сельского населения, описанные в статье, статистически подтверждают следственно-причинные связи основных тенденций в мировой экономике, глобализации и незавершенных процессов урбанизации.

Распространена точка зрения, что укрупнение муниципальных образований за счет объединения населенных пунктов и сельских территорий неизбежно, поскольку обусловлено малой численностью населения и экономической несостоятельностью многих из них [5, с. 242].

В свою очередь, положительные примеры развития пригородных сельских районов республики и эффективные меры развития разноплановых сельских муниципальных районов, грамотное использование поддержки федеральных и региональных грантов в области развития села важны для масштабирования на российском уровне.

В Республике Татарстан модернизация села осуществляется с приоритетом поддержки традиционного уклада жизни (института семьи, соседских взаимоотношений), местных ценностей и инициатив, повышения качества инфраструктуры базовых социальных институтов и услуг на всем сельском пространстве [6, с. 264].

На современном этапе развития сельской местности необходимо удерживать молодое поколение, которое выросло в сельской местности. В эпоху развития информационных технологий есть возможности удаленной работы, множество возможностей

для самореализации в сельской местности. Основной фактор реализации развития сельской местности – наличие стабильной экономики в стране.

Список литературы / References

1. Неведова Т.Г. Десять актуальных вопросов о сельской местности: Ответы географа, Изд. 2-е. М: Ленанд, 2017. 456 с.

Nefedova T.G. Ten topical questions about rural areas: geographer's answers. Izd. 2. M: Lenand, 2017. 456 p. (in Russian).

2. Зиятдинова Ф.Г., Кучаева Е.И.. Российское село в рыночных условиях: монография. М.:ЮНИТИ-ДАНА: Закон и право, 2008. 199с.

Ziyatdinova F.G., Kuchaeva E.I. Russian village in market conditions: monograph. M.: UNITY-DANA: Zakon i pravo, 2008. 199 p. (in Russian).

3. Республика Татарстан, юбилейный сборник, Татарстанстат, Казань, 2016. [Электронный ресурс]. URL: [https://tatstat.gks.ru/storage/mediabank/Ежегодник_2016\(2\).pdf](https://tatstat.gks.ru/storage/mediabank/Ежегодник_2016(2).pdf) (дата обращения: 22.03.2020).

Republic of Tatarstan, jubilee collection, Tatarstanstat, Kazan, 2016. [Electronic resource]. URL: [https://tatstat.gks.ru/storage/mediabank/Ежегодник_2016\(2\).pdf](https://tatstat.gks.ru/storage/mediabank/Ежегодник_2016(2).pdf) (date of access: 22.03.2020) (in Russian).

4. Возрастно-половой состав населения городских округов и муниципальных районов Республики Татарстан: Статистический сборник / Татарстанстат – Казань, 2019. 131с.

Age and gender composition of the population of urban districts and municipal districts of the Republic of Tatarstan: Statistical book / Tatarstanstat-Kazan, 2019. 131 p. (in Russian).

5. География населения и социальная география/ Вопросы географии / Отв. ред. А.И. Алексеев, А.А. Ткаченко. М.: Издательский дом «Кодекс», 2013. 552 с.

Geography of Population and Social Geography/ Problems of Geography / Editors-in-Chief A.I. Alekseev, A.A. Tkachenko. Moscow: «Kodeks» Publishing House, 2013. 552 p. (in Russian).

6. Ильдарханова Ч.И. Модернизация сельского Татарстана: монография. Казань: Издательство Академия наук Республики Татарстан, 2016. 308 с.

Ildarkhanova CH. I. A modernization of rural Tatarstan: monograph. Kazan: Publishing house of the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, 2016. 308 p. (in Russian).

УДК 504.054

**АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОЧИСТКЕ ПОБЕРЕЖЬЯ
ОТ МУСОРА В ПРИМОРСКОМ КРАЕ**^{1,2}Охоткина В.Э., ^{1,2}Блиновская Я.Ю., ^{2,3}Высоцкий М.В., ^{1,2}Высоцкая М.В.¹ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет»,

Владивосток, e-mail: blinovskaya@hotmail.com;

²ООО «ЭКОСТАРТ», Владивосток;³ФГБОУ ВО «Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского», Владивосток

Загрязнение береговой зоны морским мусором в последние годы стало весьма актуальной проблемой. Количество мусора на побережье ежегодно увеличивается даже в удаленных от активной антропогенной деятельности районах. Одним из важных инструментов, позволяющих оценить ситуацию, установить тенденции и разработать комплекс мер по обеспечению экологической стабильности прибрежно-морских зон, являются экологические акции. Роль их в улучшении обстановки очевидна: во время их проведения участники не только производят сбор, анализ и оценку собранного с береговой черты мусора, но и совершенствуют свое экологическое сознание. И в мировой практике, и в Российской Федерации сформирована в целом система обращения с отходами. Однако вопросы, связанные с морским мусором, до сих пор остаются открытыми. Это связано, прежде всего, со сложностью установления происхождения отходов на побережье, наличием большого количества «бесхозных» пляжей. И если, например, для освоенных берегов основным загрязнителем является рекреационная активность, то установить источник происхождения и продолжительность нахождения в среде в труднодоступных участках невероятно сложно. В соответствии с этим в работе проанализированы результаты мероприятий по очистке побережья от мусора, проведены количественные и качественные оценки и установлены основные тенденции, характерные для прибрежно-морской зоны Приморского края. За период исследования установлено, что максимальной загрязненностью характеризуется прибойная зона пляжа, а степень замусоренности береговой черты возрастает с приближением к хозяйственно освоенным участкам, при этом основным источником загрязнения является рекреационная деятельность. По морфологическому составу собранных отходов основная доля приходится на пластик (65%). Самыми распространенными отходами являются различные виды упаковки от продуктов питания.

Ключевые слова: морской мусор, загрязнение, экологические последствия, экологические акции, побережье, Приморский край

ANALYSIS OF COASTAL CLEANUP EVENTS RESULTS IN PRIMORSKY KRAY^{1,2}Okhotkina V.E., ^{1,2}Blinovskaya Ya.Yu., ^{2,3}Vysotsky M.V., ^{1,2}Vysotskaya M.V.¹Far Eastern Federal University, Vladivostok, e-mail: blinovskaya@hotmail.com;²Ecostart LLC, Vladivostok;³Maritime State University named after Admiral G.I. Nevelskoy, Vladivostok

Coastal pollution by marine litter has become a pressing problem in recent years. The amount of its on the coast increases annually even in areas which remote from active human activity. Environmental events are an important tool for assessing the situation, identifying trends and developing a set of measures to ensure the environmental stability of coastal and marine zones. Their role in improving the situation is obvious: during their holding, participants not only collect, analyze and assess the marine litter from the coastline but also refine their ecological consciousness. Both in world practice and in the Russian Federation, a system of waste management has been formed in general. However, issues related to marine litter still remain open. First of all, this is due to the difficulty of establishing the waste origin on the coast and the presence of a large number of «orphan» beaches. And if recreational activity is the main pollutant for developed coasts for example, it is incredibly difficult to determine the source and duration of the environment in hard-to-reach areas. Accordingly, in this work analyzed the results of the measures to clean the coast from marine litter, carried out quantitative and qualitative assessments and established the main trends characteristic of the coastal and marine zone of the Primorsky krai. During the research period it has been found that the maximum pollution is related by the littoral zone, the degree of debris of the coastline increases with the approach to the developed areas, the main source of pollution being recreational activity. Plastic is dominate in terms of morphological composition of collected marine litter (65%). The most common waste is different types of food packaging.

Keywords: marine litter, pollution, ecological consequences, ecological events, coastal area, Primorsky kray

Загрязнение отходами производства и потребления является важнейшим вопросом современности. Наиболее интенсивно данная проблема проявляется в пограничных средах, например суша-море. В зарубежной литературе для отходов, скапливающихся на побережье или в воде, принят термин – морской мусор. По оценкам экс-

пертов ООН, загрязнение, вызываемое сбросом твердых отходов и мусора в море, является основной причиной деградации как береговой, так и прибрежной полосы во всех регионах мира [1–3]. К настоящему моменту уже разработаны разные механизмы решения этого вопроса: запрет на использование бесплатных пластиковых па-

кетов в супермаркетах, штрафные санкции, введение новых нормативно-правовых документов, касающихся управления отходами, и т.д., однако решение этой проблемы еще в самом начале своего пути.

Владивосток – морской город, в пределах которого расположены живописные рекреационные зоны пляжно-купального отдыха. Однако неконтролируемое посещение пляжей влечет множество проблем, в частности загрязнение отходами, причем это касается и достаточно удаленных и труднодоступных районов. Одним из важных инструментов, позволяющих оценить ситуацию, установить тенденции и разработать комплекс мер по обеспечению экологической стабильности прибрежно-морских зон, являются экологические акции. В мировой практике уже 35 лет одной из таковых является International Coastal Cleanup (ICC), объединившая более 150 стран, ее идеологические основы заложены в американском институте Ocean Conservancy. В основе мероприятия ICC заложены две составляющие:

1. Научная: а) мониторинг (позволяет проследить динамику загрязнения, выявить источники поступления отходов); б) разработка административных и иных мероприятий по предотвращению загрязнения.

2. Социальная: а) экологическое просвещение (привлечение населения и социальных групп к проблеме); б) ликвидация загрязнения на пляжах Приморского края с помощью волонтеров.

Таким образом, ICC становится научно-образовательным инструментом, позволяющим принимать также и управленческие решения. В процессе проведения акции все данные заносятся в специальную форму, обработка которой позволяет выявить структуру загрязнения берега, потенциальные источники загрязнения, его динамику, если акция проводится здесь систематически. В России данное мероприятие было впервые проведено в 2007 г. при поддержке Координационного центра Плана действий Северо-западной Пацифики, регионального представительства ООН (NOWPAP, Regional Seas, UNO) и Морского государственного университета им. адм. Г.И. Невельского (г. Владивосток) [4]. В дальнейшем деятельность ICC была расширена и объединила научную и экологически ориентированную общественность, расширив свою географию практически на весь дальневосточный регион. Однако Приморский край остается единственным регионом, где уста-

новлены участки – индикаторы, характеризующие разными условиями антропогенного использования, на основании которых стало возможным решение следующих задач:

1. Отработка методик исследования.

2. Мониторинг ключевых участков береговой зоны.

3. Разработка предложений по защите окружающей среды от морского мусора.

В настоящей работе представлены результаты деятельности авторов за период с 2007 по 2019 г.

Материалы и методы исследования

В основе методологии проведения данных работ лежат методические рекомендации американского института Ocean Conservancy, который продолжает оставаться основным идеологом ICC. Первая организованная им акция состоялась в 1985 г. и позволила не только очистить более 100 миль побережья штата Техас, но и разделить его на ряд основных категорий, что позволило определить основные источники происхождения мусора, а также его воздействие на прибрежно-морскую среду. В настоящее время рекомендованные Ocean Conservancy формы используются в более чем 150 странах мира и хранятся в единой базе данных.

Алгоритм проведения исследований включает два этапа. Первый – полевые наблюдения. На установленных пляжах-индикаторах выделяется участок площадью 50 м², на котором производится сбор, сортировка и идентификация отходов. Результаты фиксируются в бланк-форму, адаптированную для российских побережий. Также отдельно производится взвешивание каждой категории отходов (пластик, металл, стекло, резина, прочее) [4; 5].

Второй этап – обработка результатов. Собранные по окончании всех мероприятий бланки позволяют осуществлять сравнительный анализ независимо от места проведения исследования. Идентификационные и морфологические характеристики обрабатываются статистическим методом и заносятся в авторскую таблицу (рис. 1). Полученная информация синхронизируется с единой базой Ocean Conservancy.

Регулярность проведения, методологическая общность позволяют оценивать состояние отдельных участков береговой зоны, динамику загрязнения, тенденции, разрабатывать мероприятия по предупреждению загрязнения берегов морским мусором, очищая при этом тысячи километров морских побережий [6].

Буфер обмена		Шрифт	Выравнивание		Число	Стили							
A105			6. Федорова Амурский залив г. Владивосток 2 уч.										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
	Пляж, район	Год, дата	координаты	размеры пляжа	площадь участка, м2	Пластик	Резина	Металл	Стекло	Прочее	Общий вес, кг	вес ТБО на м2	общее количество предметов
1													
2	б. Емар ВДЦ Океан г. Владивосток	02.10.2007			1800	14		4,4	5,7	20,2	44,3	0,025	266
3	б. Щитовая, г. Владивосток	27.09.2008			6000	14,9		2,4	0,9	9,5	27,7	0,005	539
4	п. Прокладное залив Угловой	23.10.2008			150						16	0,107	130
5	Надеждинский район Тавричанка б Зий мыс	01.11.2008			200						200	1,000	815
6	б. Щитовая, г. Владивосток	26.09.2009			900	20,4		5,06	5,5	73	103,96	0,1	736
7	б. Ольга, Ольгинский район	26.09.2009			1600	13,5		8,8	87	66	175,3	0,1	1169
8	Надеждинский район Тавричанка б Зий мыс	26.09.2009			2000	4,5		1,5	16	31	53	0,03	490
9	п. Прокладное залив Угловой	26.09.2009			1000	5		0,4	1,8	6,8	14	0,01	60
10	б. Емар ВДЦ Океан г. Владивосток	29.09.2009			600	1,7		0,3	0,2	1,6	3,8	0,006	391
11	б. Емар ВДЦ Океан г. Владивосток	21.10.2009			600	0,65		0,04	0,4	0,5	1,59	0,003	159
12	пляж Волна залив Находка	18.09.2009			600	5		5,5	0,5	6,7	17,7	0,03	718
13	пляж Волна залив Находка	23.10.2009			600	4,1		0,3	1,9	10,8	17,1	0,03	336
14	б. Пограничная о-в Попова	29.10.2009			600	10,4		1,1	3	7,3	21,8	0,04	1679
15	б. Федорова Амурский залив г. Владивосток	25.09.2010			1000	10		1	11	3	25	0,0	1733
16	б. Тихая пристань Ольгинский район	25.09.2010			300	40		60	35	5	140	0,47	637
17	п. Тавричанка, б. Зий мыс Амурский залив	14.10.2010			140	1,5		3	1	1	6,5	0,05	403
18	п. Прокладное залив Угловой				150	3		1	8	5	17	0,1	135
19	б. Безымянная залив Стрелок п. Домашинино	24.07.2011			20	0,32		0,6	0,4	0,18	1,5	0,1	21
20	б. Баклан пт. Славянка пляж "Манжурка"	14.08.2011		280	140	0,1		0,07	0,1	0,03	0,3	0,002	11
21	б. Федорова Амурский залив г. Владивосток	25.07.2011			175	0,9		0,22	1,1	0,25	2,47	0,0	571
22	пляж "Чайка" г. Владивосток	26.07.2011			130	0,57		0,35	3,15	0,45	4,52	0,03	202
23	пляж Змеинка б. Анна (Малый Улисс) г. Владивосток	27.07.2011			49	0,11			0,5	0	0,61	0,01	124
24	пляж Вторая речка Амурский залив г. Владивосток	28.07.2011			66,15	0,95		0,25	0,5	0,1	1,8	0,03	274
25	б. Мраморная Ольгинский район	02.08.2011			3800	0,75		0,22	1	2	3,97	0,001	50

Рис. 1. Фрагмент таблицы результатов мониторинга мусора на пляжах Приморского края

Результаты исследования и их обсуждение

За период 2007–2019 гг. исследовано около 50 пляжей Приморского края (рис. 2). За время проведения ИСС и сезонного мониторинга пляжей-индикаторов собрано и проанализировано более 3 тонн отходов.

Традиционно мероприятия ИСС проводятся ежегодно в последние выходные сентября. В акциях участвуют различные группы населения: школьники, студенты, экологически ориентированная общественность. За весь период проведения общее количество участников составило более 400 человек. При этом отмечается регулярное расширение географии мероприятия.

Анализ полученных результатов показывает, что по морфологическому составу в общем весе преобладают стеклянные отходы (бытовое стекло, бутылки от напитков, чаще в виде осколков), что составляет 890 кг (28%), на втором месте пластиковые (преимущественно тара и упаковочные материалы) – 760 кг (24%), далее металлические (куски арматуры, отдельные фрагменты) – 650 кг (20%), резиновые (автомобильные покрышки) – 352 кг (11%) и прочие отходы – 580 кг (18%), включающие текстиль, отходы древесного и органического происхождения и другие категории, не относящиеся к основным вышеупомянутым (рис. 3). Размерный состав очень широк, но преобладает мелкая фракция (до 10 см), среди них особое место занимают фильтры сигарет, фрагменты стекла и пищевой пластик.

Производя оценку отходов по объему (что регламентируется основными нормативно-правовыми документами), необходимо отметить следующее: 1 м³ пластика составляет порядка 1000 кг, стекла – 2000 кг, металла – 4000 кг и резины около 1500 кг. Таким образом, минимальный вес пластика требует максимального объема, что и подтверждается результатами наблюдений (рис. 4).

Таким образом, очевидно, что пластик занимает наибольший объем из всех представленных видов морского мусора при равной массе, на его долю приходится 36%, минимальный объем занимают металлические отходы.

На пляжах-индикаторах идентификация отходов проводилась с учетом их использования в различных сферах деятельности. В результате установлено, что наиболее распространенными являются отходы, образованные в процессе рекреационной деятельности (рис. 5).

Установлено, что самый распространенный отход на пляжах Приморского края – сигаретные фильтры, их было насчитано 7690 штук. Крышки от напитков и фрагменты стекла от бутылок, банок занимают в количественном рейтинге морского мусора второе и третье места – 5375 и 5133 штук соответственно. Далее упаковка от продуктов питания и соломинки для напитков – около 4000 штук каждого. Элементы пластика, колечки от бутылок и пластиковые бутылки завершают список наиболее распространенных отходов.

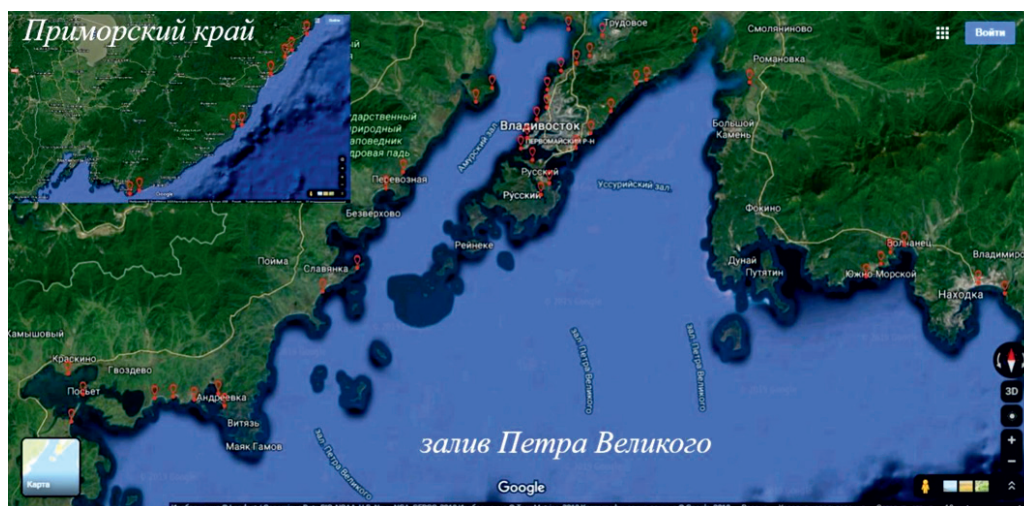


Рис. 2. Карта-схема проведения исследований морского мусора в Приморском крае

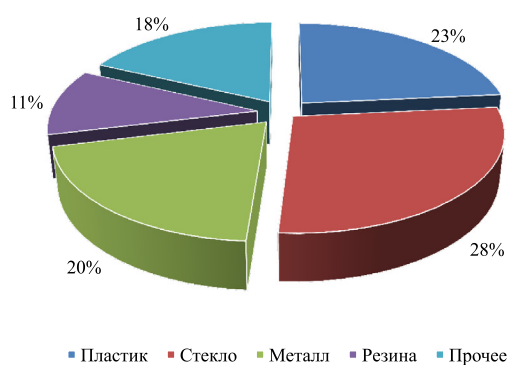


Рис. 3. Морфологический состав собранных отходов за период 2007–2019 гг. по массе

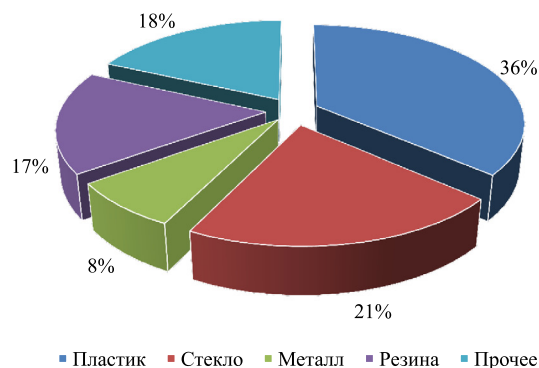


Рис. 4. Морфологический состав отходов по занимаемому объему

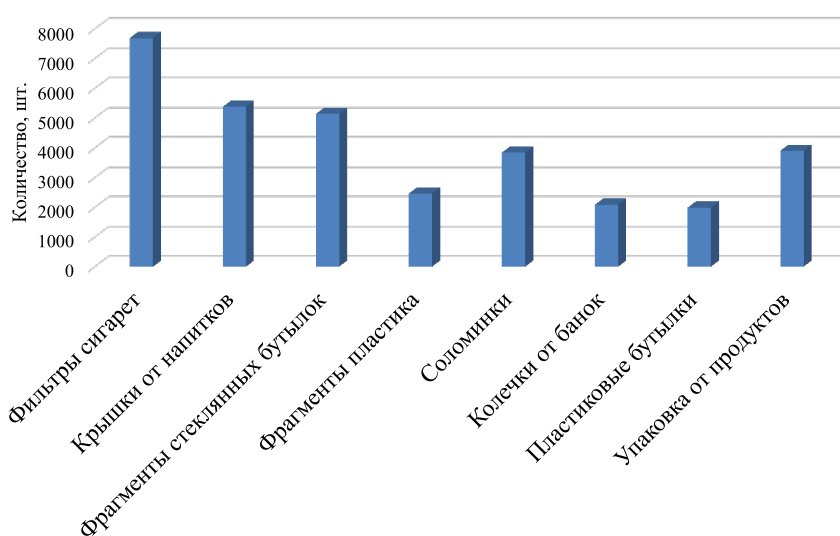


Рис. 5. Количество собранных отходов с модельных участков по идентификационным основным показателям за период 2007–2019 гг.

Выводы

За период проведения ИСС установлено, что максимальной загрязненностью характеризуется прибойная зона пляжа, а степень замусоренности береговой черты возрастает с приближением к хозяйственно освоенным участкам, при этом основным источником загрязнения является рекреационная деятельность. По морфологическому составу собранных отходов основная доля приходится на пластик (65%). Самыми распространенными отходами являются различные виды упаковки от продуктов питания. Самый массовый вид отхода – это сигаретные фильтры (всего собрано более 7500 сигаретных фильтров!). Систематичность и единая методическая база лежат в основе оценки состояния прибрежно-морской зоны, что дает возможность определять основные тенденции загрязнения, а также позволяет сформировать стратегии по предупреждению и ликвидации мусора на побережье.

За весь период наблюдения собрана обширная база данных по источникам поступления отходов в прибрежные зоны, их структуре и количеству. При знании особенностей побережья: местной гидродинамики, геоморфологии, освоенности, стало возможным предположить, какие участки пляжей будут загрязнены в большей степени, а также установить потенциальные источники загрязнения. Такой подход особенно актуален для труднодоступных побережий, и особенно в Арктической зоне, где акции можно организовать в только непосредственной близости от населенных пунктов, а, как показывает практика, удаленные участки остаются загрязненными длительное время, оказывая влияние на чувствительные экосистемы региона. Таким образом, ИСС может стать инструментом мониторинга морского мусора, особенно если этот метод комбинировать с возможностями дистанционного зондирования: беспилотными летательными аппаратами, космическими снимками, аэрофотосъемкой.

Для решения данной проблемы предлагается использовать следующие резуль-

таты, которые получены и апробированы на модельных участках за период проведения исследований:

1. Экологическое воспитание, касающееся всех социальных групп и включающее не только мероприятия по очистке побережья, но и формирование нового взгляда на проблему.

2. Привлечение внимания со стороны административных структур к проблеме морского мусора.

3. Активное участие школьников, студентов, магистров и аспирантов в научно-исследовательской работе, что также позволяет сформировать навыки работы в команде, научиться системно подходить к решению поставленных задач.

Список литературы / References

1. Bergmann M., Gutow L., Klages M. Marine Anthropogenic Litter. [Electronic resource]. URL: <http://114.251.10.142:4080/sco/dinracManage/resource/Marine-Anthropogenic-Litter.pdf> (date of access 10.03.2020).
2. Anthony L. Andrady. Plastics and the Environment. Marine pollution bulletin. 2011. Vol. 62. P. 1596–1605. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2011.05.030.
3. Marine Litter. An analytical overview. UNEP, 2005. 48 p.
4. Руководство по мониторингу мусора на пляжах северо-западной части Тихого океана. NOWPAP. 2007. 52 с.
5. Marine litter monitoring on the Pacific North-West beaches. Manual. NOWPAP. 2007. 52 p.
5. Okhotkina V., Blinovskaya Yu., Vysotskaya M., Trends of the marine litter distribution on the southern coastal zone of the Primorsky region. Marine science and technology for sustainable development: abstracts of the 26th international conference of Pacific congress on Marine Science and Technology (PACON-2019), July 16–19, 2019. Vladivostok: POI FEBRAS, 2019. P. 145.
6. Блиновская Я.Ю., Охоткина В.Э., Высоцкая М.В. Морской мусор как индикатор состояния прибрежно-морской среды // Морские особо охраняемые природные территории мира: международная научно-практическая конференция, посвященная 120-летию со дня образования Дальневосточного федерального университета (ДВФУ), 26–30 сентября 2019): сборник материалов / науч. ред.: Н.К. Христофорова, В.Ю. Цыганков. Владивосток: Дальневосточный федеральный университет, 2019. С. 5–8.
- Blinovskaya Ya. Yu., Okhotkina V.E., Vysotskaya M.V. Marine litter as the coastal marine environment condition indicator // Morskie osobo ohranyaemye prirodny'e territorii mira: mezh-dunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya, posvyashennaya 120-letiyu so dnya obrazovaniya Dal'nevostochnogo federal'nogo universiteta (DVFU), 26–30 sentyabrya 2019): sbornik materialov / nauch. red.: N.K. Xristoforova, V.Yu. Cygankov. Vladivostok: Dal'nevostochny'j federal'ny'j universitet, 2019. P. 5–8 (in Russian).

УДК 556:544.723

**СНИЖЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ИОНОВ ЦИНКА В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ
ГЛИНОЙ, СОДЕРЖАЩЕЙ МОНТМОРИЛЛОНИТ****Пимнева Л.А., Рогов Д.О., Ларионова К.А.***ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, e-mail: l.pimneva@mail.ru*

Важной экологической задачей современности является очистка загрязненной воды от ионов тяжелых металлов. В связи с этим возникает практическая задача подбора местных природных материалов для очистки природных и сточных вод. В настоящей статье представлены результаты исследований адсорбционной активности содержащих монтмориллонит глин Кыштырлинского месторождения Тюменской области по отношению к ионам цинка. Адсорбцию изучали на природной и модифицированных формах глины. Определен химический и минералогический состав природного адсорбента с помощью рентгеноструктурного и рентгенофазового анализа. Исследована адсорбция ионов цинка от концентрации их в растворе в статических условиях. Методом разбавления из раствора сульфата цинка готовили модельные растворы с концентрациями ионов цинка от 0,03 до 0,15 ммоль/мл. Равновесие процесса адсорбции ионов цинка исследовано при изменении температуры методом построения изотерм. Исходную и равновесную концентрации ионов цинка в растворах определяли комплексонометрическим титрованием. Адсорбционная емкость по ионам цинка возрастает в ряду нативная (природная) > Н-форма > ОН-форма. Для математического описания статического равновесия процесса адсорбции использовали модели Ленгмюра, Фрейндлиха. Определены равновесные параметры адсорбции. Построенные изотермы адсорбции отражают мономолекулярную адсорбцию. Рассчитаны значения максимальной адсорбционной емкости ионов цинка в зависимости от формы монтмориллонитовой глины. Показано, что параметр адсорбционного взаимодействия (K) характеризует энергию взаимодействия ионов цинка с адсорбентом. Полученные результаты показали, что Кыштырлинская глина, содержащая монтмориллонит в ОН-форме, более активна по отношению к нативной и Н-формам. Исследования показали перспективность использования монтмориллонитовых глин в качестве адсорбентов для доочистки природных и сточных вод.

Ключевые слова: адсорбция, ионы цинка, природная глина, изотермы адсорбции, механизм адсорбции**REDUCTION OF ZINC ION CONTENT IN NATURAL WATERS
BY MONTMORILLONITE CLAY****Pimneva L.A., Rogov D.O., Larionova K.A.***Tyumen Industrial University, Tyumen, e-mail: l.pimneva@mail.ru*

An important environmental task of our time is to clean polluted water from heavy metal ions. In this regard, there is a practical problem in the selection of local natural materials for wastewater and natural water treatment. This article presents the results of studies of the adsorption activity of montmorillonite containing clays of the Kyshtyrinskoye Deposit of the Tyumen region in relation to zinc ions. Adsorption was studied on natural and modified forms of clay. The chemical and mineralogical composition of the natural adsorbent was determined using x-ray diffraction and x-ray phase analysis. The adsorption of zinc ions from their concentration in the solution under static conditions was studied. Model solutions with concentrations of zinc ions from 0.03 to 0.15 mmol/ml were prepared by dilution from a solution of zinc sulfate. The equilibrium of the process of adsorption of zinc ions was studied at a change in temperature by the method of constructing isotherms. The initial and equilibrium concentrations of zinc ions in solutions were determined by complexometric titration. The adsorption capacity for zinc ions increases in the series native (natural) > H-form > OH-form. Langmuir, Freundlich models were used to mathematically describe the static equilibrium of the adsorption process. The equilibrium parameters of adsorption are determined. The constructed adsorption isotherms reflect monomolecular adsorption. The values of the maximum adsorption capacity of zinc ions depending on the shape of montmorillonite clay are calculated. It is shown that the adsorption interaction parameter (K) characterizes the interaction energy of zinc ions with the adsorbent. The results obtained showed that Kyshtyrin clay containing montmorillonite in the ON-form is more active in relation to the native and H-forms. Studies have shown the prospects of using montmorillonite clays as adsorbents for post-treatment of natural and waste water.

Keywords: adsorption, zinc ions, natural clay, adsorption isotherms, the adsorption mechanism

Важной экологической задачей современности является очистка загрязненной воды от ионов тяжелых металлов. Ежегодное поступление загрязняющих веществ во все водоемы приводит к загрязнению не только гидросферы, но и донных отложений, почв. Вода является мобильной средой, которая способствует миграции загрязняющих веществ, в том числе тяжелых металлов, на большие расстояния. Источниками

поступления в окружающую среду тяжелых металлов являются естественные и антропогенные факторы. С точки зрения охраны окружающей среды серьезную опасность представляют сточные воды химической, металлургической промышленности, а также гальванических производств, содержащие в своем составе ионы цинка, кадмия, меди, марганца, кобальта, никеля, железа, хрома [1–2].

Природные и сточные воды представляют собой сложные гетерогенные системы, содержащие растворенные, коллоидные и взвешенные в воде неорганические и органические соединения. Ежегодный мониторинг водных ресурсов подтверждает увеличение в природной воде ионов тяжелых металлов [3]. В связи с этим возрос интерес применения эффективных и безопасных технологий очистки сточных и природных вод. Наиболее простыми и эффективными методами очистки природных и сточных вод являются сорбционные.

Перспективным направлением является использование экологически безопасных сорбентов на основе природных глинистых материалов и алюмосиликатов [4–6], которые обладают высокой адсорбционной и ионообменной селективностью к различным соединениям, химически устойчивы и механически прочны.

Целью работы является исследование структуры и адсорбционной способности Кыштырлинской глины с содержанием монтмориллонита в нативной и модифицированных формах к ионам цинка.

Материалы и методы исследования

В качестве адсорбента использовали глину с содержанием монтмориллонита

Кыштырлинского месторождения Тюменской области в нативной (природной) и модифицированных формах.

Химический состав глины определяли рентгеноструктурным анализом (РСпА) сканирующим растровым микроскопом JEOLJSM 6510 LV. Состав глины представлен в табл. 1. Точность установления элементного состава $\pm 2\%$.

Потери при прокаливании природной Кыштырлинской монтмориллонитовой глины составляют 8,12%.

Согласно результатам химического анализа в состав входит 54% диоксида кремния и 20,73% оксида алюминия, что определяет полукислый характер глины. Водорастворимые оксиды натрия и калия в сумме составляют 3,82%.

Фазовый состав нативной глины определяли с использованием рентгенофазового анализа (рис. 1). Рентгенофазовый анализ выполняли на дифрактометре Bruker D2 Phaser с линейным детектором Lynxeye (CuK_α – излучение, Ni – фильтр).

По результатам рентгенофазового анализа в образцах глины можно выделить следующие фазы: монтмориллонит, гидрослюда, хлорит, кварц и каолинит. Процентный состав фаз представлен на рис. 2.

Таблица 1

Химический состав Кыштырлинской глины

Содержание	SiO_2	Al_2O_3	Na_2O	K_2O	CaO	Fe_2O_3	TiO_2	MgO
% мас.	54,0	20,73	0,75	3,37	0,60	9,43	1,1	1,82

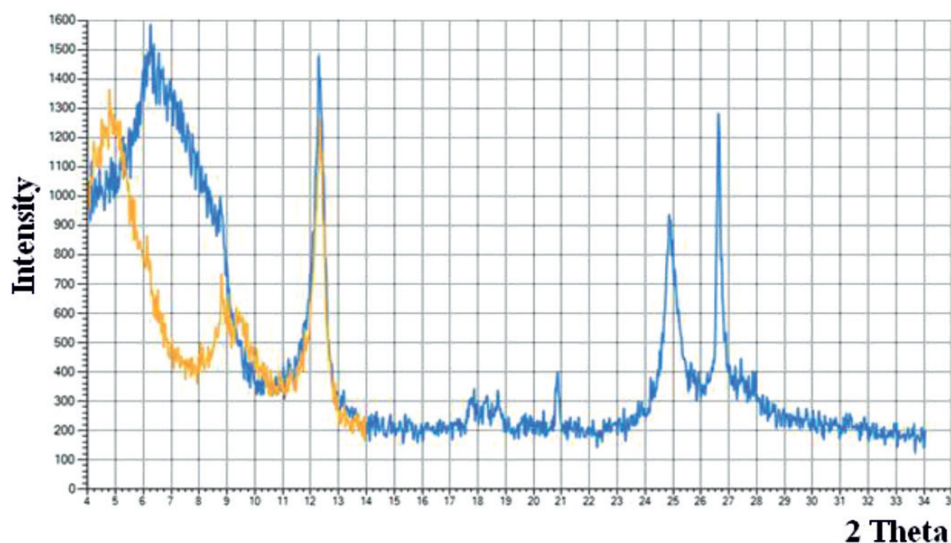


Рис. 1. Рентгенограмма Кыштырлинской нативной глины Тюменской области

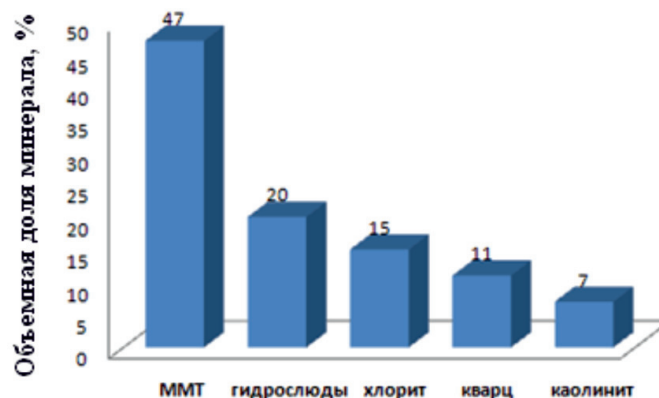


Рис. 2. Фазовый состав монтмориллонитовой глины

Структура минерала монтмориллонита представляет подвижную кристаллическую решетку, в которой чередуются трехслойные пакеты, состоящие из двух тетраэдрических слоев диоксида кремния, между которыми находится октаэдрический слой оксида алюминия. Расстояние между пакетами в зависимости от содержания воды в глине может увеличиваться от 0,4 до 2,0 нм.

На рис. 3 видно, что частицы природной глины имеют размеры менее 1 мкм в виде тонких листочков с неправильными очертаниями.

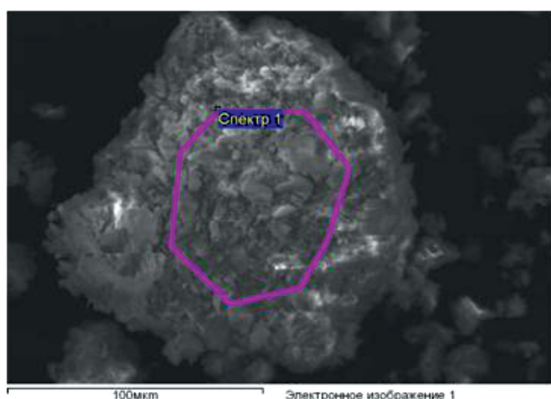


Рис. 3. Электронно-микроскопический снимок нативной глины Кыштырлинского месторождения Тюменской области

Адсорбция проводилась в статических условиях на нативной и модифицированных формах Кыштырлинской глины при температуре 298 К. Химическая модификация осуществлялась путем добавления к 1 г глины 2 М растворов HCl и NaOH. Методом разбавления из раствора сульфата цинка были приготовлены модельные

растворы с концентрациями ионов цинка от 0,03 до 0,15 ммоль/мл. Количество непрореагировавших ионов цинка определяли трилонометрически [7].

Результаты исследования и их обсуждение

По экспериментальным результатам исследования построены изотермы адсорбции ионов цинка на глине в нативной и модифицированных Н- и ОН-формах, представленные на рис. 4. Вид изотермы адсорбции согласно классификации БЭТ [8] соответствует 1 типу. Вид изотермы показывает степень сродства ионов к сорбенту. Изотерма 1 типа отражает мономолекулярную адсорбцию. По изотермам адсорбции определяется максимальная обменная емкость адсорбента и рассчитываются некоторые энергетические характеристики процесса.

Изотермы адсорбции обработали с использованием уравнения Ленгмюра [8]:

$$\Gamma = \Gamma_{\infty} \frac{K_L \cdot C_p}{1 + K_L \cdot C_p}$$

или в линейной форме

$$\frac{C_p}{\Gamma} = \frac{1}{\Gamma_{\infty} \cdot K_L} + \frac{C_p}{\Gamma_{\infty}},$$

где Γ – величина адсорбции, ммоль/г; Γ_{∞} – предельная величина адсорбции, ммоль/г; K_L – константа адсорбционного равновесия; C_p – равновесная концентрация, ммоль/мл.

Линейная изотерма Ленгмюра (рис. 5, а) позволяет графически определить две величины: предельную величину адсорбции (Γ_{∞}) и константу адсорбционного равновесия (K_L). Для этого необходимо провести экстраполяцию прямолинейной изотермы

до оси ординат. Отрезок, отсекаемый на оси ординат, соответствует величине $\frac{1}{\Gamma_{\infty} \cdot K_L}$, а тангенс угла наклона прямой $\text{tg} \alpha = 1/\Gamma_{\infty}$ [9]. Расчеты представлены в табл. 2.

Полученные результаты (табл. 2) показывают, что чем больше константа адсорбционного равновесия K_L , тем сильнее возникает взаимодействие системы адсор-

бент – поглощаемое вещество, в данном случае ионы цинка. Отсюда следует, что полученные величины адсорбционного равновесия в зависимости от формы глины можно расположить в ряд:

нативная форма (19,87 мл/ммоль) >
> Н-форма (66,14 мл/ммоль) >
> ОН-форма (207,33 мл/ммоль).

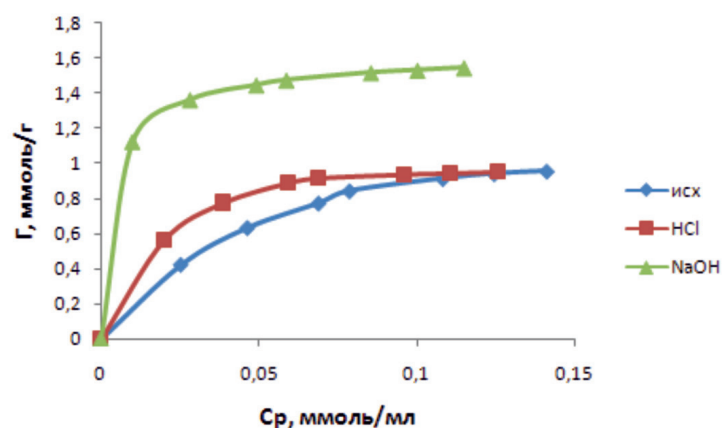


Рис. 4. Изотермы адсорбции ионов цинка при температуре 298 К

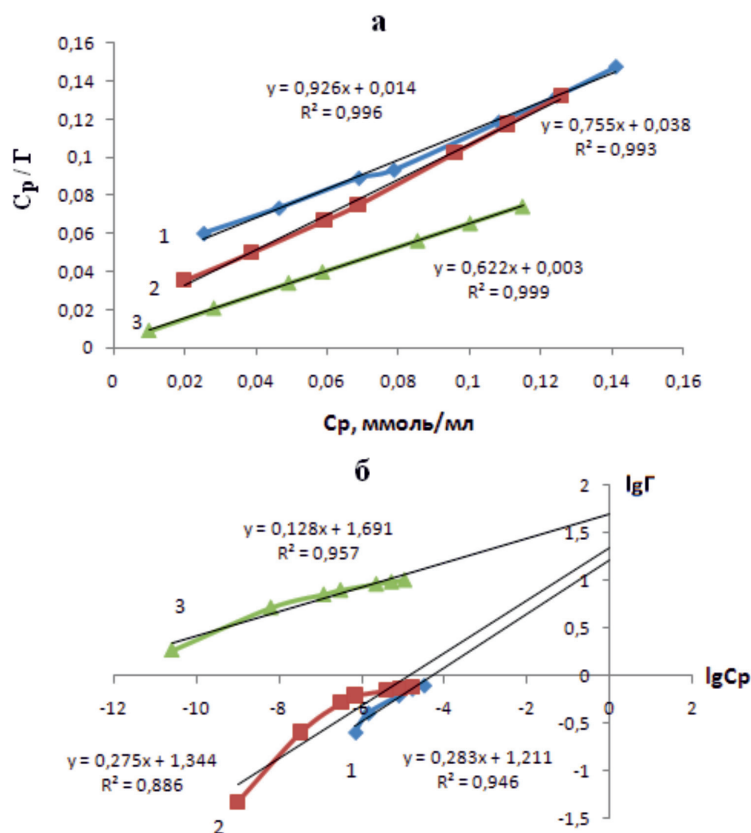


Рис. 5. Изотермы адсорбции в линейных координатах уравнений Ленгмюра (а) и Фрейндлиха (б) ионов цинка на Кыштырлинской глине в нативной (1), Н- (2) и ОН- (3) формах

Для технологических расчетов по очистке воды адсорбционными методами на практике используют уравнение Фрейндлиха [8–9]:

$$\Gamma = K_F \cdot C_p^{1/n},$$

где Γ – величина адсорбции, ммоль/г; C_p – равновесная концентрация, ммоль/мл; K_F – константа, численно равная емкости адсорбента при остаточной концентрации ионов цинка в растворе, равной единице; n – константа, характеризующая кривизну изотермы в начальной области концентраций. Изотермы адсорбции в координатах Фрейндлиха представлены на рис. 5, б, а результаты расчета констант уравнения Фрейндлиха – в табл. 2.

Таблица 2

Значения адсорбционных параметров адсорбции ионов цинка, рассчитанных с использованием линейной формы уравнений Ленгмюра и Фрейндлиха

Модель Ленгмюра			
Форма глины	Γ_{∞} , ммоль/г	K_L , мл/ммоль	R^2
нативная	1,08	19,87	0,996
Н-форма	1,33	66,14	0,993
ОН-форма	1,61	207,33	0,999
Модель Фрейндлиха			
Форма глины	K_F	n	R^2
нативная	1,21	3,5	0,946
Н-форма	1,34	3,6	0,886
ОН-форма	1,69	7,8	0,957

Константы уравнения Фрейндлиха позволяют сравнивать активность адсорбента в разных формах по отношению к ионам тяжелых металлов. Из табл. 2 следует, что Кыштырлинская глина, содержащая монтмориллонит в ОН-форме, более активна по отношению к нативной и Н-формам.

Заключение

По результатам работы можно сделать вывод, что природная глина с содержанием монтмориллонита обладает высокими адсорбционными свойствами по отношению к ионам цинка.

Изотермы адсорбции ионов цинка хорошо описываются различными моделями адсорбции.

Определены значения предельной статической адсорбционной емкости Кыштырлин-

ской глины, содержащей монтмориллонит, которая составляет 1,08 ммоль/г (нативная), 1,33 ммоль/г (Н-форма), 1,61 ммоль/г (ОН-форма).

Монтмориллонитовая глина представляет собой перспективный природный адсорбент для извлечения ионов цинка из водных растворов.

Список литературы / References

1. Лупандина Н.С., Свергузова Ж.А. Очистка сточных вод от тяжелых металлов как фактор повышения экологической безопасности // Безопасность жизнедеятельности. 2012. № 4. С. 19–22.
2. Lupandina N.S., Sverguzoza Zh.A. Wastewater Treatment from heavy metals as a factor for improving environmental safety // Life Safety. 2012. № 4. P. 19–22.
3. Гарипова С.А. Очистка сточных вод гальванического производства от тяжелых металлов // Экология производства. 2011. № 10. С. 66–69.
4. Garipova S.A. Treatment of waste water of galvanic production from heavy metals // Ecology of production. 2011. № 10. P. 66–69.
5. Доклад об экологической ситуации в Тюменской области в 2015 году / Правительство Тюменской области. 2016. С. 5–7.
6. Report on the environmental situation in the Tyumen region in 2015 / Government of the Tyumen region. 2016. P. 5–7.
7. Климов Е.С., Бузаева М.В. Природные сорбенты и комплексоны в очистке сточных вод. Ульяновск: УЛГТУ, 2011. 201 с.
8. Klimov E.S., Buzaeva M.V. Natural sorbents and chelating agents in wastewater treatment Ulyanovsk: UISTU. 2011. 201 p.
9. Соколова Т.А., Трофимов С.Я. Сорбционные свойства почв. Адсорбция. Катионный обмен: учебное пособие по некоторым главам химии почв. Тула: Гриф и К°, 2009. С. 172.
10. Sokolova T.A., Trofimov S.Ya. Sorption properties of soils. Adsorption. Cation exchange: a textbook on some chapters of soil chemistry. Tula: Vulture and K°, 2009. P. 172.
11. Рамазанов А.Ш., Есмаил Г.К. Сорбционное концентрирование ионов меди, цинка, кадмия и свинца из водных растворов природной глиной // Вестник Дагестанского государственного университета. 2014. № 1. С. 179–183.
12. Ramazanov A.Sh., Esmail G.K. Sorption concentration of copper, zinc, cadmium and lead ions from water solutions with natural clay // Bulletin of the Dagestan State University. 2014. № 1. P. 179–183.
13. Шварценбах, Г., Флашка Г. Комплексометрическое титрование. М.: Химия, 1970. 360 с.
14. Betekhtin, A.G. Course of crystallography: textbook. M.: KDU, 2007. 721 p.
15. Волков В.А. Теоретические основы охраны окружающей среды. СПб.: Лань, 2015. С. 148–152.
16. Volkov V.A. Theoretical foundations of environmental protection. Saint Petersburg: LAN, 2015. P. 148–152.
17. Марков В.Ф., Алексеева Т.А., Брусницына Л.А. Коллоидная химия: примеры и задачи: учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во УРФУ, 2015. 188 с.
18. Markov V.F., Alekseeva T.A., Brusnitsyna L.A. Colloid and surface chemistry: examples and problems: a tutorial. Yekaterinburg: URFU Publishing house, 2015. 188 p.

УДК 551.578.46:504.3.054(470.111)

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ИСКУССТВЕННЫЕ РАДИОНУКЛИДЫ В СНЕГОВОМ ПОКРОВЕ УСЛОВНО ЧИСТОЙ ТЕРРИТОРИИ НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

Пучков А.В., Яковлев Е.Ю., Дружинин С.В.

*Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики
им. академика Н.П. Лаврова РАН, Архангельск, e-mail: vp-andrew@list.ru*

Авторами проведены исследования снежного покрова как индикатора загрязнения атмосферного воздуха условно чистой территории Ненецкого автономного округа (НАО) на содержание в нем естественных и искусственных радионуклидов. Условно чистой территорией определены бассейны рек Несь, Ви́жас, Ома, Снопа, Пеша и территории одноименных населенных пунктов. На данном этапе исследований были отобраны пробы снежного покрова с территорий бассейнов рек Несь, Ви́жас, Ома. В ходе проведения исследований была опробована методика пробоподготовки на основе пропускания талой воды через ионно-обменную смолу, что позволило в полевых условиях оперативно подготовить отобранный снег до стадии счетного образца. Выявлены повышенные значения суммарной объемной активности бета-излучающих радионуклидов, а также наличие искусственных радионуклидов цезий-137 и кобальт-60. Выдвинуто предположение, что факт повышенного содержания естественных радионуклидов может быть связан с малоинтенсивными радиационными аномалиями на данной территории (например, с повышенным содержанием радионуклида радий-226 в почве и поступлением продуктов его распада вместе с газообразным радионуклидом радон-222 в снеговой покров). Кроме этого, существенное влияние на данный параметр может оказывать радионуклид калий-40, источником которого является воздушный массоперенос. В связи с необходимостью подтверждения фактов наличия искусственных радионуклидов в снеговом покрове, а также выявления малоинтенсивных очагов естественных радиационных аномалий предложено проведение повторных исследований с расширением территории и сетки отбора проб. По проведенным результатам сделан вывод, что территория по параметрам снежного покрова является условно чистой (не измененной в части радиационного фактора процессами эксплуатации нефтегазовых месторождений).

Ключевые слова: снеговой покров, радиоэкологическая обстановка, ионно-обменная смола, радионуклид, цезий, кобальт

NATURAL AND ARTIFICIAL RADIONUCLIDES IN THE SNOW COVER OF THE BACKGROUND TERRITORY OF THE NENETS AUTONOMOUS OKRUG

Puchkov A.V., Yakovlev E.Yu., Druzhinin S.V.

*Federal Centre for Integrated Arctic Research named after N.P. Laverov RAS,
Archangelsk, e-mail: vp-andrew@list.ru*

We studied the snow cover as an indicator of air pollution by natural and artificial radionuclides at background territories of Nenets autonomous okrug (NAO). We consider that background territories of the NAO are river basins named Nes', Vizhas, Oma, Snopa, Peosha and villages with same names. We took snow samples from the river basins named Nes', Vizhas, Oma through the first research level. The method of samples preparation was filtration of melt water through the ion-exchange resin with creating counting samples in situ. We found an increased level of total volume activity of beta emitting radionuclides. We found artificial radionuclides cesium-137 and cobalt-60 in snow cover samples. We assume that sources of increased level of natural radionuclides are low-intensity radiation anomalies in the area (for example, the source of increased level of natural radionuclides may be increased level of radionuclide radium-226 in soils and presence of its decay products with gaseous radon radon-222 in the snow cover. Radionuclide potassium-40, the source of which is air mass transfer, can influence on increased level of natural radionuclides. We suggest doing research again and expanding the sampling area to confirm the fact of the presence of artificial radionuclides in the snow cover, as well as the identification of low-intensity places of natural radiation anomalies. According to the results, it was concluded that the territory according to the parameters of the snow cover is conditionally clean (not changed in terms of the radiation factor by the processes of exploitation of oil and gas fields).

Keywords: snow cover, radioecological situation, ion-exchange resin, radionuclide, cesium, cobalt

Ненецкий автономный округ (НАО) – уникальный по своему богатому природно-ресурсному потенциалу регион, территория которого обладает ранимой, крайне чувствительной и трудно (медленно) восстанавливающейся экосистемой. И, несмотря на суровые природно-климатические условия и сложность пребывания населения в них, хозяйственная деятельность, ко-

торая ведется в данном регионе (особенно выделяется восточная часть НАО в силу интенсивного развития нефтегазодобывающей отрасли), а также на всей территории Северо-Западного федерального округа (СЗФО), оставила заметный экологический след. При этом особое внимание следует обратить на радиоэкологическую обстановку в регионе как минимум потому, что

ее изученность находится на крайне низком уровне.

Достаточно широко известно, что во многих нефтедобывающих регионах России и всего мира при добыче и подготовке углеводородов происходят образование и накопление осадков с повышенным содержанием радионуклидов естественного происхождения. Поступление их в окружающую среду возможно за счет следующих процессов: выщелачивания (вымывания) изотопов радия и продуктов их распада из осадков; выделения из них радона и радиоактивных аэрозолей; механического переноса частиц [1]. Радиоактивные вещества накапливаются во внутренних полостях оборудования в форме солевых отложений, основной составляющей которых являются радиобариты $Ba(Ra)SO_4$ [2].

Чтобы определить, изменяется ли радиэкологическая обстановка в восточном районе Ненецкого автономного округа (НАО) в связи с интенсивным развитием нефтегазодобывающей отрасли, необходимо изучить радиационные параметры объектов окружающей среды территорий НАО, условно свободных от воздействия указанного антропогенного фактора. В данном случае условно фоновым районом можно считать западную часть НАО в районе бассейнов рек Несь, Вижас, Ома, Снопа и Пеша.

Одним из путей загрязнения объектов окружающей среды служит перенос воздушных масс и выпадение атмосферных осадков. Изучение снегового покрова как одного из факторов (индикаторов) загрязнения атмосферного воздуха позволяет провести анализ количественного и качественного состава атмосферных выпадений за достаточно продолжительный период (зимний период) [3].

Целью исследования в данной работы было провести отбор проб снегового покрова на условно чистой территории НАО, обеспечить их качественную пробоподготовку в условиях базирования на данной территории и осуществить измерения радиационных параметров снегового покрова с применением высокоточной радиометрической и спектрометрической аппаратуры.

Материалы и методы исследования

Для достижения целей изучения радиационных параметров объектов окружающей среды территорий НАО, условно свободных от воздействия нефтегазодобывающей отрасли, в рамках данной работы авторами было проведено изучение снего-

вого покрова в районах населенных пунктов Несь, Вижас, Ома. Для этого в период с 14.02.2020 г. по 28.02.2020 г. были отобраны 11 проб указанного объекта. На момент отбора проб снеговой покров состоял из атмосферных осадков, выпавших в течение ноября (ориентировочно с 15.11.2019 г.), декабря 2019 г., января и частично февраля 2020 г. (всего около 90 дней). Площадь отбора составила 300 см². Отбор был проведен по всей глубине залегания снега. Точки отбора проб указаны на рис. 1.

Подготовка проб проводилась в полевых условиях с развешиванием лаборатории с минимальной технической оснащенностью (штатив, бюретки, держатели, ионно-обменная смола, дистиллированная вода, емкости различного объема, воронки, мерная посуда, секундомер). Методика подготовки проб заключалась в пропускании талой воды через ионно-обменную смолу (ИОС) промышленной фракции (КУ – 2 и АВ – 17 в пропорции 1:1, pH = 6,1, скорость пропускания пробы не более 2 л в час). За основу методики взят документ [4] с авторскими изменениями в части соотношения применяемых компонентов ИОС, объема ИОС и скорости пропускания пробы. Описанная методика предназначена для полевых исследований в целях оперативной подготовки проб слабоминерализованных водных сред больших объемов, в которых предполагается низкое содержание радионуклидов по значению их удельной (объемной) активности. Подтверждение эффективности работы ИОС проводилось через сравнение результатов измерений на радиационный фактор проб как в виде ИОС, так и в виде фильтрата талой воды.

Измерение проб в виде ИОС и талой воды на радиационный фактор осуществлялось с применением следующих средств измерений:

- полупроводникового гамма-спектрометрического комплекса ORTEC с детектором GEM 10 в низкофоновом исполнении с азотным охлаждением (для определения гамма-излучающих радионуклидов и их поверхностной активности);
- низкофоновый альфа-бета-радиометра РКС-01А «Абелия» (для определения суммарной поверхностной активности бета-излучающих радионуклидов);
- радиометра жидкосцинтилляционного спектрометрического Hydrex SL-300 в низкофоновом исполнении (для определения поверхностной активности радионуклида тритий).

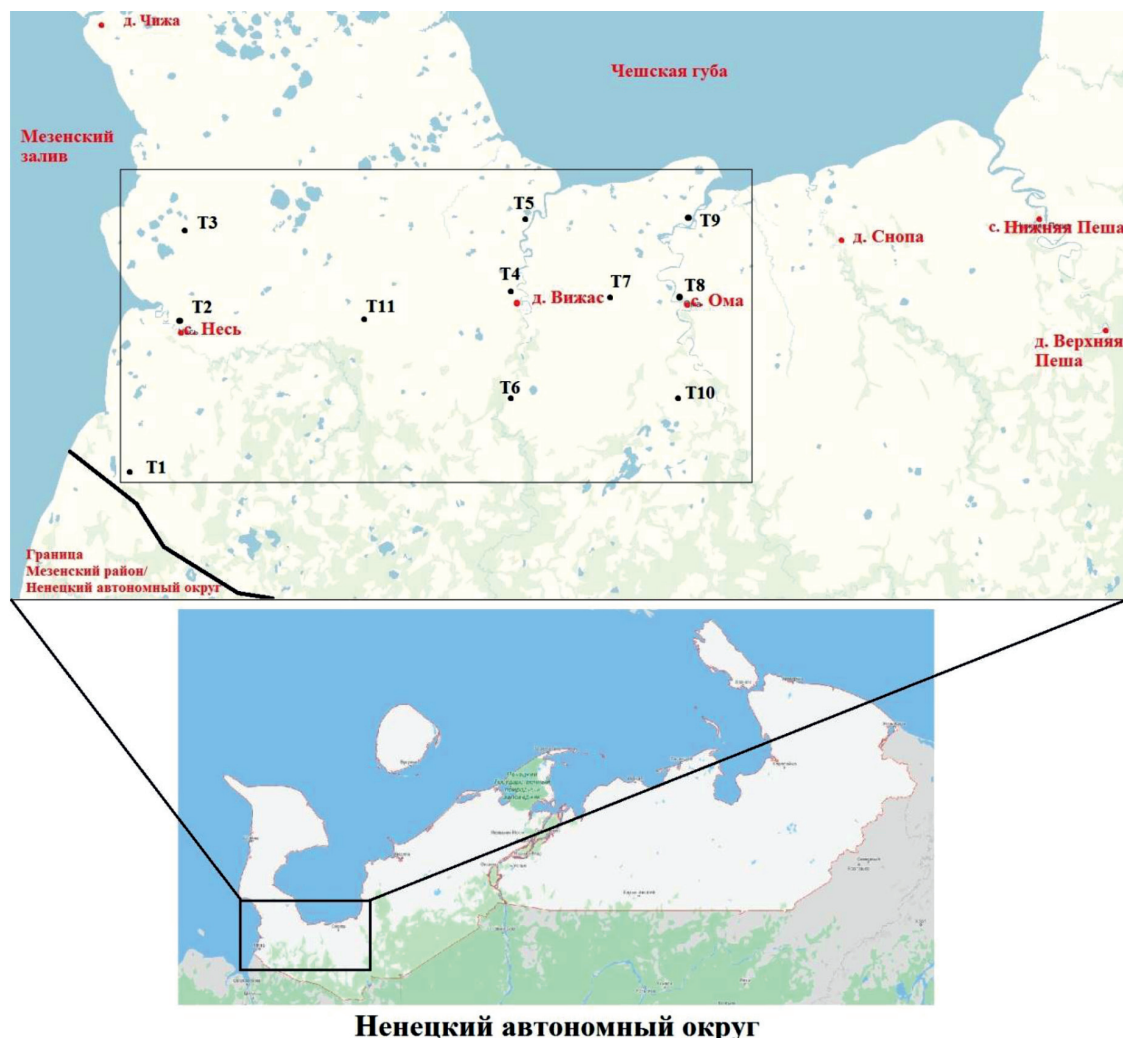


Рис. 1. План-схема отбора снегового покрова на условной чистой территории НАО

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты измерений проб снегового покрова с указанием точек отбора, объема проб, определяемых параметров и их значений приведены в таблице.

Авторами выявлены в отдельных точках повышенные значения суммарной поверхностной активности бета-излучающих радионуклидов в диапазоне значений от 37,2 до 64,2 Бк/м². Выдвинуто предположение, что факт повышенного содержания естественных радионуклидов может быть связан с малоинтенсивными радиационными аномалиями на данной территории (например, с повышенным содержанием радионуклида радий-226 в по-

чве и поступлением продуктов его распада вместе с газообразным радионуклидом радон-222 в снеговой покров). Кроме этого, весьма вероятным радионуклидом, вносящим существенный вклад в суммарную поверхностную активность бета-излучающих радионуклидов, является калий-40. Его поступление возможно путем переноса воздушными массами частиц песка или почвы. В силу того что значения активностей отдельных естественных радионуклидов не превышают значений их минимально измеряемых активностей с использованием вышеуказанной аппаратуры, достоверно определить радионуклид, вносящий основной вклад в суммарную активность проб снегового покрова, на данный момент не представляется возможным.

Точки отбора проб и их исследованные параметры

№ п/п	Точка отбора	Физические параметры пробы (объем снега, талой воды)	Радиационные параметры пробы, Бк/м ²						
			А пов., β	Ra-226	Th-232	K-40	Be-7	Cs-137	Co-60
1	Граница Мезенский район – НАО	Объем снега – 21 л; Объем талой воды – 7,88 л	4,75	менее 11,0	менее 5,0	менее 210,0	150,0	---	---
2	В районе с. Несь	Объем снега – 21 л; Объем талой воды – 8,03 л	15,80	менее 14,0	менее 9,0	менее 260,0	110,0	---	---
3	18 км на север от с. Несь	Объем снега – 21 л; Объем талой воды – 8,86 л	9,80	менее 12,0	менее 11,0	менее 270,0	100,0	---	---
4	В районе д. Вижас	Объем снега – 21 л; Объем талой воды – 5,84 л	4,24	менее 9,0	менее 6,0	менее 210,0	130,0	---	---
5	15 км на север от д. Вижас	Объем снега – 30 л; Объем талой воды – 14,51 л	52,6	менее 9,0	менее 6,0	менее 210,0	130,0	---	---
6	15 км на юг от д. Вижас	Объем снега – 21 л; Объем талой воды – 7,51 л	64,2	менее 5,0	менее 4,4	менее 200,0	59,0	13,0	12,0
7	15 км на восток от д. Вижас	Объем снега – 21 л; Объем талой воды – 5,44 л	63,1	менее 5,0	менее 10,0	менее 240,0	69,0	---	---
8	В районе с. Ома	Объем снега – 21 л; Объем талой воды – 5,51 л	17,2	менее 13,0	менее 8,0	-----	80,0	---	---
9	15 км на север от с. Ома	Объем снега – 21 л; Объем талой воды – 5,41 л	37,2	менее 11,0	менее 4,0	менее 190,0	39,0	8,0	---
10	15 км на юг от с. Ома	Объем снега – 21 л; Объем талой воды – 7,06 л	9,42	менее 10,0	менее 8,0	менее 200,0	150,0	---	---
11	15 км на запад от д. Вижас	Объем снега – 21 л; Объем талой воды – 6,70 л	52,4	менее 9,0	менее 5,0	-----	121,0	---	---

Кроме этого, в двух точках отбора (точки 6 и 9) в незначительных количествах выявлено наличие искусственных радионуклидов – цезия-137 и кобальта-60. На рисунке 2 приведен спектр амплитудного распределения с четко выраженными пиками полного поглощения энергии гамма-излучения радионуклидов цезий-137 (библиотечное значение энергии гамма-излучения 661,6 кэВ) и кобальт-60 (библиотечные значения энергий гамма-излучения 1173,24 кэВ, 1332,5 кэВ). Необходимо принять во внимание, что наличие искусственных радионуклидов в снеговом покрове можно объяснить только переносом их воздушными массами. Источник данных искусственных радионуклидов на текущий момент выявляется. Не исключены подготовка и проведение повторных полевых работ с увеличением частоты отбора проб.

Весьма интересным оказался следующий факт. Параллельно отбору проб на наличие радионуклидов в этих же точках осуществлялся отбор проб снегового покрова на наличие тяжелых металлов. Фильтрация в данном случае проводилась через фильтр мембранный 0,45 мкм из полиэфирсульфона, через который

полностью пропускаются (не задерживаются) растворенные соединения. Данный фильтр мы попытались использовать с целью подтверждения наличия искусственных радионуклидов в вышеуказанных точках. На спектре амплитудного распределения при измерении данного фильтра на полупроводниковом спектрометре пиков полного поглощения энергии гамма-излучения радионуклидов цезия-137 и кобальта-60 обнаружено не было. Кроме этого, радионуклид бериллий-7 (который присутствовал во всех отобранных пробах) также не был обнаружен. Данные факты указывают на растворенное состояние выявленных искусственных радионуклидов (хотя это и не свойственно для радионуклида кобальт-60, являющегося продуктом «наведенной активности»).

Для сведений необходимо отметить, что активность радионуклида бериллий-7 приведена на момент измерения (расчет активности данного радионуклида с учетом поправки на распад в данной работе не проводился в связи с отсутствием необходимости и возможности).

Погрешность измерений вышеприведенных параметров не превышала 40 %.

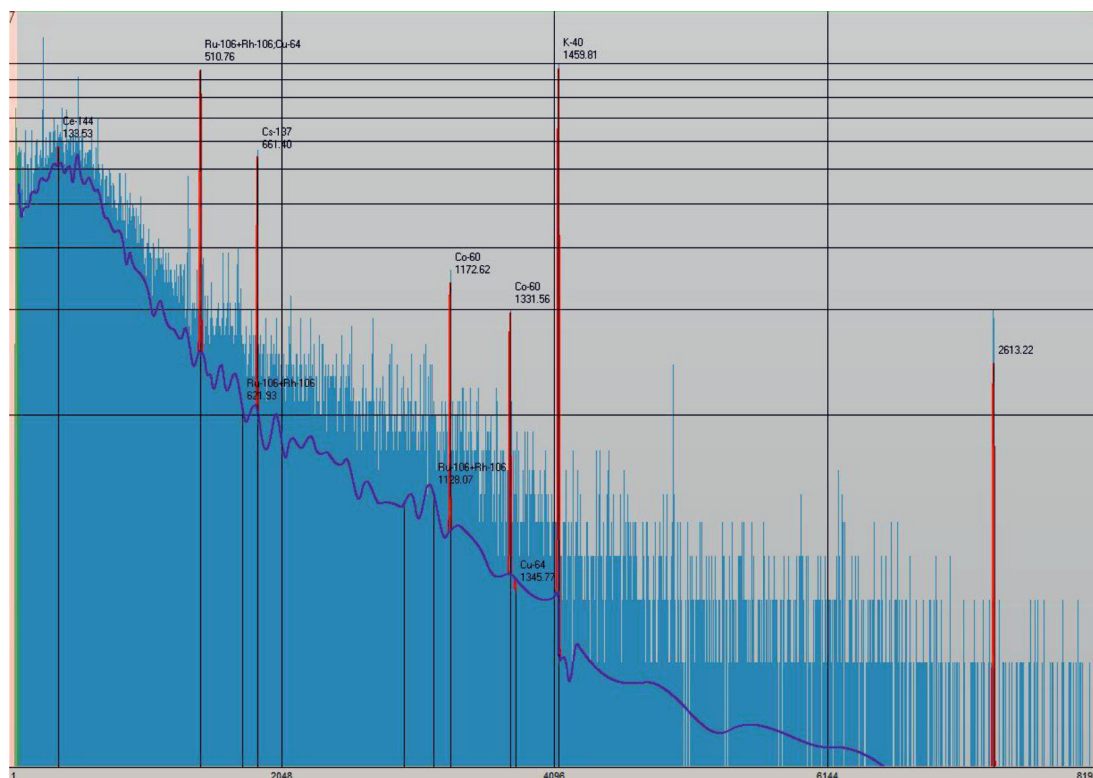


Рис. 2. Спектр амплитудного распределения с выявленными радионуклидами цезий-137 и кобальт-60

Кроме измерений радиационных параметров проб методами полупроводниковой спектрометрии и альфа-бета-радиометрии, в работе был применен в экспериментальном режиме метод жидкосцинтиляционной радиометрии для определения активности радионуклида тритий. В существующем исполнении жидкосцинтиляционный радиометр Hydrex SL-300 позволил определить данный радионуклид с минимально измеряемой активностью (МИА) в счетном образце 0,11 Бк. Во всех отобранных пробах активность радионуклида тритий оказалась ниже порога чувствительности (пороговые значения активности в отобранных пробах оказались в диапазоне от $2,5 \cdot 10^3$ до $6,7 \cdot 10^3$ Бк/м²). Данные пороговые значения показывают отсутствие крупного техногенного загрязнения радионуклидом тритий, но для определения фоновых и малых значений активности техногенного характера (ориентировочно от 2 Бк/л согласно [5] до 13 Бк/л – МИА для Hydrex SL-300 в существующем исполнении) в снеговом покрове требуется доработка существующего средства измерения, в том числе применение метода концентрирования.

Заклучение

Необходимо отметить, что отобранные пробы снегового покрова не отличаются значительно повышенными активностями естественных радионуклидов (как привнесенными с воздушными массами, так и в связи с наличием радионуклидов в почвах на данной территории). За исключением спорного факта наличия искусственных радионуклидов в незначительных количествах, исследованную территорию по параметрам снегового покрова можно считать условно чистой (не измененной в части радиационного фактора процессами эксплуатации нефтегазовых месторождений).

Для подтверждения и уточнения результатов проведенных исследований требуются дополнительные отборы проб снегового покрова на той же территории с более частой сеткой точек отбора, а также дополнительно на территориях бассейнов рек Снопа и Пеша.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых МК-1919.2020.5.

Список литературы / References

1 Кубарев П.Н., Мингазов М.Н., Хисамутдинов А.Ф., Бадрутдинов О.Р., Билалов Ф.С. Радиоэкологические исследования пресных подземных вод на нефтепромыслах ОАО «ТАТНЕФТЬ» // Геoresурсы. 2009. № 4. С. 46–48.

Kubarev P.N., Mingazov M.N., Khisamutdinov A.F., Badrutdinov O.R., Bilalov F.S. Radio-ecological research of free-salined ground waters on «Tatneft» oil fields // Georesursy. 2009. № 4. P. 46–48 (in Russian).

2 Лебедев В.А., Карабута В.С. Проблемы обеспечения радиационной безопасности в нефтедобывающей промышленности России // Молодой ученый. 2016. № 1 (105). С. 257–261.

Lebedev V.A., Karabuta V.S. Problems of ensuring radiation safety in the oil industry of Russia // Molodoj uchenyj. 2016. № 1 (105). P. 257–261 (in Russian).

3 Курмазова Н.А. Снег как индикатор загрязнения атмосферного воздуха // Технические науки – от теории к практике. 2012. № 12. С. 87–90.

Kurmazova N.A. Snow as an indicator of air pollution // Engineering – from theory to practice. 2012. № 12. P. 87–90 (in Russian).

4 РД 52.18.826-2015 «Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 12. Наблюдения за радиоактивным загрязнением компонентов природной среды». 2016. 102 с.

5. Макаров В.Н. Тритий в снежном покрове среднетаежных ландшафтов Центральной Якутии // Геохимия. 2016. № 11. С. 1040–1045. DOI: 10.7868/S0016752516090041.

Makarov V.N. Tritium in the snow cover at mid-taiga landscapes in central Yakutia // Geochemistry International. 2016. № 11. P. 1040–1045 DOI: 10.1134/S0016702916090044.

УДК 911.2:551.8(470.56)

ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ, МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И МЕХАНИЗМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЧЕТКОВИДНЫХ РУСЕЛ МАЛЫХ РЕК СТЕПНОЙ ЗОНЫ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ**Рябуха А.Г., Поляков Д.Г.***Институт степи УрО РАН – обособленное структурное подразделение ФГБУН Оренбургского федерального исследовательского центра УрО РАН, Оренбург, e-mail: annaryabukha@yandex.ru*

Локальные участки русел малых рек часто имеют четковидное строение, состоящее из ритмично чередующихся по длине глубоких озеровидных расширений и соединяющих их узких протоков. Четковидные русла встречаются во всех природных зонах, однако наиболее типичны для зоны распространения многолетней мерзлоты. Анализ космических снимков и полевые исследования показали их широкое распространение на территории степной зоны. В работе рассматриваются особенности распространения, морфологическое строение и механизмы формирования четковидных русловых форм малых рек степной зоны Оренбургской области. В результате проведенной работы составлена карта распространения четковидных русловых форм на территории области. Выявлено, что они распространены в долинах малых рек в бассейнах р. Урал (Кинделя, Кинделька, Иртека, Заживная, Большая Песчанка, Малая Песчанка, Большой Кумак, Малая Хобда, Карабутак, Ор, Губерля), р. Самары (Малый Кинель, Бузулук, Енка, Именинник, Съезжая, Кувай, Лебяжка, Сорока, Сорочка), р. Сакмары (Нет, Салмыш, Янгиз, Ялонга, Чебенка, Бурунча) и многих других. Выявлено, что вне зависимости от районов их распространения на территории области реки с четковидным руслом объединяет ряд общих закономерностей. Приуроченность к участкам выполаживания продольного профиля речной долины. Обычно это водотоки 1–3 порядка с очень небольшими (менее 0,2%) уклонами и малой мощностью водного потока. Протекают они по территориям, сложенным рыхлыми породами (лессами, суглинками, супесями). Имеют узкие долины с врезанными или адаптированными прямолинейными руслами, которые часто образуют коленообразные изгибы. Выдвинута гипотеза, что четковидные русла малых рек вне зоны существования многолетней мерзлоты являются реликтовыми формами, наследием плейстоценовой криолитозоны и в современных ландшафтно-климатических условиях не образуются. Озеровидные расширения степной зоны образовались в позднем плейстоцене в условиях существования многолетней мерзлоты в результате протавивания ледяных тел в узлах решетки полигонально-жильных льдов при освоении водотоками межблочий полигонального рельефа.

Ключевые слова: четковидные русла, озеровидные расширения русла, палеокриогенный микрорельеф, полигонально-жильные льды, малые реки

PECULIARITIES OF DISTRIBUTION, MORPHOLOGICAL STRUCTURE AND MECHANISMS OF FORMATION OF BEAD-SHAPED CHANNEL OF SMALL RIVERS OF THE STEPPE ZONE OF THE ORENBURG REGION**Ryabukha A.G., Polyakov D.G.***Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences – Subdivision of the Orenburg Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, e-mail: annaryabukha@yandex.ru*

Local sections of riverbeds of small rivers often have a distinct structure, consisting of deep lake-shaped extensions rhythmically alternating along the length and narrow channels connecting them. Bead-shaped channels are found in all natural zones, but are most typical for the permafrost distribution zone. Analysis of satellite images and field studies have shown their wide distribution in the steppe zone. The paper discusses the distribution features, morphological structure and mechanisms of the formation of distinct channel forms of small rivers of the steppe zone of the Orenburg region. As a result of the work, a map of the distribution of clear channel forms in the region was compiled. It is revealed that they are common in the valleys of small rivers in the river basins. Ural (Kindel, Kindelka, Irtek, Healing, Great Gerbil, Lesser Gerbil, Great Kumak, Lesser Hobda, Karabutak, Or, Guberlya), p. Samara (Small Kinel, Buzuluk, Enkla, Birthday boy, Moving away, Kuwai, Swan, Magpie, Shirt), p. Sakmara (Net, Salмыш, Yangiz, Yalonga, Chebenka, Buruncha) and many others. It was revealed that regardless of the areas of their distribution on the territory of the river region with a bead-shaped channel, a number of common patterns unites. Confinement to areas of flattening of the longitudinal profile of the river valley. Typically, these are waterways of 1-3 orders with very small (less than 0.2%) slopes and a low power flow. They flow through territories composed of loose rocks (loesses, loams, sandy loams). They have narrow valleys, with incised or adapted rectilinear channels, which often form knee-like bends. A hypothesis has been put forward that the Bead-shaped channels of small rivers, outside the permafrost zone, are relict forms, a legacy of the Pleistocene permafrost zone and do not form in modern landscape and climatic conditions. Lake-like expansion of the steppe zone was formed in the Late Pleistocene under the conditions of permafrost, as a result of thawing of ice bodies in the nodes of the lattice of polygonal-vein ice, when watercourses develop interblocks of the polygonal relief.

Keywords: Bead-shaped channel, lake-shaped channel extensions, paleocryogenic microrelief, polygonal-vein ice, small rivers

Локальные участки русел малых рек Оренбургской области часто имеют четковидное строение. Такие участки состо-

ят из ритмично чередующихся по длине глубоких озеровидных расширений и соединяющих узких протоков, напоминающих

четки или бусы (рис. 1). Четковидные русла встречаются во всех природных зонах, однако наиболее типичны для зоны распространения многолетней мерзлоты. Здесь они образуются при вытаивании льда в узлах решетки полигонально-жильных льдов, в результате в русле формируются глубокие и широкие термокарстовые котловины [1; 2]. Соединяющие их водоемы обычно состоят из коротких прямых участков, сходящихся под углом, а расстояние между водоемами определяется размерами мерзлотных полигонов, по которым протекает река [3]. Генезис образования четковидных русел в степной зоне недостаточно изучен и остается дискуссионным.

Цель исследования: выявление особенностей распространения, морфологического строения и механизмов формирования четковидных русловых форм малых рек Оренбургской области.

Материалы и методы исследования

Район исследования охватывает юго-восточную окраину Русской равнины, южную оконечность Уральских гор и южное Зауралье. Преобладает увалистый эрозионный рельеф, который прерывается массивами мелкосопочников, низкогорными грядами и равнинными трассами крупных рек.

Характерным является плащеобразное залегание толщи лессовых пород мощностью на Общем и Зауральском сыртах до 45 м [4].

Климат Оренбургской области континентальный ($T_{\text{ср. год}} \sim -4^{\circ}\text{C}$) с холодной малоснежной зимой (ср. $T_{\text{январь}} -15^{\circ}\text{C}$), жарким летом (ср. $T_{\text{июль}} +21^{\circ}\text{C}$) и значительным преобладанием испарения (800–900 мм) над осадками (260–390 мм); гидротермический коэффициент составляет менее 0,6. Примерно 60–70 % годового количества осадков выпадает в период с мая по август. Максимум осадков отмечается в июле, минимум – в феврале. Продолжительность безморозного периода составляет около 140 дней. Глубина зимнего промерзания составляет 120–140 см (на февраль), высота снежного покрова около 30 см [5].

Оренбургская область обладает густой и разветвленной речной сетью, которая в основном относится к бассейну р. Урал, куда входят ее крупные притоки – реки Илек, Сакмара, Урта-Буртя, Орь, Суундук, Большой Кумак. Бассейны Самары (на северо-западе) и Тобола (на востоке) представлены верховьями этих водотоков. Речная сеть области представлена 3492 реками общей протяженностью 31584 км², большая часть которых относится к малым рекам и ручьям [6].

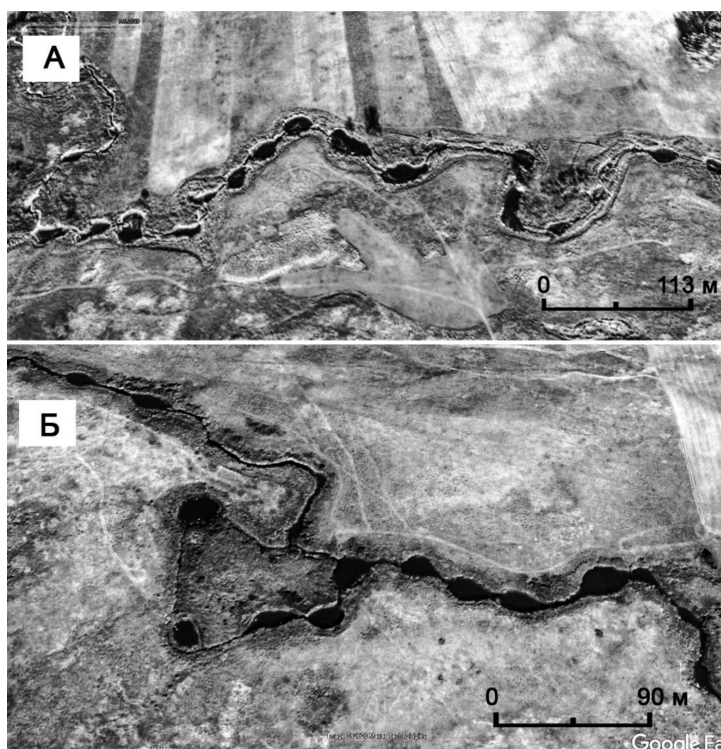


Рис. 1. Космические снимки четковидных русел в долине реки Неть: А) $52^{\circ}49'47.66''\text{C}$, $54^{\circ}45'40.23''\text{B}$; Б) $52^{\circ}49'55.96''\text{C}$, $54^{\circ}44'7.41''\text{B}$ (GoogleEarth)

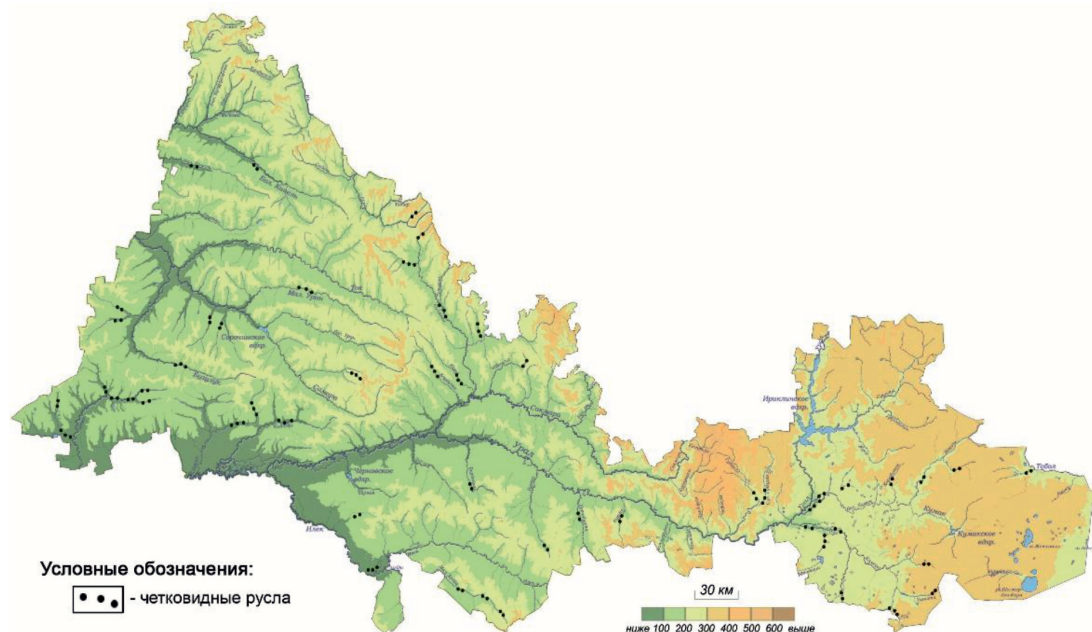


Рис. 2. Распространение четковидных русел на территории Оренбургской области

Реки относятся к типу равнинно-степных, в основном снегового и дождевого питания, с интенсивным весенним половодьем, небольшими паводками после сильных дождей летом и устойчивым межennым ординаром в остальное время. Большая часть малых рек летом пересыхает, и вода остается в виде отдельных небольших водоемов на наиболее глубоких местах (плесах) [7].

Зональный почвенный покров представлен черноземами, встречаются солонцы и солонцеватые почвы, характерна комплексность почвенного и растительного покрова. В ботанико-географическом отношении изучаемая территория относится к зоне настоящих дерновинно-злаковых степей, которые в настоящее время практически полностью распаханы. Лесная растительность обильна по поймам рек, сыртам и балкам [5].

Основными методами исследования являлись наземные маршрутные наблюдения и анализ космических снимков высокого разрешения ресурсов Google Earth, Bing Maps, Yandex Maps. Также были проанализированы многочисленные литературные, картографические и фондовые материалы, представляющие интерес в связи с решением поставленной проблемы.

Результаты исследования и их обсуждение

Морфология четковидных русел очень физиономична, они легко дешифрируются

как на космических снимках, так и на местности. Выявление участков русел с озеровидными расширениями было проведено на основе анализа космических снимков. В результате проведенной работы была составлена карта распространения четковидных русловых форм на территории Оренбургской области (рис. 2).

Анализ карты показывает, что четковидные русла широко распространены на территории Оренбургской области и обнаружены на многих участках выположенных днищ долин малых рек в бассейнах р. Урал (Кинделя, Кинделька, Иртек, Заживная, Большая Песчанка, Малая Песчанка, Большой Кумак, Малая Хобда, Карабутак, Орь, Губерля), р. Самары (Малый Кинель, Бузулук, Енкала, Именинник, Съезжая, Кувай, Лебяжка, Сорока, Сорочка), р. Сакмары (Неть, Салмыш, Янгиз, Ялонга, Чебенька, Бурунча) и многих других. Четковидные формы русел также многочисленны в пойменных протоках и старицах больших рек на широкопойменных участках, особенно многочисленны они в долине р. Илек. Вне зависимости от районов их распространения на территории области реки с четковидными руслами объединяет ряд общих закономерностей. Прежде всего, они приурочены к участкам выполаживания продольного профиля речной долины – расширениям днищ долин и приустьевым областям рек, где затруднен поверхностный сток воды. Обычно это реки

с малой мощностью водного потока, водотоки 1–3 порядка с очень небольшими (менее 0,2%) уклонами [8]. Четковидные русловые формы получили развитие на участках слабонаклонных денудационных равнин, перекрытых плащеобразно залегающими мощными лессовыми толщами, или плоских низменных аккумулятивных аллювиальных и озерно-аллювиальных равнин четвертичного возраста, перекрытых полигенетическими суглинками и супесями, т.е. протекают по территориям, сложенным рыхлыми породами (лессами, суглинками, супесями) [4]. Реки с четковидными руслами имеют узкие долины с врезанными или адаптированными прямолинейными руслами, которые часто образуют коленообразные изгибы.

Анализ космических снимков и полевые исследования показали, что на территории района исследования четковидные русла состоят из озеровидных расширений округлой, овальной, каплевидной, серповидной или слегка продолговатой формы шириной 10–40 м (средняя ширина 25 м). Глубина, согласно данным Тарбеевой А.М. с соавторами, от 2 до 5 м [8]. Расположены они группами из нескольких близких по размерам форм. Озеровидные расширения соединены между собой узкими мелководными участками длиной от 10 до 70 м (средняя длина 35 м), шириной 1–3 м. Самый протяженный участок долины реки с четковидными формами имеет река Кинделька, правый приток р. Кинделя (бассейн р. Илек). На протяжении 20 км от устья реки вверх по течению русло осложнено чередованием озеровидных расширений (около 150) и зауженных участков длиной от 100 до 15 м.

Вне зоны многолетней мерзлоты формирование четковидных русел чаще всего объясняют неодинаковой устойчивостью горных пород и отложений к размыву или заиливанием малых рек, при котором на перекатах возникают благоприятные условия для их зарастания, и русло превращается в цепочку озер, образованных на месте бывших плёсов [9; 10]. Однако исследования русел малых рек в бассейне р. Урал в районе г. Орска, проведенные группой ученых МГУ, привели к выводу о том, что озеровидные расширения не являются остатками бывших плесов. Приводятся следующие обоснования. Во-первых, глубокие озеровидные водоемы не могли сохраниться при интенсивном заиливании русел. Во-вторых, этому противоречит частое и неравномерное расположение озеровидных расширений вдоль русла, иногда в 2–5 раз

превышающее нормальную частоту расположения плесов и соответствующее примерно 5–7 ширинам русла. В-третьих, озеровидные расширения русел наблюдаются не только в пределах заиленных участков русел, но и в бывших рукавах реки Ори, отмирание которых произошло в результате врезания реки [8]. Участки долин малых рек области с четковидными руслами сложены однородными породами (обычно лессовыми суглинками), поэтому объяснить их образование неодинаковой устойчивостью горных пород и отложений к размыву также не представляется возможным [4].

Существует гипотеза о вероятности образования озеровидных расширений в руслах малых рек в результате суффозионных и карстово-суффозионных процессов. Однако, на наш взгляд, карстово-суффозионной гипотезе противоречит, во-первых, отсутствие на территории участков развития четковидных русел карстующихся пород. Во-вторых, необходимыми условиями протекания суффозионных процессов являются их приуроченности к зонам автоморфного режима и хорошего дренажа, что неприемлемо к речным долинам. Представления о суффозионном и суффозионно-карстовом генезисе западин не согласуются также с наличием регулярной последовательности расположения однотипных озеровидных расширений.

На наш взгляд, четковидные русла малых рек вне зоны существования многолетней мерзлоты являются реликтовыми формами, наследием плейстоценовой криолитозоны и в современных ландшафтно-климатических условиях не образуются. Их формирование происходило в неоплейстоцене в условиях многолетней мерзлоты с мощными полигонально-жильными льдами, когда территория области входила в перигляциальную гиперзону тундро-степей, занимавшую большую часть Евразии [11]. Существование многолетней мерзлоты в плейстоцене и, возможно, начале голоцена на территории Оренбургской области подтверждается нахождением многочисленных и разнообразных криогенных реликтов, представленных широким комплексом остаточных мерзлотно-геологических явлений: псевдоморфозами по ледяным и ледово-грунтовым жилам, инволюциями, криотурбациями, криогенными текстурами отложений, а также реликтовым палеомерзлотным микрорельефом, повсеместно закартированным на территории Оренбургской области, который определяется на космических снимках по пятнистому или многоугольному рисунку и хорошо

дешифрируется по сети полигонов [12; 13]. На территории региона выделен полигонально-блочный, блочный и блочно-западинный, бугристо-западинный, продольно-полосный (веерная бороздчатость на склонах), слитно-полигональный, редуцированный и западинный палеомерзлотный рельеф [14]. Анализ космических снимков показал наличие реликтового полигонально-блочного и блочно-западинного рельефа в исследуемых бассейнах рек с размером решетки около 40 метров, что соответствует среднему значению размера суженных частей долины, расположенных между озеровидными расширениями. В пользу палеомерзлотной гипотезы говорит также морфологическое сходство четковидных русел в степной зоне и зоне многолетней мерзлоты.

Заключение

Четковидные русловые формы широко распространены на территории Оренбургской области и приурочены к выположенным днищам долин малых рек, сложенных рыхлыми породами. По мнению авторов статьи, они являются реликтовыми образованиями и в современных ландшафтно-климатических условиях не образуются. Озеровидные расширения образовались в позднем плейстоцене в условиях существования многолетней мерзлоты в результате протавивания ледяных тел в узлах решетки полигонально-жильных льдов при освоении водотоками межблочий полигонального рельефа. Таким образом, четковидные русла можно выделить как еще один тип реликтового мерзлотно-термокарстового рельефа, открытого и изученного Величко А.А. в 60-х годах XX века.

Работа выполнена по теме НИР ИС УрО РАН № ГР АААА-А17-117012610022-5 и гранту РФФИ № 20-05-00556.

Список литературы / References

1. Губарьков А.А., Лейбман М.О. Четкообразные русловые формы в долинах малых рек на Центральном Ямале – результат парагенезиса криогенных и гидрологических процессов // Криосфера Земли. 2010. Т. 14. № 1. С. 41–49.
2. Gubar'kov A.A., Leibman M.O. Bead-shaped channel forms as evidence of paragenesis of cryogenic and hydrological processes in the small-river valleys of Central Yamal // Kriosfera Zemli. 2010. V. 14. № 1. P. 41–49 (in Russian).
3. Тарбеева А.М., Сурков В.В. Четковидные русла малых рек зоны многолетней мерзлоты // География и природные ресурсы. 2013. № 3. С. 27–32.
4. Tarbeeva A.M., Surkov V.V. Beaded channels of small rivers in permafrost zones. Geography and Natural Resources. 2013. T. 34. № 3. P. 216–220. DOI: 10.1134/S1875372813030049.
5. Уолшборн А.Л. Мир холода. Геокриологические исследования. М.: Прогресс, 1988. 384 с.
6. Washborn A.L. The World of Cold. Geocryological studies. M.: Progress, 1988. 384 p. (in Russian).
7. Карта четвертичных образований масштаба 1:2500000 территории Российской Федерации. Пояснительная записка.

СПб.: Минприроды России, Роснедра, «ВСЕГЕИ», «ВНИИОкеангеология», 2010. 220 с.

Map of Quaternary formations on a scale of 1: 2 500 000 of the territory of the Russian Federation. Explanatory note. SPb.: Minprirody Rossii, Rosnedra, «VSEGEI», «VNIIOkeanogeologiya», 2010. 220 p. (in Russian).

5. Соколов А.А., Чибилев А.А., Руднева О.С., Барбазюк Е.В., Дубровская С.А., Кин Н.О., Климентьев А.И., Левыкин С.В., Павлейчик В.М., Падалко Ю.А., Петрищев В.П., Поляков Д.Г., Рябуха А.Г., Сивохип Ж.Т., Чибилев А.А. (мл.). Географический атлас Оренбургской области. Оренбург: Институт степи УрОРАН, РГО, 2020. 160 с.

Sokolov A.A., Chibilev A.A., Rudneva O.S., Barbazuk E.V., Dubrovskaya S.A., Keen N.O., Klimentyev A.I., Levynkin S.V., Pavleichik V.M., Padalko Yu.A., Petrishchev V.P., Polyakov D.G., Ryabukha A.G., Sivokhip J.T., Chibilev A.A. (ml.). Geographical atlas of the Orenburg region. Orenburg: Institut stepi UrORAN, RGO, 2020. 160 p. (in Russian).

6. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Оренбургской области в 2018 году. Оренбург, 2019. 222 с.

State report on the state and environmental protection of the Orenburg region in 2018. Orenburg, 2019. 222 p. (in Russian).

7. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 12. Нижнее Поволжье и Западный Казахстан. Вып. 2. Урало-Эмбинский район. Л.: Гидрометеиздат, 1970. 512 с.

Resources of surface waters of the USSR. T. 12. Lower Volga and Western Kazakhstan. Vol. 2. Ural-Emba district. L.: Gidrometeizdat, 1970. 512 p. (in Russian).

8. Тарбеева А.М., Крыленко И.В., Сурков В.В. Озеровидные расширения русел рек степной зоны и возможные причины их формирования (бассейн р. Урал в районе г. Орск) // Геоморфология. 2016. № 1. С. 73–81. DOI: 10.15356/0435-4281-2016-1-73-81.

Tarbeeva A.M., Krylenko I.V., Surkov V.V. Lake-shaped expansion of riverbeds of the steppe zone and possible causes of their formation (basin of the Ural River in the region of Orsk) // Geomorfologiya. 2016. № 1. P. 73–81 (in Russian).

9. Маккавеев Н.И., Чалов Р.С. Русловые процессы. М.: Изд. МГУ, 1986. 264 с.

Makkaveev N.I., Chalov R.S. Channel processes. M.: Izd. MGU, 1986. 264 p. (in Russian).

10. Чернов А.В. Современное развитие малых рек центральных районов Европейской части СССР // Малые реки Центра Русской равнины, их использование и охрана. М.: МО ГО СССР, 1988. С. 17–25.

Chernov A.V. The modern development of small rivers in the central regions of the European part of the USSR // Small rivers of the Center of the Russian Plain, their use and protection. M.: MO GO SSSR, 1988. P. 17–25 (in Russian).

11. Величко А.А. Эволюционная география: проблемы и решения. М.: ГЕОС, 2012. 564 с.

Velichko A.A. Evolutionary geography: problems and solutions. M.: GEOS, 2012. 564 p. (in Russian).

12. Ryabukha A.G. Late pleistocene periglacial formations in landscapes of Zavolzhye-Urals region. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2018. Vol. 201. Issue 1. DOI: 10.1088/1755-1315/201/1/012018.

13. Ковда И.В., Рябуха А.Г., Поляков Д.Г., Левыкин С.В., Петрищев В.П., Яковлев И.Г., Нореика С.Ю., Ряхов Р.В. Криогенные признаки в почвах меловых полигонов Оренбургской области // Почвы в биосфере: материалы всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 50-летию Института почвоведения и агрохимии СО РАН. Томск, 2018. С. 37–41.

Kovda I.V., Ryabukha A.G., Polyakov D.G., Levynkin S.V., Petrishchev V.P., Yakovlev I.G., Noreika S.Yu., Ryakhov R.V. Cryogenic features in the soils of Cretaceous polygons in the Orenburg region // Soils in the biosphere: materials of an all-Russian scientific conference with international participation dedicated to the 50th anniversary of the Institute of Soil Science and Agrochemistry of the SB RAS. Tomsk, 2018. P. 37–41 (in Russian).

14. Рябуха А.Г. Реликтовая криогенная морфоскульптура Заволжско-Уральского региона // Пути эволюционной географии: материалы Всероссийской научной конференции, посвященной памяти профессора А.А. Величко. М.: Институт географии РАН, 2016. С. 277–282.

Ryabukha A.G. Relict cryogenic morphosculpture of the Trans-Volga-Ural region // Ways of evolutionary geography: materials of the All-Russian scientific conference dedicated to the memory of Professor A.A. Velichko. M.: Institut Geographii RAN, 2016. P. 277–282 (in Russian).

УДК 551.5:551.58:504.064.2

**УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ СЕЛЕВЫХ ПОТОКОВ РЕСПУБЛИКИ
ИНГУШЕТИЯ (ВОСТОЧНЫЙ КАВКАЗ)****Сергеева Г.А., Андреева Е.С., Адамян В.Л.***ФБГОУ ВО «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону,
e-mail: sergeeva_ga@mail.ru*

В статье рассмотрены природные условия формирования селевых потоков на территории республики Ингушетия: орография и рельеф, метеорологические факторы (температура воздуха, атмосферные осадки и снежный покров), гидрография и режим стока, горные озёра и современное оледенение, а также почвенно-растительный покров и антропогенные условия. Представлены многокомпонентные сведения о селепро явлениях, а также их количественные характеристики по основным речным бассейнам на примере территории республики Ингушетия. В статье описаны основные морфоструктурные особенности рельефа республики, изменяющиеся в направлении с севера на юг; указаны объёмы выносов материала, образующегося на хребтах Кавказских гор, включая Главный хребет и его отроги; выявлены периоды селевой активности рассматриваемого района; изучены аспекты антропогенной деятельности, способствующие как развитию селепро явлениях, так и их зарождению. Как показали проведенные ранее исследования, на территории проявления селевой активности возможности конструктивного использования последствий схода селевых потоков весьма затруднены, однако использование отложений селя в качестве, например, материалов для строительства представляет определенный практический интерес. Но экономический ущерб от селевых потоков несопоставим с возможным эффектом использования отложений. В конце XX в. на фоне повышенного внимания к районам проявления селевых явлений появилось и было обосновано понятие «селевая опасность». В статье рассматриваются причины возникновения и так называемых «антропогенных селей». Сели, вызванные антропогенной деятельностью, проявления которых вызваны той или иной антропогенной деятельностью, обеспечивают появление новых селевых бассейнов, повышая риски социально-экономических и экологических ущербов на территории изучаемой республики Ингушетия.

Ключевые слова: селевые потоки, речные бассейны, морфоструктуры, антропогенное воздействие, условия формирования селевых явлений

**CONDITIONS FOR THE FORMATION OF MUDFLOWS OF THE REPUBLIC
OF INGUSHETIA (EAST CAUCASUS)****Sergeeva G.A., Andreeva E.S., Adamyan V.L.***Don State Technical University, Rostov-on-Don, e-mail: sergeeva_ga@mail.ru*

The article considers the natural conditions for the formation of mudflows in the territory of the Republic of Ingushetia: orography and terrain, meteorological factors (air temperature, precipitation and snow cover), hydrography and flow regime, mountain lakes and modern glaciation, as well as soil and vegetation cover and anthropogenic conditions. Multicomponent data on seleproyavleniye, as well as their quantitative characteristics for the main river basins on the example of the territory of the Republic of Ingushetia are presented. The article describes the main morphological features of the relief of the Republic, varying in direction from North to South; specified volume of offsets the material formed on the ridges of the Caucasus mountains, including the Main range and its spurs; identified periods of debris flow activity under consideration; learned aspects of human activities that contribute to the development of celebreality and their origin. As shown by previous studies, the possibility of constructive use of the consequences of mudflow is very difficult in the territory of the manifestation of mudflow activity, but the use of mudflow deposits is of some practical interest as, for example, materials for construction. However, the economic damage caused by mudflows is not comparable to the possible effect of using sediments. At the end of the XX century, against the background of increased attention to the areas where mudflow phenomena occur, the concept of «mudflow hazard» appeared and was justified. The article discusses the causes of the so-called «anthropogenic mudslides». Mudslides caused by anthropogenic activity, the manifestations of which are caused by one or another anthropogenic activity, provide the appearance of new mudflow basins, increasing the risks of socio-economic and environmental damage on the territory of the studied Republic of Ingushetia.

Keywords: debris flows, river basins, morphological structure, human impact, conditions for the formation of debris flow phenomena

Хозяйственное освоение и дальнейшее безопасное использование горных территорий находится в динамической взаимосвязи с современными возможностями методов прогнозирования весьма разрушительных, стремительных водно-грязевых потоков — селей. Указанные явления, представляя собой достаточно сложную, иногда нетривиальную проблему для составления соот-

ветствующего прогноза, требуют постоянного уточнения как метеорологических, так и геолого-морфологических, социальных и иных параметров, используемых в современных прогностических моделях [1]. В связи с расселением населения активное преобразование территории происходит даже в ранее незаселенных и малопосещаемых районах, включая области развития

селевых потоков [2]. Как показывают проведенные ранее исследования, селепроявления Кавказских гор в пределах горных районов республики Ингушетия фактически обуславливают опасность для шести населенных пунктов; одного спортивно-оздоровительного учреждения и трех участков автомобильных дорог.

Данная научная работа посвящена исследованию генезиса и условий дальнейшего развития селевых явлений на территории республики Ингушетия. Достижение цели исследования обусловило выполнение следующих задач: изучение основных источников информации о селепроявлениях на территории республики Ингушетия; обобщение и ранжирование факторов и условий селевой активности в республике, включая комплексную характеристику изучаемых опасных явлений.

Материалы и методы исследования

В основу данной статьи положены материалы ранее опубликованных трудов; научно-технические отчеты и исследовательские рукописи о селевой деятельности в долине среднего и нижнего течения р. Армхи и Таргимской котловине в бассейне р. Асса за 1900–2015 гг. отдела высокогорных гидрометеорологических исследований Северо-Кавказского УГМС.

Результаты исследования и их обсуждение

Селевые потоки на территории республики Ингушетия возникают и развиваются обычно на северном склоне Главного Кавказского хребта и его отрогах, южном склоне Скалистого хребта, в Северной юрской депрессии, а также на Пастбищном, лесистом, Терском и Сунженском хребтах. При этом сели зачастую вызваны комплексом факторов, среди которых важнейшую роль играют: орографические, тектоно-геоморфологические, геолого-литологические, почвенно-растительные, гидрометеорологические, а также антропогенные. Особое значение для возникновения и дальнейшего развития селевых явлений имеют гидрометеорологические условия, среди которых: режим температуры воздуха и динамика ее значений; количество, интенсивность и состав атмосферных осадков, режим их выпадения; увлажненность территории; интенсивность и масштабы таяния современного оледенения и снежного покрова; наличие рек с большими уклонами русел, их режим, включая возможность развития паводков.

Горная зона Республики Ингушетия расположена в пределах четырех основных морфоструктурных элементов, характеризующихся отличиями в геологическом строении, морфографии и морфометрии рельефа. Ниже приводится краткое описание этих морфоструктур в направлении с севера на юг.

Низкие структурно-денудационные горы на складчатых структурах представлены в рельефе Терским (550–600 м), Сунженским (650–870 м), Лесистым (1200–1300 м) хребтами, сложенными палеогеновыми и неогеновыми известняками, сланцеватыми, часто гипсованными легко разрушающимися глинистыми породами, галечниками, конгломератами неогена.

Пастбищный (1800–2000 м) и Скалистый (свыше 3000 м) хребты, представляющие собой в рельефе средние и высокие эрозионно-тектонические горы на моноклинально-складчатых структурах, сложены третичными конгломератами, песчаниками, плотными верхнемеловыми и верхнеюрскими известняками. Северные склоны Скалистого хребта несут типичные ледниковые формы: кары и короткие троговые долины. Развита карстовая явления.

Внутригорная структурно-эрозионная депрессия, расположенная между Скалистым и Главным хребтами, представлена в рельефе долиной среднего и нижнего течения р. Армхи и Таргимской котловиной в бассейне р. Асса. Она отвечает полосе распространения моноклинально залегающих легкоразмываемых нижне- и среднеюрских песчано-сланцевых толщ. В связи с тем, что депрессия возникла в результате речной эрозии и в ее формировании существенную роль играли процессы, связанные с нижне- и среднечетвертичным оледенением, в ее пределах широко распространены нижне-, средне- и верхнечетвертичные глины, суглинки, пески, галечники.

Главный хребет с отрогами, перемежаемый ущельями р. Армхи и Асса, с высотами около 4000 м и высшей точкой республики Ингушетия – г. Шан (4451 м), представляет собой высокие эрозионно-тектонические горы с реликтовыми ледниковыми формами и слабым современным оледенением. Хребет сложен нижнеюрскими сланцевыми толщами. Формирование вторичных форм рельефа связано с древним оледенением и эрозионно-денудационными процессами. Формы гляциального рельефа (кары, трог) подверглись интенсивному разрушению, но выражены достаточно отчетливо.

Чрезвычайное разнообразие температурного режима поверхности в пределах рассматриваемой территории обуславливается разнообразием и сложностью рельефа, проявляющейся в существенных колебаниях относительных и абсолютных высот, а также спецификой циркуляции атмосферы. С увеличением абсолютных высот рельефа, как известно, наблюдается закономерное понижение температуры воздуха (табл. 1).

Как показано в табл. 1, среднегодовые температуры уменьшаются при возрастании абсолютной высоты местности. Так, среднегодовая температура на высоте 524 м (Назрань) составила 8,2 °С; а на высоте 3656 м (Казбеги, высокогорный) всего –6,1 °С. В целом можно видеть, что до высоты 2600 м среднегодовые температуры воздуха в пределах исследуемой территории положительны, снижаясь в более высокогорных условиях и достигая отрицательных значений.

В зоне современного оледенения значения средней температуры воздуха, очевидно, намного ниже, чем на высотах, где ледники отсутствуют. Температурный «скачок», то есть резкое снижение средней температуры воздуха при переходе от скальных поверхностей к ледниковой, зависит по понятным причинам от размеров самого ледника. Так, на рассматриваемой территории рассматриваемый температурный «скачок» составляет около 0,5 °С [3].

Средняя месячная температура воздуха в низко- и среднегорьях в январе равна от –3,6 до –5,5 °С; в высокогорьях соответственно от –12,0 до –15,0 °С. Морозный ре-

жим достаточно устойчив, зимние оттепели весьма редкое явление.

В первой или третьей декадах марта в низко- и среднегорьях фиксируется устойчивый переход средних суточных температур через 0 °С в сторону повышения их значений. В высокогорьях, в свою очередь, указанная ситуация наблюдается ближе к первой декаде мая.

Поверхностное распределение атмосферных осадков зависит от орографии [4]. Так, значительная расчлененность рельефа и существенные амплитуды высот обуславливают неравномерность выпадающих осадков по территории республики Ингушетия, их количество при этом колеблется от 604 мм на высоте 524 м (Назрань) до 1404 мм на высоте 3656 м (Казбеги, высокогорный) (табл. 2).

В горной зоне меньше всего осадков выпадает непосредственно к югу от Скалистого хребта, в пределах Северной юрской сланцевой депрессии, в так называемой зоне «дождевой тени», где оно составляет 600–700 мм.

Большая часть годовой суммы осадков приходится на теплый, селеопасный, период (IV–X) и составляет в низко- и среднегорье 79–81 %; в высокогорье 63–74 % при максимуме в мае-июне (табл. 2).

На территории республики Ингушетия атмосферные осадки, как известно, наблюдаются в твердом, жидком и смешанном виде, с высотой доля жидких и смешанных осадков уменьшается, а твердых – возрастает, достигая на высоте 3000 м с ноября по апрель 100 %. Доля жидких осадков увеличивается до высоты 2854 м, составляя в июле 85 %.

Таблица 1
Среднемесячная, годовая температура воздуха (°С) для территории Республики Ингушетия

Метеостанция	Высота, м	I	II	III	IV	V	VI
Назрань	524	–5,5	–4,4	1,5	8,7	14,8	18,4
Армхи	1206	–3,6	–2,5	1,3	7,2	12,0	15,0
Казбеги	1744	–5,2	–4,7	–1,5	4,0	9,0	11,8
Мамисонский перевал	2854	–12,0	–12,2	–8,9	–4,1	0,6	3,8
Казбеги, высокогорный	3656	–15,0	–15,3	–12,2	–8,0	–3,5	–0,3

Метеостанция	Высота, м	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Назрань	524	21,0	20,4	15,3	9,1	2,2	–3,1	8,2
Армхи	1206	17,7	17,4	13,0	8,5	2,6	–1,6	7,2
Казбеги	1744	14,4	14,4	10,6	6,6	1,5	–2,6	4,9
Мамисонский перевал	2854	7,6	7,6	4,0	–0,5	–5,3	–9,1	–2,4
Казбеги, высокогорный	3656	3,4	3,4	0,0	–4,1	–8,6	–12,3	–6,1

Таблица 2

Среднее месячное, за теплый (IV–X), холодный (XI–III) периоды, и годовое количество атмосферных осадков (мм) по высотам для территории Республики Ингушетия

Метеостанция	Высота, м	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Назрань	524	19	20	33	49	95	112	81	59
Армхи	1206	20	20	34	52	100	119	87	62
Казбеги	1744	22	28	43	73	105	99	87	85
Мамисонский перевал	2854	73	76	81	82	110	109	86	85
Казбеги, высокогорный	3656	63	71	95	147	183	165	150	169

Метеостанция	Высота, м	IX	X	XI	XII	IV–X	XI–III	Год
Назрань	524	53	37	26	20	486	118	604
Армхи	1206	56	40	27	20	516	121	637
Казбеги	1744	68	51	33	24	568	150	718
Мамисонский перевал	2854	77	65	59	65	614	354	968
Казбеги, высокогорный	3656	121	99	83	58	1034	370	1404

Существенную опасность в смысле образования селей обуславливают жидкие осадки, выпадающие в летний период в зоне незадернованных морен, переувлажнение которых подготавливает рыхлообломочный материал к подвижкам. Кроме того, активная конвективная деятельность над рассматриваемой территорией в теплый период года способствует выпадению ливней; в высокогорьях возможны летом обложные дожди, что также способствует увлажнению обломочного материала и развитию селевой опасности [5].

В те годы, когда количества осадков холодного и теплого периодов весьма существенны, степень увлажнения грунтов и водность рек достаточные, вероятность развития дождевых селей весьма возрастает, при этом началом развития селевого процесса может явиться ливень с интенсивностью 0,1 мм/мин с количеством осадков от 25 до 50 мм за сутки. Откуда критический предел селеформирующих осадков на территории республики Ингушетия изменяется от 25 до 55 мм за сутки.

В связи с локальностью выпадения ливни обуславливают сходы селей в отдельных районах республики; а осадки фронтального характера приводят к развитию селеопасных явлений на значительной площади.

Средняя высота снеговой линии, обуславливаемой климатическими условиями, в пределах данной территории достигает 3920 м, являясь верхним пределом селепроявлений [6]. Снежный покров устойчив, очевидно, только в высокогорьях и на северных склонах низко- и среднегорных хребтов; ниже в высотном отношении

и на южных склонах, а также в межгорных котловинах сплошной и устойчивый снежный покров не образуется.

Современное оледенение на рассматриваемой территории, относящееся к расчлененному типу, представлено небольшими ледниками в истоках рек Шондон и Ханкол (составляющие р. Армхи) и Сарту, Нелх, Гулойхи (притоки р. Асса). В связи с незначительностью современного оледенения здесь практически исключена возможность возникновения селевых потоков гляциального генезиса в чистом виде. Моренные накопления древнего оледенения, значительно видоизмененные процессами комплексной денудации, играют определенную роль в процессах селеформирования в бассейнах вышеперечисленных притоков р. Армхи и Ассы.

Реки Армхи и Асса имеют смешанное питание, в котором большое значение имеют сезонные снега и ледники. Значительную роль играет дождевое и грунтовое питание. По характеру водного режима реки Армхи и Асса относятся к «тянь-шанскому типу», поэтому в теплую часть года проходит растянутое половодье, имеющее на графике гребенчатый вид от дождевых паводков; в холодную часть года стоит маловодная устойчивая межень. Обе реки отличаются большой мутностью [7–8].

В горной зоне Республики Ингушетия растительность и почвы представлены: до высоты 800–1000 м буково-грабовыми лесами на коричневых и темно-каштановых почвах, до высоты 1500 м – буковыми лесами, до высоты 2000 м – остепненными лугами с группировками нагорных ксеро-

фитов. В поясе высокогорных субальпийских лугов и лугостепей до высоты 2600 м распространены горно-луговые субальпийские почвы. Выше 2600 м расположен пояс альпийских лугов с горно-луговыми альпийскими (торфянистыми) почвами. В нивально-гляциальной зоне, расположенной на высотах свыше 2900–3000 м, распространены скелетные почвы, скалы, снежники, осыпи, встречаются пятна прискальной растительности.

На рассматриваемой территории преобладают скальные селевые очаги и очаги рассредоточенного селеобразования; прочие виды очагов единичны.

В высокогорьях (более 2000 м) твердой составляющей селей являются рыхлые отложения скального характера и современных ледниковых морен; в среднегорьях (2000–1000 м) – это материалы древних морен, осыпей, обвалов, оползней, оплывин, а также террасового аллювия; наконец, в низкогорьях (менее 1000 м) – это аллювиальные, делювиально-оползневые, мелкообломочные обвальное-обсыпные отложения эрозионных форм рельефа.

В Республике Ингушетия имеется 26 основных селевых русел, по которым проходит 77% грязекаменных и 23% наносоводных селей. Грязекаменные сели преобладают в высокогорье, в средне- и низкогорье доминируют наносоводные селевые потоки.

Повсеместно, на всех высотных интервалах, господствуют сели дождевого генезиса. В высокогорье, в зоне современного оледенения, существует вероятность формирования смешанных ледниково-дождевых селей, в основном в результате таяния погребенных льдов, в среднегорье – лимногенных селей в результате разрушения плотин из современных и древних оползневых массивов, широко распространенных в пределах Северо-Юрской депрессии, и селей снеготаяния.

Антропогенные сели обуславливаются отвалами горных выработок, «хвостохранилищами» обогатительных фабрик, а также карьерами по добыче строительных материалов [9–10].

Почти до конца XX в. в горной зоне республики антропогенное вмешательство выражалось лишь во вредном влиянии на состояние почвенно-растительного покрова в результате неумеренного выпаса скота и хозяйственной деятельности в долине р. Армхи. Но в последние десятилетия положение резко изменилось в бассейне р. Ассы. В результате прокладки автодо-

роги в Таргимскую котловину, изысканий в районе Главного хребта, постройки поселка в устье р. Сарту был сведен лес, поврежден почвенный покров, нарушены естественные углы склонов. Это может привести к возникновению активных селевых очагов с образованием в них мощных селей и оползней-потоков [11–12].

Объемы селевых выносов, превышающие 100 тыс. м³, характерны для селей, образующихся в районе Главного Кавказского хребта и на его отрогах; 10–100 тыс. м³ – в районе Северо-Юрской депрессии; до 10 тыс. м³ – в районе передовых хребтов. Сели значительных (более 100 тыс. м³) и средних (10–100 тыс. м³) объемов наблюдаются соответственно 1 раз в 15–20 и 5–10 лет. Ежегодно фиксируются сели небольших (до 10 тыс. м³) объемов.

Заключение

В связи с тем, что на территории Республики Ингушетия количество осадков зависит от высоты местности, в низкогорьях, очевидно, период с высокой опасностью схода селей имеет наибольшую продолжительность, начинаясь в марте и завершаясь в октябре. В средне- и высокогорьях указанный период сокращается на несколько месяцев, достигая соответственно промежутков времени с апреля по сентябрь и с мая по сентябрь. Весьма высокая селевая опасность, в свою очередь, в республике приурочена к летним месяцам года (июнь–август), что объясняется интенсивным выпадением жидких осадков, обуславливающим интенсивное таяние снега и льда на поверхностях ледников и снежников в горных районах. В связи с тем, что селевые явления обуславливаются и характером погодных условий, можно предположить, что в ближайшие десятилетия на Северном Кавказе, в том числе и в республике Ингушетия, из-за нестабильности погодного-климатического режима на высотах более 2000 м существенно возрастет продолжительность периода повышенной селевой опасности.

Список литературы / References

1. Сергеева Г.А., Волобуева Л.Л., Кривошеева Е.А. Селевая опасность Карачаево-Черкесской республики. Западный Кавказ: монография. Palmarium Akademik Publishing, 2015. 269 с.
2. Sergeeva G.A., Volobueva L.L., Krivosheeva E.A. Mudflow hazard of the Karachay-Cherkess Republic. Western Caucasus: monography. Palmarium Akademik Publishing, 2015. 269 p. (in Russian).
3. Сергеева Г.А., Адамян В.Л. Распространение антропогенных селевых потоков в Северо-Кавказском регионе // Интеллектуальные системы в производстве. 2017. Т. 15. № 1. С. 114–117. DOI: 10.22213/2410-9304-2017-1-114-117.

Sergeeva G.A., Adamyan V.L. Abundances of Anthropogenic Mud Flows in the North Caucasus Region // *Intellectual'nye sistemy v proizvodstve*. 2017. T. 15. № 1. P. 114–117 (in Russian).

3. Андреева Е.С., Андреев С.С. География и генезис опасных погодных явлений юга России. Ростов н/Д., 2007. 89 с.

Andreeva E.S., Andreev S.S. Geography and Genesis of dangerous weather events in the South of Russia. Rostov-na-Donu, 2007. 89 p. (in Russian).

4. Andreev S.S., Popova E.S. Global warming and anthropogenic factor. *European Journal of Natural History*. 2012. № 4. P. 27–28.

5. Andreev S.S., Popova E.S. Ecologic-geographical estimation of climatic comfortless of Rostov-on-Don. *European Journal of Natural History*. 2013. № 5. P. 32–34.

6. Беров Б.М., Казахова М.Г. О состоянии и перспективах развития туристско-экскурсионного дела в Северной Осетии – Алании // *Географический вестник*. 2012. № 2 (21). С. 93–101.

Beroev B.M., Kazakhova M.G. About the state and prospects of development of tourist and excursion business in North Ossetia-Alania // *Geograficheskij vestnik*. 2012. № 2 (21). P. 93–101 (in Russian).

7. Геккиев А.Б. Влияние рельефа на климат республики Северная Осетия – Алания // *Современные наукоемкие технологии*. 2012. № 1. С. 5–7.

Gekkiev A.B. Influence of terrain on the climate of the Republic of North Ossetia-Alania // *Modern high technologies*. 2012. № 1. P. 5–7 (in Russian).

8. Гуцаева А.Б. Потенциал Республики Северная Осетия – Алания для формирования конкурентоспособного туристско-рекреационного комплекса в рамках Северо-Кавказского федерального округа // *Молодой ученый*. 2013. № 6. С. 797–799.

Gucaeva A.B. Potential of the Republic of North Ossetia-Alania for forming a competitive tourist and recreational complex within the North Caucasus Federal district // *Molodoj uchenyj*. 2013. № 6. P. 797–799 (in Russian).

9. Глобальные климатические изменения: региональные эффекты, модели, прогнозы // *Материалы международ-*

ной научно-практической конференции. Посвящается 85-летию факультета географии, геоэкологии и туризма ВГУ / Под общ. ред. С.А. Куролапа, Л.М. Акимова, В.А. Дмитриевой. 2019. Т. 1. 532 с.

Global climate change: regional effects, models, forecasts // *Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Posvyashchayetsya 85-letiyu fakul'teta geografii, geoekologii i turizma VGU / Pod obsh. red. S.A. Kurolapa, L.M. Akimova, V.A. Dmitrievoy*. 2019. V. 1. 532 p. (in Russian).

10. Глобальные климатические изменения: региональные эффекты, модели, прогнозы // *Материалы международной научно-практической конференции. Посвящается 85-летию факультета географии, геоэкологии и туризма ВГУ / Под общ. ред. С.А. Куролапа, Л.М. Акимова, В.А. Дмитриевой*. 2019. Т. 2. 444 с.

Global climate change: regional effects, models, forecasts // *Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Posvyashchayetsya 85-letiyu fakul'teta geografii, geoekologii i turizma VGU / Pod obsh. red. S.A. Kurolapa, L.M. Akimova, V.A. Dmitrievoy*. 2019. V. 2. 444 p. (in Russian).

11. Шныпарков А.Л., Колтерманн К.П., Селиверстов Ю.Г., Сократов С.А., Перов В.Ф., Колтерманн К.П. Селевой риск на Черноморском побережье Кавказа // *Вестник Московского ун-та. Сер. 5. География*. 2013. № 3. С. 42–48.

Shnyarkov A.L., Koltermann K.P., Seliverstov Yu.G., Sokratov S.A., Perov V.F. Koltermann K.P. Risk of mudflows at the Caucasian coast of the Black Sea // *Vestnik Moskovskogo un-ta. Ser. 5. Geografiya*. 2013. № 3. P. 42–48 (in Russian).

12. Петрушина М.Н., Сулова Е.Г. Индикация селевой активности в ландшафтах Северного Кавказа // *Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа: материалы Второй Всероссийской научно-технической конференции (Грозный, 7–10 ноября 2012 г.)*. 2012. С. 634–640.

Petrushina M.N., Suslova E.G. Indication of mudflow activity in the landscapes of the North Caucasus // *Sovremennye problemy geologii, geofiziki i geoekologii Severnogo Kavkaza: materialy Vtoroj Vserossijskoj nauchno-tekhnicheskoy konferentsii (Groznyj 7–10 noyabrya 2012 g.)*. 2012. P. 634–640 (in Russian).

УДК 504.61:504.4:351.79

ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ НАВОДНЕНИЯ НА РЕКАХ ЮГРЫ**¹Ткачев Б.П., ²Досанов С.С.**¹ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет», Ханты-Мансийск, e-mail: btkachev@mail.ru;²ООО «Газпром добыча Ямбург», Новый Уренгой, e-mail: sibdos73@gmail.com

Статья посвящена значимому природному феномену, имеющему прикладное значение – экстремальным наводнениям весенне-летнего половодья. Основные задачи: прогноз рисков, обусловленных прохождением волны половодья, предупреждение населения и снижение вероятного эколого-экономического ущерба территориям путем корректировки нормативных документов, принятия управленческих решений и проведения превентивных мероприятий. Для достижения этого, в первую очередь, следует оценивать величину самых крупных, экстремальных наводнений. Следует учитывать, что главной особенностью водных ресурсов Югры является их транзитность, когда основная часть вод поступает с Обью и Иртышом извне, а ресурсы речных вод заметно изменяются от года к году из-за чередования многоводных и маловодных лет. Выявлено, что экстремальные половодья являются циклическим природным процессом на реках региона с высокой повторяемостью (половодье 2015 г. повторяется обычно раз в 16 лет, 2007 г. – раз в 9 лет). Для этого были проанализированы результаты измерений с конца XIX в. Другой особенностью ресурсов поверхностных вод является их неустойчивость в течение года. Экстремальные весенне-летние половодья 2007 и 2015 гг. выявили необходимость проведения целого ряда правовых и организационных мероприятий по защите населенных пунктов Югры от наводнений и подтоплений. В работе также определена роль основных факторов весенне-летнего половодья в годы экстремальных наводнений и оценены уровни экстремальных половодий, прежде всего для транзитных рек Югры – Оби и Иртыша. В заключение представлен накопленный опыт прогнозирования рисков возникновения ЧС и расчета ущерба от наводнений.

Ключевые слова: наводнение, река, Обь, Иртыш, ущерб**EXTREME FLOODING ON THE RIVERS OF YUGRA****¹Tkachev B.P., ²Dosanov S.S.**¹Yugra State University, Khanty-Mansiysk, e-mail: btkachev@mail.ru;²Gazprom добыча Yamburg, Novy Urengoy, e-mail: sibdos73@gmail.com

The Article is devoted to a significant natural phenomenon of applied significance-extreme floods of the spring-summer flood. The main objectives of the forecast of risks caused by the passage of the flood wave are to prevent the population and reduce the likely environmental and economic damage to territories by adjusting regulatory documents, making management decisions and carrying out preventive measures. To achieve this, first of all, it is necessary to assess the magnitude of the largest, extreme floods. Note that the main feature of the water resources of Ugra is their transitory, when the bulk of the water comes from the Ob and Irtysh from the outside, and river water resources significantly vary from year to year due to the alternation of wet and dry years. It was revealed that extreme floods are a cyclical natural process on the rivers of the region with high repeatability (the 2015 flood is usually repeated once in 16 years, 2007 once in 9 years). To do this, we analyzed the results of measurements from the end of the XIX century. Another feature of surface water resources is their instability during the year. Extreme spring and summer floods in 2007 and 2015 revealed the need for a number of legal and organizational measures to protect the settlements of Ugra from floods and flooding. The paper also defines the role of the main factors of spring and summer floods in the years of extreme floods and estimates the levels of extreme floods, primarily for the transit rivers Ugra-Ob and Irtysh. In conclusion, the accumulated experience of forecasting the risks of emergencies and calculating flood damage is presented.

Keywords: flood, river, Ob, Irtysh, damage

В последние десятилетия в мире и в России все более активно обсуждается проблема наводнений и других экстремальных гидрологических событий. Это связано с растущим масштабом потерь и ущербов от наводнений, составляющих существенную долю неблагоприятных последствий природных катаклизмов [1].

Наводнение рассматривается как сложное событие, происходящее на некоторой территории при совместном наступлении ряда случайных событий, разрушения объектов техносферы и причинения ущерба [2, с. 21].

Основными причинами значительных и длительных подъемов воды в период весенне-летнего половодья являются: талый сток, снежно-дождевые паводки и заторы льда. Большие и катастрофические наводнения на реках бассейна рек Оби и Иртыша в XX в. были отмечены в 1908, 1912, 1914, 1923, 1941, 1947, 1957, 1970, 1979 гг. Максимальный вековой расход воды р. Обь наблюдался 9 июля 1941 г. у поста Белогорье и составлял 51,8 тыс. м³/с.

Характеристику основных наводнений в Тюменской области дал А.А. Таратунин. Так, в 1974 г. по Ханты-Мансийскому ав-

тономному округу ущерб от наводнения достиг 7135 тыс. руб., что в пересчете по курсу доллара США 1974 г. составлял 9467,9 тыс. долл. [3].

К сожалению, из анализа наводнений периода 1986–2010 гг., проведенного В.А. Семеновым для большинства рек России, выпадают Иртыш, Средняя и Нижняя Обь [4].

Главной особенностью водных ресурсов Югры является то, что основная часть речных вод (67%, или 247 км³) поступает в округ извне. До середины 1970-х гг. суммарный объем годового стока Оби и Иртыша «на входе» в округ из Томской и юга Тюменской области был выше [5].

Вся территория округа находится в зоне достаточной и избыточной водообеспеченности. Во время весенне-летнего половодья водность рек сильно возрастает. В этот период проходит до 70% годового стока рек.

Цель работы: выявление роли экстремальных наводнений весенне-летнего половодья XXI в. для корректировки нормативных документов, регулирующих деятельность по защите населенных пунктов Югры. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Оценка экстремального весенне-летнего половодья 2007 и 2015 гг.

2. Представление опыта прогнозирования рисков возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС) и расчета эколого-экономического ущерба от наводнений.

Западно-Сибирская равнина имеет предельно равнинный рельеф. Центральная часть равнины характеризуется тектонически обусловленным центростремительным типом заложения речной сети. Великие реки Обь и Иртыш выполняют транзитную роль, пересекая равнину с юга на север. Административные границы Югры проведены по водоразделам.

В центральной части исторически сложилась лиманно-дельтовая система, котловина, образованная боковым блужданием русел рек и широким развитием озерных водоемов в условиях высокого положения базиса эрозии.

Следует учесть, что среди показателей качества жизни человека в третьем тысячелетии на первое место выдвигается его безопасность [6, с. 10].

Экстремальные весенне-летние половодья 2007 и 2015 гг.

Основными факторами весенне-летнего половодья Югры являются: осенняя влагозарядка почвогрунтов, максимальные запасы воды в снеге (снегозапасы), интен-

сивность снеготаяния и осадки в период формирования половодья.

Осенью 2006 и 2014 гг. наблюдался значительный переизбыток влаги в бассейне Иртыша и превышение нормы на большей части округа.

За последние 40–45 лет продолжительность снежного периода в округе сократилась, в то время как во второй половине зимы (февраль–март) количество осадков увеличилось, наиболее существенное и повсеместное увеличение наблюдается в марте (на 30–80%).

«В мае – июне 2007 г. на реках округа сложилась очень сложная гидрометеорологическая обстановка. Из-за большого количества осадков в течение длительного времени на всей территории Западно-Сибирской равнины произошло наложение дождевых паводков на волну половодья, что привело к формированию экстремально высоких уровней воды практически на всех реках территории округа, на притоках рек Оби и Иртыша максимум был на 1,0–1,75 м выше нормы. Так, уже к концу мая уровни воды превысили среднемноголетние значения максимальных уровней на реках Обь (Нижевартовск, Нефтеюганск, Лемпино, Сытомино, Белогорье), Иртыш (Горноправдинск, Сибирский, Ханты-Мансийск), Конда, Северная Сосьва (Игрим, Березово). В 2007 г. в результате весенне-летнего половодья оказались в зоне подтопления 69 населенных пунктов, а также промышленные объекты и дороги на территории 8 муниципальных районов» [7, с. 303].

В 2015 г. все реки округа вскрылись до середины мая, ранее среднемноголетних значений на 3–11 дней. Теплая погода апреля и мая значительно усилила динамику развития половодья. На основных притоках Средней Оби до устья Иртыш высшие уровни воды сформировались значительно раньше среднемноголетних дат, но были в пределах прогноза, только на реках Большой Юган и Назым отмечались отметки опасных уровней.

Режим весенне-летнего половодья Оби и Иртыша характеризовался более поздним (на 5–15 дней), по сравнению со среднемноголетними датами, формированием высших уровней воды и очень продолжительным периодом затопления речных пойм.

При прохождении высоких вод половодья в 2015 г. наиболее тяжелые условия сложились в населенных пунктах, расположенных на Средней Оби (Нижевартовский район и г. Нижневартовск). В Югре на Нижней Оби (участок Оби от слияния с Иртышом до границы округа) влияние высокого половодья оказало меньшее воздействие.

В годы экстремального половодья 2007 и 2015 гг. основная вода Оби и Иртыша формируется выше по течению, на юге Западной Сибири, роль транзитного стока усиливается. Максимальные уровни воды Иртыша 2015 г. превосходили среднемноголетние значения, но были ниже уровней 2007 г.

Участок Нижней Оби в 2015 г. был менее многоводный, чем в 2007 г. (наиболее выдающийся весенний паводок последних лет). Это обусловлено малой, нежели в 2007 г., водностью Иртыша (рис. 1).

«Обычно половодье на Иртыше начинается раньше и река 10–15 дней подпирает Обь. В конце половодья наблюдается обратный подпор Обью Иртыша (обычно до середины июля)» [8, с. 46]. В 2015 г. Иртыш в своем нижнем течении в период прохождения высоких вод находился в подпоре от Оби с 19 июня до 7 июля.

В 2015 г. водность реки Средней Оби на участке с. Соснино («на входе» в округ) до устья Иртыша была наибольшей после 1979 г., за исключением Нижневартовска, где уровень воды составил 1061 см, что на 10 см ниже исторического максимума – 1979 г. Это объясняется:

1. Большими снегозапасами на водосборах основных притоков Средней Оби (Томи, Кети, Чулыма и др.), а также большой приточностью в Новосибирское водохранилище.

2. Высокими среднемесячными температурами воздуха и обилием осадков на водосборах рек Средней Оби в период формирования половодья, что спровоцировало практически одновременный сток поверхностных вод в русло принимающей их р. Обь.

Максимальный расход на Новосибирском водохранилище на 12 мая 2015 г. составил 6246 м³/с (соответственно максимальный приток в водохранилище 11 мая составлял 8143 м³/с), максимальный расход воды на р. Томь на посту Томска составил 11 100 м³/с [9].

Таким образом, основной объем воды в р. Обь поступил из р. Томь (рис. 2), причем волна высоких вод Оби является следствием волны паводка Томи с наложением волн паводка р. Чулым и других притоков правобережья Оби. С учетом разницы времени добегания эти волны и сформировали экстремально высокие уровни воды в районе г. Нижневартовск. Волна максимальных сбросов с Новосибирской ГЭС поступила уже после достижения максимальных уровней воды на соответствующих участках Оби, что привело к продолжительному стоянию и медленному падению уровней воды. Новосибирская ГЭС является регулятором стока, оказывая сдерживающий эффект на момент максимальных сбросов.

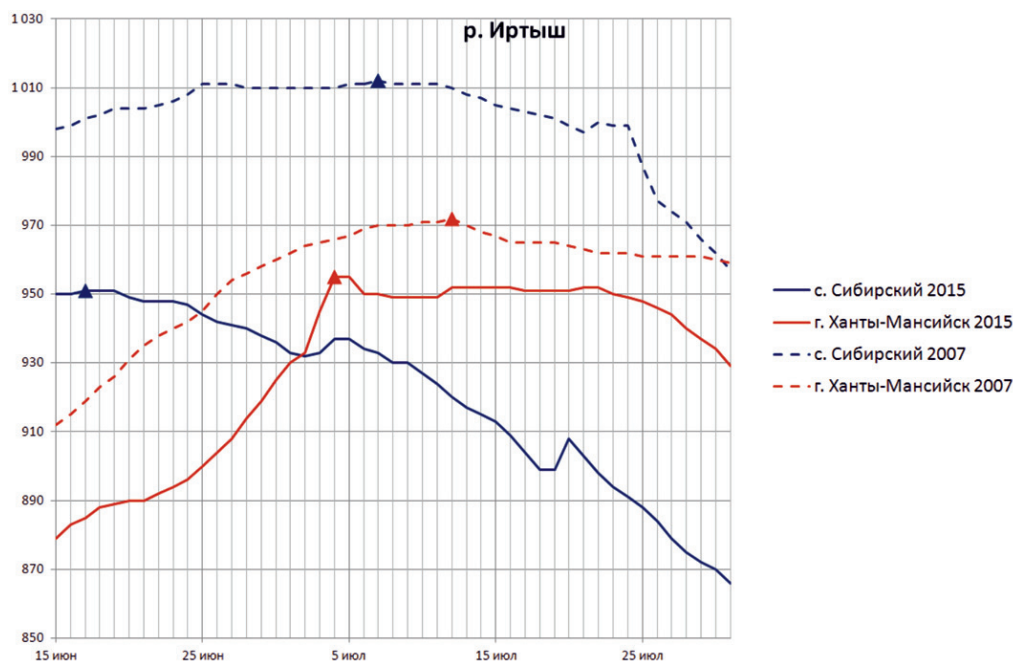


Рис. 1. Уровни воды р. Иртыш в период половодий 2007, 2015 гг. на постах Сибирский и Ханты-Мансийск

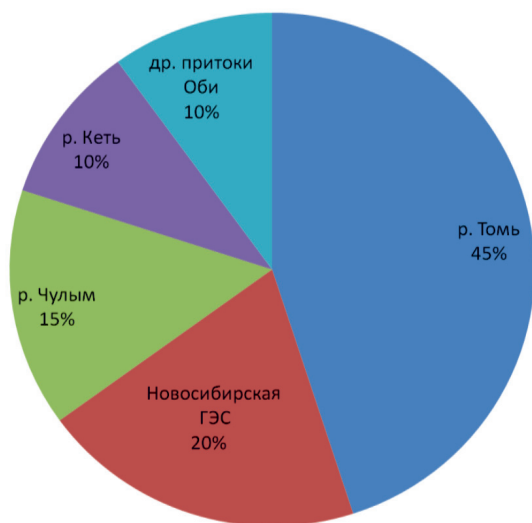


Рис. 2. Объем воды притоков р. Обь в период экстремальных уровней у поста Нижневартовск в 2015 г.

Прогнозирование и ущерб рисков возникновения ЧС от наводнений

Традиционно при прогнозировании используется метод соответствующих уров-

ней воды, когда сравниваются данные постов наблюдений выше и ниже по течению реки. Для крупных транзитных рек Сибири – Оби и Иртыша, когда погрешности влияния притоков незначительны и ими можно пренебречь, такой метод имеет свои преимущества в оперативности (рис. 3).

Методика долгосрочного и краткосрочного прогноза уровней воды Оби и Иртыша разработана Д.А. Бураковым и др. [10–12].

Методы прогноза максимального расхода (уровня) воды, как правило, менее точны, чем методы прогноза стока за половодье. Это объясняется, главным образом, тем, что колебания интенсивности снеготаяния от года к году влияют на высоту половодья значительно сильнее, чем на объем весеннего стока [13].

Зависимость максимального расхода (уровня) воды от основных факторов (осенней влагозарядки почвогрунтов, максимальных снегозапасов, коэффициента дружности весны) не может быть положена в основу методов долгосрочных прогнозов высоты половодья по той причине, что точного детального долгосрочного прогноза интенсивности снеготаяния и осадков в период формирования половодья пока получить нельзя.

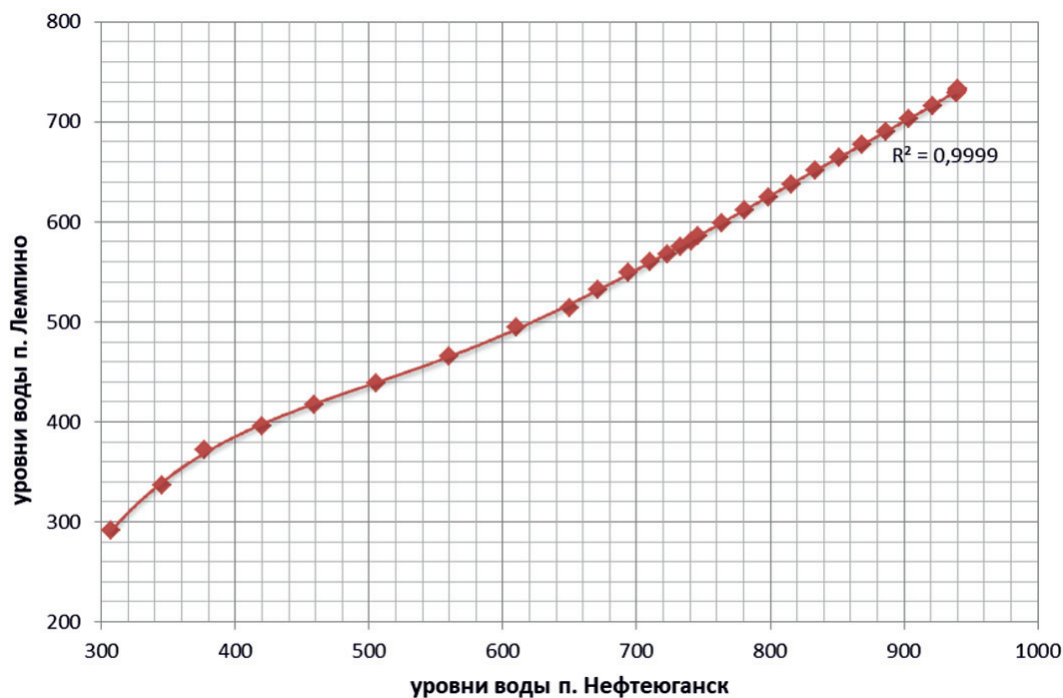


Рис. 3. График связи максимальных уровней воды р. Обь на постах Нефтеюганск и Лемпино в мае 2015 г.

Предварительный прогноз рисков возникновения ЧС на период весенне-летнего половодья 2015 г. составлен 5 марта. На основе данных по снегозапасам и сложившихся за зиму гидрометеорологических условий оценены риски подтопления населенных пунктов, лежащих на притоках Оби и Иртыша. Оценить риски подтопления в населенных пунктах на реках Обь, Иртыш по снегозапасам территории округа невозможно, так как весенний сток этих рек формируется на водосборах за пределами автономного округа.

Основной прогноз по рискам прохождения паводковых вод по округу с детализацией по районам был составлен 4–16 апреля 2015 г. В прогнозе рассмотрены вероятности образования ледяных заторов в период вскрытия рек. Мониторинг и дальнейшие краткосрочные прогнозы развития и продвижения ледохода способствовали проведению ряда превентивных мероприятий по безаварийному пропуску льда (подрывы льда на Иртыше).

«Эколого-экономический ущерб – денежное выражение негативных последствий опасных событий, явлений и процессов. Для обеспечения комплексного управления водными ресурсами предполагается: усовершенствовать систему планирования развития водохозяйственного комплекса, повысить эффективность водного законодательства, согласованность действий и глубину анализа проблем» [2, с. 22].

При прогнозировании строятся карты затоплений, которые являются основой проведения градостроительной политики, а само картографическое моделирование бассейна позволит более точно оценивать площади, объекты экономики и сам ущерб, особенно экологический, в то время как экономический ущерб оценивается по отчетам муниципалитетов.

Проведенные исследования доказывают значимость гидрологических опасностей Средней и Нижней Оби. Опасность необходимо оценивать в первую очередь по частоте повторяемости наводнений, которые происходят в интервале 5–20 лет. Общая сумма эколого-экономического ущерба в связи с половодьем 2007 г. на территории Югры составила 121 104 тыс. руб., в связи с половодьем 2015 г. – 67 296 тыс. руб.

Заключение

Для заблаговременного прогнозирования и реагирования необходимо осуществление мониторинга р. Обь выше по тече-

нию, за пределами округа – на территориях Томской и Новосибирской областей. Существует необходимость разработки методики расчета компенсации ущерба территориям, пострадавшим от наводнения и подтопления.

Экстремальные весенне-летние половодья 2007, 2015 гг. обусловили необходимость проведения корректировки «Реестра населенных пунктов на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры, попадающих в зоны затопления (подтопления), вызванного различными гидрологическими и гидродинамическими явлениями и процессами». Предложено внести в Реестр населенные пункты с частотой подтопления не реже 1 раза в 10 лет.

В целях повышения качества мониторинга и обеспечения оперативных гидрологических прогнозов на территории округа необходимо обеспечить режим доступа для всех 48 гидропостов Югры, находящихся в системе Росгидромета. В настоящее время в оперативном режиме доступны данные только 33. Данные по еще 15 постам закрыты для потребителей и используются только для климатических обработок в системе Росгидромета.

Список литературы / References

1. Нафикова Э.В., Красногорская Н.Н., Белозерова Е.А., Соколова О.В. Анализ вероятности возникновения экстремальных гидрологических ситуаций на территории Республики Башкортостан // Велес. 2017. № 2–1 (44). С. 39–45.
2. Nafikova E.V., Krasnogorskaya N.N., Belozerova E.A., Sokolova O.V. Analysis of the probability of occurrence of extreme hydrological situations on the territory of the Republic of Bashkortostan // Velez. 2017. № 2–1 (44). P. 39–45 (in Russian).
3. Ткачев Б.П. Гидрометеорологическое обеспечение устойчивого развития Севера (Арктики) // Безопасный Север – чистая Арктика: материалы I Всероссийской научно-практической конференции (г. Сургут, 26 октября 2018 г.). Сургут: ООО Печатный мир, 2018. С. 14–25.
4. Tkachev B.P. Hydrometeorological support of sustainable development of the North (Arctic) // Bezopasny'j Sever – chistaya Arktika: materialy' I Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii (g. Surgut, 26 oktyabrya 2018 g.). Surgut: OOO Pechatny'j mir, 2018. P. 14–25 (in Russian).
5. Таратунин А.А. Наводнения на территории Российской Федерации. 2-е изд. / Под ред. Коронкевича. Екатеринбург: Изд-во ФГУП РосНИИВХ, 2008. 432 с.
6. Taratunin A.A. Floods on the territory of the Russian Federation. 2nd ed. / Pod red. Koronkevicha. Ekaterinburg: Izd-vo FGUP RosNIIVX, 2008. 432 p. (in Russian).
7. Семенов В.А. Гидролого-климатические основы и география рисков опасных наводнений и маловодий на реках России // Научное обеспечение реализации «Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 года»: сборник статей. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2015. Вып. 2. С. 44–50.
8. Semenov V.A. Hydrological and climatic bases and geography of risks of dangerous floods and low water on the rivers of Russia // Nauchnoe obespechenie realizacii «Vodnoj strategii Rossijskoj Federacii na period do 2020 goda»: sbornik statej.

Petrozavodsk: Karel'skij nauchnyj centr RAN, 2015. Vol. 2. P. 44–50 (in Russian).

5. Лёзин В.А. Реки Ханты-Мансийского автономного округа. Тюмень: Вектор бук, 1999. 156 с.

Lezin V.A. Rivers of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug. Tyumen: Vector book, 1999. 156 p. (in Russian).

6. Малик Л.К. Факторы риска повреждения гидротехнических сооружений. Проблемы безопасности / Под ред. Н.И. Коронкевича. М.: Наука, 2005. 354 с.

Malik L.K. risk Factors for damage to hydraulic structures. Security problems Pod red. N.I. Koronkevicha. M.: Nauka, 2005. 354 p. (in Russian).

7. Досанов С.С., Ткачев Б.П. Влияние особенностей тектоники и морфологии русел рек на экстремальные наводнения в ХМАО-Югре // Нефть и газ Западной Сибири: материалы Междунар. научно-технической конф., посвященной 55-летию Тюменского государственного нефтегазового университета / Отв. ред. О.Ф. Данилов. Т. 4. Тюмень: ТюмГНГУ, 2011. С. 302–305.

Dosanov S.S., Tkachev B.P. Influence of features of tectonics and morphology of riverbeds on extreme flooding in the KHMAO-Yugra // Neft' i gaz Zapadnoj Sibiri: materialy Mezhdunar. nauchno-texnicheskoj konf., posvyashhennoj 55-letiyu Tyumenskogo gosudarstvennogo neftegazovogo universiteta / Otv. red. O.F. Danilov. T. 4. Tyumen': TyumGNGU, 2011. P. 302–305 (in Russian).

8. Ткачев Б.П. Гидродинамические процессы устьевых областей реки Иртыш // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2015. № 4. С. 44–52.

Tkachev B.P. Hydrodynamic processes of the Irtysh river estuaries // Vodnoe khozajstvo Rossii: problemy, tehnologii, upravlenie. 2015. № 4. P. 44–52 (in Russian).

9. ПАО «РусГидро». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rushydro.ru/polovodie2018/reki/ob/?date=2015-05-12> (дата обращения: 20.03.2020).

PJSC RusHydro. [Electronic resource]. URL: <http://www.rushydro.ru/polovodie2018/reki/ob/?date=2015-05-12> (date of access: 20.03.2020) (in Russian).

10. Бураков Д.А., Космакова В.Ф., Волковская Н.П. Методика долгосрочного прогноза максимальных уровней

воды для р. Обь у г. Нижневартовска и результаты их испытаний // Результаты испытаний новых и усовершенствованных технологий, моделей и методов гидрометеорологических прогнозов. 2017. № 44. С. 152–157.

Burakov D.A., Kosmakova V.F., Volkovskaya N.P. Method of long-term forecast of maximum water levels for the river. The Ob river near the city of Nizhnevartovsk and the results of their tests // Rezul'taty' ispy'tanij novy'x i usovershenstvovanny'x tehnologij, modelej i metodov gidrometeorologicheskix prognozov. 2017. № 44. P. 152–157 (in Russian).

11. Бураков Д.А., Космакова В.Ф., Волковская Н.П. Методика долгосрочного прогноза максимальных уровней воды на реке Иртыш и результаты их испытаний // Результаты испытаний новых и усовершенствованных технологий, моделей и методов гидрометеорологических прогнозов. 2019. № 46. С. 71–78.

Burakov D.A., Kosmakova V.F., Volkovskaya N.P. Method of long-term forecast of maximum water levels on the Irtysh river and the results of their tests // Rezul'taty' ispy'tanij novy'x i usovershenstvovanny'x tehnologij, modelej i metodov gidrometeorologicheskix prognozov. 2019. № 46. P. 71–78 (in Russian).

12. Бураков Д.А., Волковская Н.П., Иванова О.И. Автоматизированная методика краткосрочных прогнозов уровня воды в бассейне Средней Оби и Иртыша // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2019. № 2 (372). С. 129–143.

Burakov D.A., Volkovskaya N.P., Ivanova O.I. Automated method of short-term forecasts of water levels in the basin of the Middle Ob and Irtysh // Gidrometeorologicheskie issledovaniya i prognozy. 2019. № 2 (372). P. 129–143 (in Russian).

13. Досанов С.С., Ткачев Б.П. Прогнозы опасных гидрологических явлений на территории ХМАО-Югры // Проблемы природной безопасности Югры: мониторинг и прогнозирование экстремальных гидрометеорологических явлений и лесных пожаров: сборник статей. Ханты-Мансийск, 2008. С. 59–61.

Dosanov S.S., Tkachev B.P. Forecasts of dangerous hydrological phenomena on the territory of KHMAO-Yugra // Problemy' prirodnoj bezopasnosti Yugry': monitoring i prognozirovanie e'kstremal'ny'x gidrometeorologicheskix yavlenij i lesny'x pozharov: sbornik statej. Khanty-Mansiysk, 2008. P. 59–61 (in Russian).

УДК 911.3(470)

**ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА КАЧЕСТВА ЖИЗНИ
НАСЕЛЕНИЯ СУБЪЕКТОВ РФ****Фаронова Ю.В., Ахуннов А.Р., Тельнова Т.П.***ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет», Уфа, e-mail: faronova2012@mail.ru*

Качество жизни представляет собой многоаспектную категорию. Оно охватывает эмоциональное, физическое, материальное, социальное благополучие, которое проецируется на индивидуальном и общественном уровнях. Всемирная организация здравоохранения рекомендует для инструментов оценки качества жизни использовать критерии: 1) физическое здоровье; 2) психологическое здоровье; 3) уровень независимости; 4) социальная включенность; 5) окружающая обстановка; 6) духовность. В странах ЕС определены 9 основных областей, применяемых для оценки результативности развития и с целью территориального управления социально-экономическим развитием. В условиях территориальной социально-экономической неоднородности условий жизни населения и усиления роли цифровой экономики актуально учитывать классические и современные приоритеты, такие как: 1) отраслевая структура экономики; 2) отраслевая структура промышленности и ее трансформация в результате третьей и четвертой промышленной революции; 3) цифровизация экономической деятельности; 4) отраслевые и территориальные инвестиционные проекты; 5) инфраструктурная обеспеченность; 6) уровень урбанизации, системы городского и сельского расселения; 7) образованность населения; 8) демографические изменения; 9) доходы и потребительское поведение. Географические исследования качества жизни на уровне страны, субъектов страны, городской и сельской местности, районов города, муниципальных образований актуальны для выявления территориальной неоднородности в пространстве и во времени. Исследование направлено на выявление пространственно-временной динамики субъектов РФ по ряду показателей, отражающих главные аспекты качества жизни. Предложенная методика позволяет проводить территориальное изучение динамики субъектов страны по социально-географическим и экономико-географическим аспектам за разные периоды времени, анализировать позитивные и негативные тенденции пространственного развития страны на уровне субъектов страны.

Ключевые слова: интегральный показатель динамики качества жизни населения, цифровизация, промышленная революция, занятость, территориальное неравенство

**SPACE-TIME DYNAMICS OF QUALITY OF LIFE OF THE POPULATION
OF SUBJECTS OF THE RUSSIAN FEDERATION****Faronova Yu.V., Akhunov A.R., Telnova T.P.***Bashkir State University, Ufa, e-mail: faronova2012@mail.ru*

Quality of life is a multidimensional category. The quality of life encompasses emotional, physical, material, social well-being, which is projected on an individual and social level. The World Health Organization recommends using the following criteria for quality of life assessment tools: 1) physical health; 2) psychological health; 3) level of independence; 4) social inclusion; 5) environment; 6) spirituality. In the EU countries, 9 main areas are identified that are used to assess development effectiveness and with the goal of territorial management of socio-economic development. In the conditions of territorial socio-economic heterogeneity of living conditions of the population and the increasing role of the digital economy, it is important to take into account classical and modern priorities: 1) the sectoral structure of the economy; 2) the industrial structure of industry and its transformation as a result of the third and fourth industrial revolution; 3) digitalization of economic activity; 4) industry and territorial investment projects; 5) infrastructure security; 6) the level of urbanization, urban and rural settlement systems; 7) education of the population; 8) demographic changes; 9) income and consumer behavior. Geographical studies of the quality of life at the level of the country, subjects of the country, urban and rural areas, city districts, municipalities are relevant for identifying territorial heterogeneity in space and time. The study is aimed at identifying the spatio-temporal dynamics of the constituent entities of the Russian Federation by a number of indicators reflecting the main aspects of quality of life. The proposed methodology allows for a territorial study of the dynamics of the country's subjects on the socio-geographical and economic-geographical aspects for different periods of time, to analyze the positive and negative trends in the spatial development of the country at the level of the country's subjects.

Keywords: integral indicator of the dynamics of the quality of life of the population, digitalization, industrial revolution, employment, territorial inequality

Качество жизни представляет собой многоаспектную категорию. Научные исследования качества жизни связаны с анализом социальных показателей и были обусловлены негативными последствиями социального неравенства [1]. Качество жизни – это категория, охватывающая позитивные и негативные аспекты общественной жизни в динамичном состоянии; включает

физическое здоровье, психологическое состояние, уровень экономической и иной независимости, семейное положение, образование, богатство и бедность, религиозные убеждения, оказание услуг, транспортную активность, занятость, социальные отношения, жилье, окружающую среду, культурные ценности, личные ожидания [2]. Всемирная организация здравоохранения рекомендует

для оценки качества жизни использовать критерии: 1) физическое здоровье (заболеваемость, продолжительность сна и отдыха); 2) психологическое здоровье (обучение, мышление, самооценка, внешний вид, положительные и негативные эмоции); 3) уровень независимости (работоспособность, мобильность, активность, зависимость от медпомощи и лекарственных средств); 4) социальная включенность (личные и общественные отношения); 5) окружающая обстановка: финансово-экономическая (финансовые ресурсы), социальная (безопасность), транспортная (транспортная обеспеченность), медицинская (доступность услуг здравоохранения), образовательная (условия приобретения актуальных навыков), досуговая (доступность к услугам организации свободного времени), энвайронментальная (климатические особенности, антропогенное загрязнение); 6) духовность, религиозная принадлежность, личные убеждения [3]. В странах ЕС определены основные области, отражающие качество жизни: 1) материальные условия жизни (доходы, потребление); 2) вид экономической деятельности; 3) здоровье; 4) образование; 5) досуг и социальные взаимодействия; 6) экономическая безопасность и физическая безопасность; 7) управление и основные права; 8) естественная и жизненная среда; 9) общий жизненный опыт [4].

В условиях территориальной социально-экономической неоднородности условий жизни населения актуально учитывать следующие аспекты качества жизни населения: 1) особенности отраслевой структуры экономики субъекта страны, влияющие на экономическое благополучие населения, миграционную подвижность, рынок труда; 2) отраслевую структуру промышленности и ее трансформацию в результате третьей и четвертой промышленной революции. Третья промышленная революция означает формирование инновационного технологического подхода в организации труда во многих секторах экономики, включая добывающую и обрабатывающую индустрию, энергетику, транспорт, торговлю, туризм, образование, здравоохранение. Четвертая промышленная революция как результат отраслевого и территориального распространения цифровизации сфер деятельности преобразует образовательные, промышленные, управленческие системы стран мира, воздействует на трудовой потенциал и производительность труда [5, с. 494]; 3) цифровизацию экономической деятельности,

которая сводится к включению данных и Интернета в производственные процессы и продукты, в новые формы потребления домохозяйств, в работу правительства, в накопление основного капитала, в формирование трансграничных потоков информации и финансов. В узком понимании означает онлайн-платформы и виды деятельности, которые обязаны своим существованием таким платформам (экономика и виды деятельности по совместному использованию ресурсов, в том числе аренда недвижимости, автомобилей; услуги по трудоустройству; совместное финансирование; краудсорсинговые платформы; кредитные платформы; мобильные деньги; поисковые запросы; мультимедиа; электронная коммерция). Цифровизация в также означает распространение «интернет-экономики» в форме интернет-магазинов, онлайн-услуг (цифровые заказы, цифровые платежи, цифровая доставка услуг, электронное обучение) и связанных с Интернетом услуг ИКТ (издание программного обеспечения, телекоммуникации, компьютерное программирование, обработка данных); 4) отраслевые и территориальные инвестиционные проекты, направленные на точечное или повсеместное социально-экономическое преобразование; 5) инфраструктурная насыщенность. Комфортные условия жизнедеятельности означают наличие объектов социальной, финансово-экономической, экологической, транспортной, коммуникационной инфраструктуры в соответствии с нормативными или необходимыми для инклюзивного развития уровнями обеспеченности; 6) уровень урбанизации и система городского, система сельского расселения [6, с. 182]. Современные территориальные взаимосвязи населенных пунктов определяют их притягательность для концентрации профессиональных, общественных, инновационных, творческих видов взаимодействия [7, с. 117].

Географические исследования качества жизни актуальны для выявления неоднородности качества жизни в разрезе разных территориальных уровней: страна, субъекты страны, городская и сельская местности, районы города, муниципальные образования. Чем выше степень неоднородности качества жизни, тем выше экономические, социальные, миграционные, политические риски, поэтому управленческие решения важно основывать на понимании актуальности регулирования качества жизни в территориальном разрезе [8, с. 127]. Географические исследования позволяют вы-

явить динамику субъектов по качеству жизни в разные периоды времени, определить траекторию территориального социально-экономического развития как условия формирования того или иного качества жизни населения.

Цель исследования заключается в выявлении пространственно-временной динамики качества жизни субъектов РФ, в ответе на вопросы: «Какие тенденции в изменении качества жизни населения субъектов РФ

сформировались к 2000 г., к 2008 г., к 2017 г. по сравнению с базовым 1990 г.?», «Какие тенденции в изменении качества жизни населения субъектов РФ сформировались к 2017 г. по сравнению с 2000 г., по сравнению с 2008 г.?»

Материалы и методы исследования

Предлагается рассчитать интегральный показатель динамики качества жизни (ИДКЖ) населения по формуле:

$$I = \sqrt[7]{\left(\frac{K}{K1}\right) * \left(\frac{K}{K2}\right) * \left(\frac{K}{K3}\right) * \left(\frac{K}{1/K4}\right) * \left(\frac{K}{K5}\right) * \left(\frac{K}{K6}\right) * \left(\frac{K}{K7}\right)},$$

где I – интегральный показатель динамики качества жизни населения за период времени t_2-t_1 ;

K – коэффициент роста/сокращения населения за период времени t_2-t_1 ;

$K1$ – коэффициент роста/сокращения среднедушевых денежных доходов (\$/человека) за период времени t_2-t_1 ;

$K2$ – коэффициент роста/сокращения количества занятых в экономике (тыс. человек) за период времени t_2-t_1 ;

$K3$ – коэффициент роста/сокращения жилищной обеспеченности в расчете на 1 человека за период времени t_2-t_1 ;

$K4$ – коэффициент роста/сокращения контингента больных злокачественными образованиями в расчете на 100 тыс. человек за период времени t_2-t_1 ;

$K5$ – коэффициент роста/сокращения количества погибших в дорожно-транспортных происшествиях в расчете на 100 тыс. человек за период времени t_2-t_1 ;

$K6$ – коэффициент роста/сокращения количества студентов вузов в расчете на 100 тыс. человек за период времени t_2-t_1 ;

$K7$ – коэффициент роста/сокращения общего коэффициента смертности населения (‰) за период времени t_2-t_1 .

Интерпретация полученных результатов. Коэффициент менее 1 означает, что качество жизни населения в субъекте РФ улучшилось за период времени t_2-t_1 . Коэффициент более 1 означает, что качество жизни населения в субъекте РФ ухудшилось за период времени t_2-t_1 .

Результаты исследования и их обсуждение

По итогам вычисления были получены интегральные показатели динамики уровня жизни населения субъектов РФ за 1990–

2000 гг., 1990–2008 гг., 1990–2017 гг., 2000–2017 гг., 2008–2017 гг. Данные показатели можно применять для оценки динамики качества жизни населения субъекта РФ за определенный период времени.

Полученные результаты свидетельствуют об ухудшении качества жизни населения к 2000 г. по сравнению с базисным 1990 г., так как в 76 субъектах интегральный показатель качества жизни был более 1. Только в семи субъектах страны (Еврейская АО, Адыгея, Карачаево-Черкессия, Мурманская область, Москва, Саха (Якутия), Ненецкий АО) данный показатель был менее 1. Качество жизни населения субъектов РФ кардинально улучшилось к 2008 г. по сравнению с 1990 г. только в пяти субъектах (Ленинградская область, Тыва, Ямало-Ненецкий и Ханты-Мансийский АО, Ингушетия) – интегральный показатель качества жизни был более 1. Качество жизни населения девяти субъектов РФ в 2017 г. по сравнению с 1990 г. стало хуже, чем в 2008 г. В этих субъектах (Москва, Ямало-Ненецкий АО, Северная Осетия – Алания, Республика Алтай, Ханты-Мансийский АО, Тыва, Тюменская область, Дагестан, Ингушетия) ИДКЖ за 1990–2017 гг. был более 1. Субъекты РФ с ИДКЖ не менее 1,00 отражены на рис. 1–3.

Субъекты РФ с ИДКЖ менее 1 при ранжировании за период 2008–2017 гг. отражены на рис. 4 и 5.

Сравнение качества жизни населения субъектов РФ в 2017 г. с 2000 г. и с 2008 г. отражает тенденцию ухудшения качества жизни населения после 2008 г. Интегральный показатель качества жизни был 1 и более за 2000–2017 гг. только в Москве, за период 2008–2017 гг. – в 51 субъекте РФ.

Ухудшение качества жизни за 2008–2017 гг. произошло в субъектах РФ, в составе которых представлены города-миллионеры. Это Свердловская, Ростовская, Воронежская, Волгоградская области, Пермский край, Челябинская область, Республики Башкортостан и Татарстан, Красноярский край, Самарская, Новосибирская области. Субъекты Центрального федерального округа с ухудшением качества жизни населения за 2008–2017 гг. – это Ярославская, Белгородская,

Липецкая, Калужская, Московская области, Москва. Субъекты Северо-Западного ФО с ухудшением качества жизни населения за 2008–2017 гг. – Вологодская область, Ненецкий АО, Архангельская, Ленинградская области, Коми, Калининградская область, Карелия, Мурманская область. Субъекты Южного ФО с ухудшением качества жизни населения за 2008–2017 гг. – это Калмыкия, Ростовская, Волгоградская области, Адыгея, Краснодарский край.

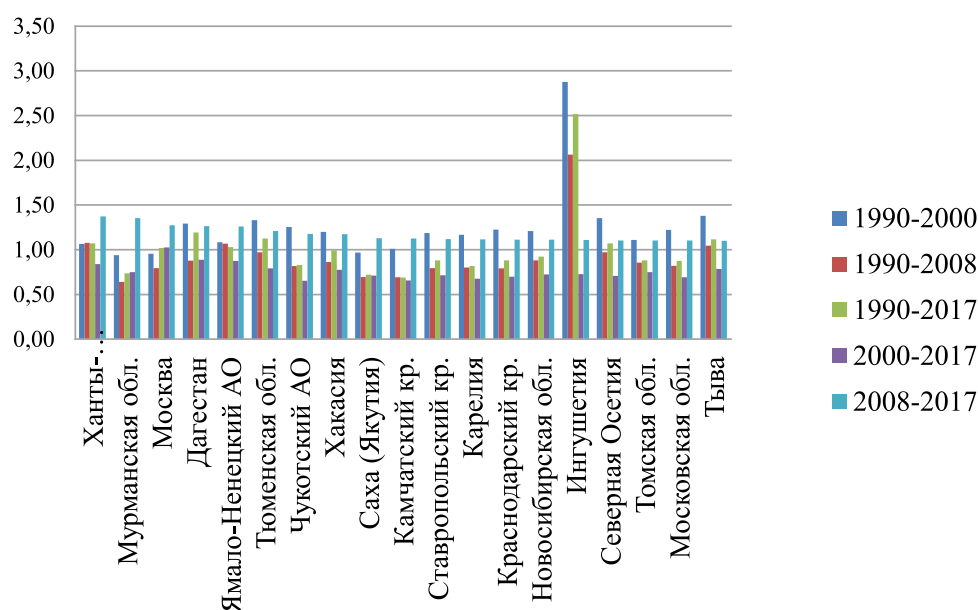


Рис. 1. Субъекты РФ с ИДКЖ от 1,37 до 1,10 при ранжировании субъектов страны за период с 2008 г. по 2017 г.

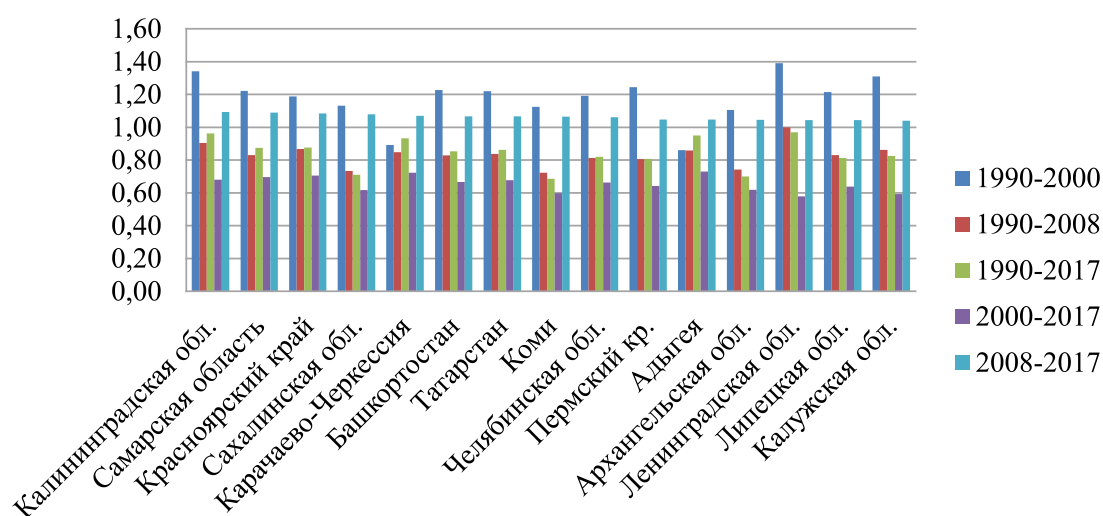


Рис. 2. Субъекты РФ с ИДКЖ от 1,09 до 1,04 при ранжировании субъектов страны за период с 2008 г. по 2017 г.

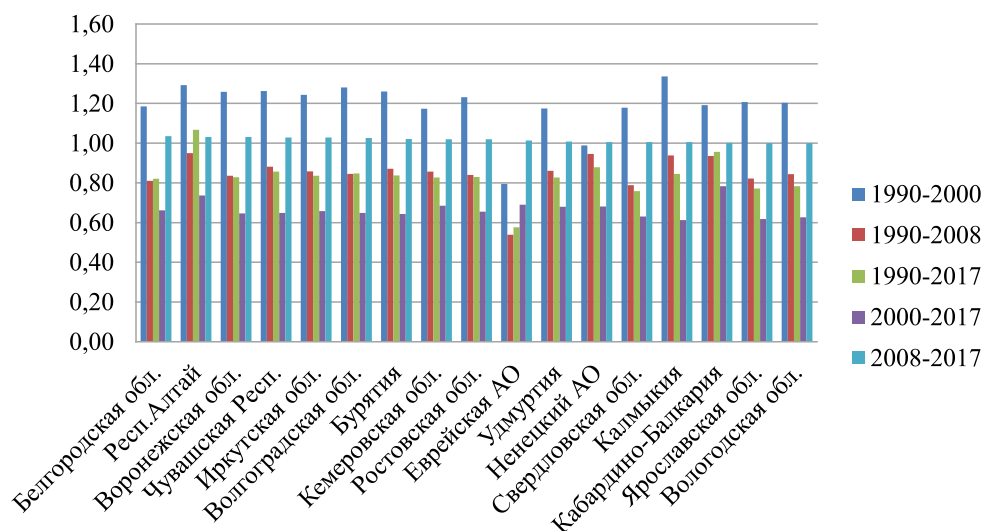


Рис. 3. Субъекты РФ с ИДКЖ от 1,03 до 1,00 при ранжировании субъектов страны за период с 2008 г. по 2017 г.

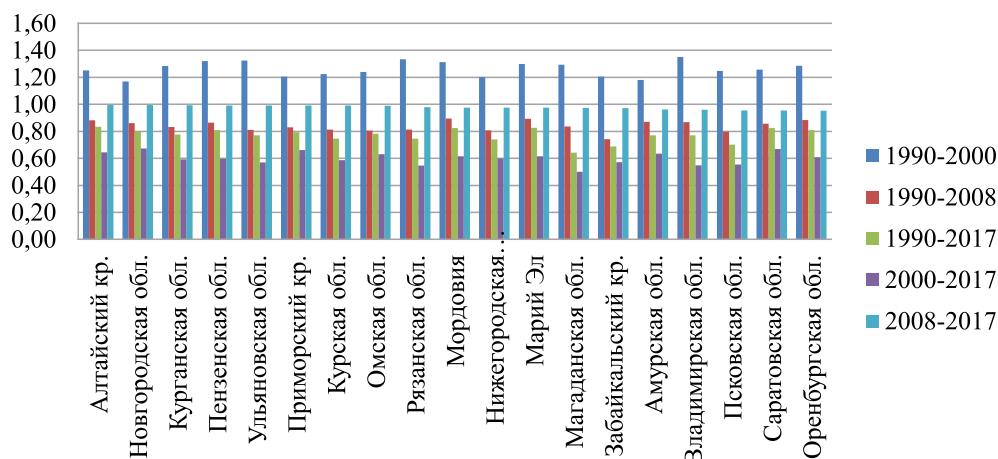


Рис. 4. Субъекты РФ с ИДКЖ от 0,99 до 0,95 при ранжировании за 2008–2017 гг.

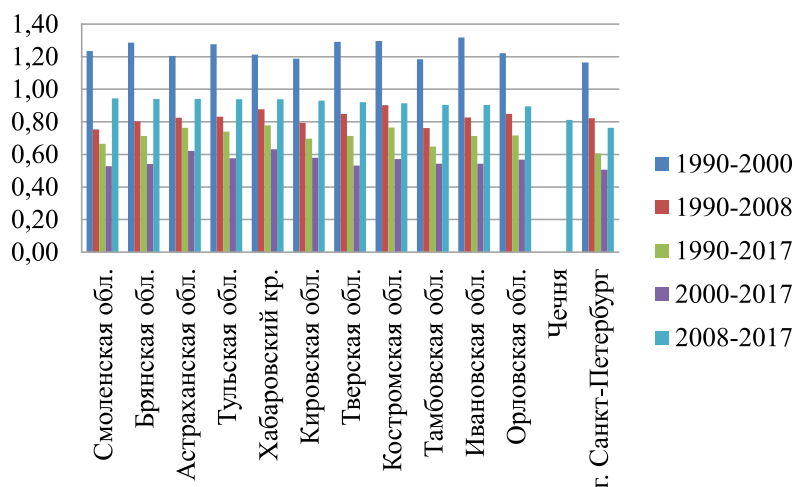


Рис. 5. Субъекты РФ с ИДКЖ от 0,94 до 0,76 при ранжировании за 2008–2017 гг.

Субъекты Северо-Кавказского ФО с ухудшением качества жизни населения за 2008–2017 гг. – это Кабардино-Балкария, Карачаево-Черкесия, Северная Осетия – Алания, Ингушетия, Ставропольский край, Дагестан. Субъекты Приволжского ФО с ухудшением качества жизни населения за 2008–2017 гг. – это Удмуртия, Чувашия, Пермский край, Башкортостан и Татарстан, Самарская область. Субъекты Уральского ФО с ухудшением качества жизни населения за 2008–2017 гг. – это Свердловская, Челябинская области, Ямало-Ненецкий и Ханты-Мансийский АО. Субъекты Сибирского ФО с ухудшением качества жизни населения за 2008–2017 гг. – это Кемеровская область, Бурятия, Иркутская область, Республика Алтай, Красноярский край, Томская область, Тыва, Новосибирская область, Хакасия. Субъекты Дальневосточного ФО с ухудшением качества жизни населения за 2008–2017 гг. – это Еврейская АО, Сахалинская область, Камчатский край, Республика Саха (Якутия), Чукотский АО. В рейтинг субъектов с негативными тенденциями качества жизни вошла Москва. В соответствии с данной методикой причиной такой ситуации стали более высокие темпы роста населения города по сравнению с темпами роста обеспеченности жильем, по сравнению с темпами роста доходов населения, по сравнению с темпом роста обеспеченности студентами, а также темпы роста больных злокачественными новообразованиями, которые опережали темп роста населения. Для всех субъектов РФ за период с 2008 по 2017 гг. негативным проявлением качества жизни стала ситуация с ростом контингента больных злокачественными новообразованиями. Проблемными аспектами качества жизни также явилась ситуация во всех субъектах страны (за исключением Санкт-Петербурга) с накоплением образовательного потенциала, так как субъекты РФ характеризовались сокращением обеспеченности студентами вузов.

Выводы

Апробированная методика позволяет проводить изучение динамики качества

жизни населения субъектов страны за разные периоды времени, анализировать позитивные и негативные тенденции социально-экономического развития на уровне субъектов страны, а также территориальные различия качества жизни населения.

Список литературы / References

1. Crispin Jenkinson. Quality of life. Encyclopædia Britannica. 2016. May 10. [Electronic resource]. URL: <https://www.britannica.com/topic/quality-of-life> (date of access: 25.02.2020).
2. Quality Of Life: Everyone Wants It, But What Is It? IESE Business School. Forbes. 2013. Sep. 4. [Electronic resource]. URL: <https://www.forbes.com/sites/iese/2013/09/04/quality-of-life-everyone-wants-it-but-what-is-it/#769308a3635d> (date of access: 25.02.2020).
3. The Structure of the WHOQOL-100. World Health Organization. [Electronic resource]. URL: <https://www.who.int/healthinfo/survey/whoqol-qualityoflife/en/index4.html> (date of access: 25.02.2020).
4. Quality of life indicators – measuring quality of life. Eurostat. [Electronic resource]. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Quality_of_life_indicators_-_measuring_quality_of_life (date of access: 25.02.2020).
5. Фаронова Ю.В. Занятость населения и территориальные проекты регулирования социально-экономического развития субъектов РФ // Доклады Башкирского университета. 2019. Т. 4. № 5. С. 494–501. DOI: 10.33184/dokbsu-2019.5.6.
6. Faronova Yu.V. Employment and territorial projects for regulating the socio-economic development of the constituent entities of the Russian Federation // Doklady Bashkirskogo universiteta. 2019. V. 4. № 5. P. 494–501 (in Russian).
7. Сафиуллин Р.Г. Геодемографический фактор развития регионов России: реальность и перспективы // Фундаментальные исследования. 2019. № 12–1. С. 181–185. DOI: 10.17513/fr.42644.
8. Safiullin R.G. Geodemographic factor of development of Russian regions: reality and prospects // Fundamental Research. 2019. № 12–1. P. 181–185 (in Russian).
9. Сафиуллин Р.Г., Сафиуллина Р.М., Ибрагимова З.Ф. Проблемы эволюции города-миллионера и территориальные предпочтения населения (на примере г. Уфы) // Успехи современного естествознания. 2017. № 3. С. 117–121.
10. Safiullin R.G., Safiullina R.M., Ibragimova Z.F. Problems of the evolution of a millionaire city and territorial preferences of the population (for example, Ufa) // Advances in current natural sciences. 2017. № 3. P. 117–121 (in Russian).
11. Тельнова Т.П., Раскина Л.Н. Специфика регионального изучения качества жизни населения // Актуальные проблемы технических, природных и гуманитарных наук: материалы международной научно-технической конференции (г. Уфа, 20 ноября 2014 г.). Уфа: УГНТУ, 2014. С. 125–128.
12. Telnova T.P., Raskina L.N. The specifics of the regional study of the quality of life of the population // Aktual'nye problemy texnicheskix, estestvennyx i gumanitarnyx nauk: materialy mezhdunarodnoj nauchno-texnicheskoj konferencii (g. Ufa, 20 noyabrya 2014 g.). Ufa: UGNTU, 2014. P. 125–128 (in Russian).

УДК 550.93:551.21:551.781

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ВОЗРАСТЕ ВУЛКАНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ КАЙНОЗОЙСКИХ РИФТОГЕННЫХ ВПАДИН ВОСТОЧНОГО СИХОТЭ-АЛИНЯ

Чашин А.А., Попов В.К., Будницкий С.Ю., Чашин С.А., Ноздрачев Е.А.*ФГБУН «Дальневосточный геологический институт» Дальневосточного отделения
Российской академии наук, Владивосток, e-mail: achashchin@mail.ru*

В статье приведены результаты геохронологического изучения (К/Аг метод) пород базальт-андезит-дацитовой (кузнецовская свита) и дацит-риолитовой (кедровская толща) серий, распространенных в пределах двух кайнозойских рифтогенных впадин Восточного Сихотэ-Алиня – Кедровской и Пейской. Целью исследований было уточнить временной интервал формирования эффузивных пород Кедровской и Пейской впадин, традиционно относимых в большинстве публикаций к кузнецовской свите и кедровской толще. Полученные новые К/Аг датировки для вулканогенных образований кузнецовской свиты и кедровской толщи, выполняющих Кедровскую рифтогенную впадину, свидетельствуют, что основная стадия активного вулканизма в пределах этой структуры продолжалась в течение примерно 11 млн лет – от 53 до 42 млн лет назад. Установлено, что возраст вулканитов кузнецовской свиты здесь соответствует нижнему и среднему эоцену. Ранее их возраст рассматривался как палеоцен-эоценовый. Возраст пород кедровской толщи, согласно К-Аг и U/Pb датировкам, здесь соответствует среднему эоцену, что не расходится с существующими представлениями. Определено, что формирование магматических образований, отнесенных в пределах Пейской впадины к кузнецовской свите и кедровской толще, происходило в течение короткого интервала времени ~ 4 млн лет (35–32 млн лет), и характеризовалось синхронным извержением вулканитов основного и кислого состава. Согласно полученным геохронологическим данным, возраст изученных вулканитов Пейской впадины отвечает верхнему эоцену – нижнему олигоцену, что не согласуется с существующими на сегодняшний день представлениями о возрасте рассматриваемых пород (палеоцен-эоцен и соответственно эоцен). Высказано предположение о возможном проявлении в кайнозойских рифтогенных впадинах центрального звена Восточного Сихотэ-Алиня двух этапов проявления базальт-риолитового вулканизма – ранне-среднеэоценового (53–40 млн лет) и позднеэоцен-олигоценного (35–32 млн лет).

Ключевые слова: Восточный Сихотэ-Алинь, рифтогенные впадины, К-Аг датирование

NEW DATA ON THE AGE OF VOLCANIC COMPLEXES FROM THE CENOZOIC RIFT BASINS OF THE EASTERN SIKHOTE-ALIN

Chashchin A.A., Popov V.K., Budnitskiy S.Yu., Chashchin S.A., Nozdrachev E.A.*Far East Geological Institute of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences,
Vladivostok, e-mail: achashchin@mail.ru*

The K-Ar dating of basalt-andesite-dacite and dacite-rhyolite groups of rocks from the Kedrovka and Peysa rift basins of the Sikhote-Alin yielded insights into formation interval of these effusive rocks commonly referred in the majority of publications to the Kuznetsovskaya formations and Kedrovskaya strata, respectively. Geochronological study of the volcanic rocks from the Kedrovka rift basin has revealed that the main stage of volcanic activity within the structure continued throughout 11 million years approximately, namely from 53 to 42 Ma. The refined age for volcanics of the Kuznetsovskaya formation corresponds to the early and middle Eocene, rather than to the Paleocene-Eocene as was thought earlier. The middle Eocene age determined for the volcanic rocks of the Kedrovskaya strata is in accordance with the existing notion. With regard to the Peysa rift basin, the geochronological data evidence that magmatic activity here persisted for merely 4 million years (35–32 Ma) and was characterized by synchronous extrusion of basic and acidic lava flows. The age of these volcanics was determined as the late Eocene – early Oligocene which disaccords with the currently accepted ages: Paleocene-Eocene for the Kuznetsovskaya formation and Eocene for the Kedrovskaya strata. Therefore, the authors theorize about two stages of the basalt-rhyolite volcanism for the Cenozoic rift basins of the central link of the Sikhote-Alin – early-middle Eocene (53–40 Ma) and late Eocene-Oligocene (35–32 Ma).

Keywords: Eastern Sikhote-Alin, rift basins, K-Ar dating

В свете новейших геодинамических построений тектоническая перестройка восточной окраины Азии в палеогеновый период происходила в обстановке скольжения (трансформного взаимодействия) Тихоокеанской и Евразийской литосферных плит [1–3]. На континентальной окраине Япономорского бассейна в это время в результате развития сдвигов в режиме транстенсии (сдвиг с растяжением)

сформировались многочисленные зоны растяжения – рифтогенные впадины типа пулл-апарт [4], с присущими им процессами вулканизма и осадконакопления. На территории Приморья и Приамурья подобные депрессионные структуры выделены в Хасано-Амурский ареал рифтогенных впадин [1], который протягивается от Краскинской и Пойменной впадин (юго-западное Приморье) до Бухтынской

и Масловской в приустьевой части Амура. Геологическое развитие впадин сопровождалось многократными синхронными процессами кайнозойского вулканизма, осадко- и угленакопления.

Наиболее масштабно палеогеновый вулканизм проявился в рифтогенных впадинах северного (Белогорская, Бухтынская, Масловская), центрального (Кедровская, Светловоднинская, Максимовская, Пейская и др.) и южного (Зеркальненская, Крестовская, Ванчинская) звеньев Восточного Сихотэ-Алиня. Согласно существующим представлениям, для начального этапа развития (эоцен-олигоцен) вышеперечисленных структур растяжения характерно проявление бимодального (базальт-риолитового) вулканизма, на смену которому в дальнейшем (позднемиоцен-плиоцен) приходит преимущественно базальтовый вулканизм [1; 3].

Несмотря на детальное геолого-петрологическое изучение эоцен-олигоценного вулканизма Восточного Сихотэ-Алиня, проведенное в 80-е годы XX века [5; 6], многие важные вопросы стратиграфии и хронологии, включая взаимоотношения между вулканогенными и вулканогенно-осадочными отложениями, заполняющими эти впадины, остаются по-прежнему актуальными из-за отсутствия по ним прецизионных геохронологических датировок. Чтобы хоть немного восполнить этот пробел, нами было выполнено геохронологическое исследование пород базальт-андезит-дацитов (кузнецовская свита (комплекс)) и дацит-риолитовой (кедровская толща (комплекс)) серий, широко развитых в пределах двух рифтогенных впадин Восточного Сихотэ-Алиня: Кедровской и Пейской (рисунок). Цель исследования: определить более точное время формирования магматических образований кузнецовского и кедровского комплексов, встречающихся в пределах Кедровской и Пейской рифтогенных впадин, что позволит в дальнейшем уточнить пространственно-временную схему проявления кайнозойского вулканизма на территории Восточного Сихотэ-Алиня.

Краткая геологическая характеристика объектов исследования

Кедровская рифтогенная впадина географически находится в пределах восточного склона Сихотэ-Алинского хребта в приводораздельной части рек Соболевка и Кузнецова. Она приурочена к Бурматов-

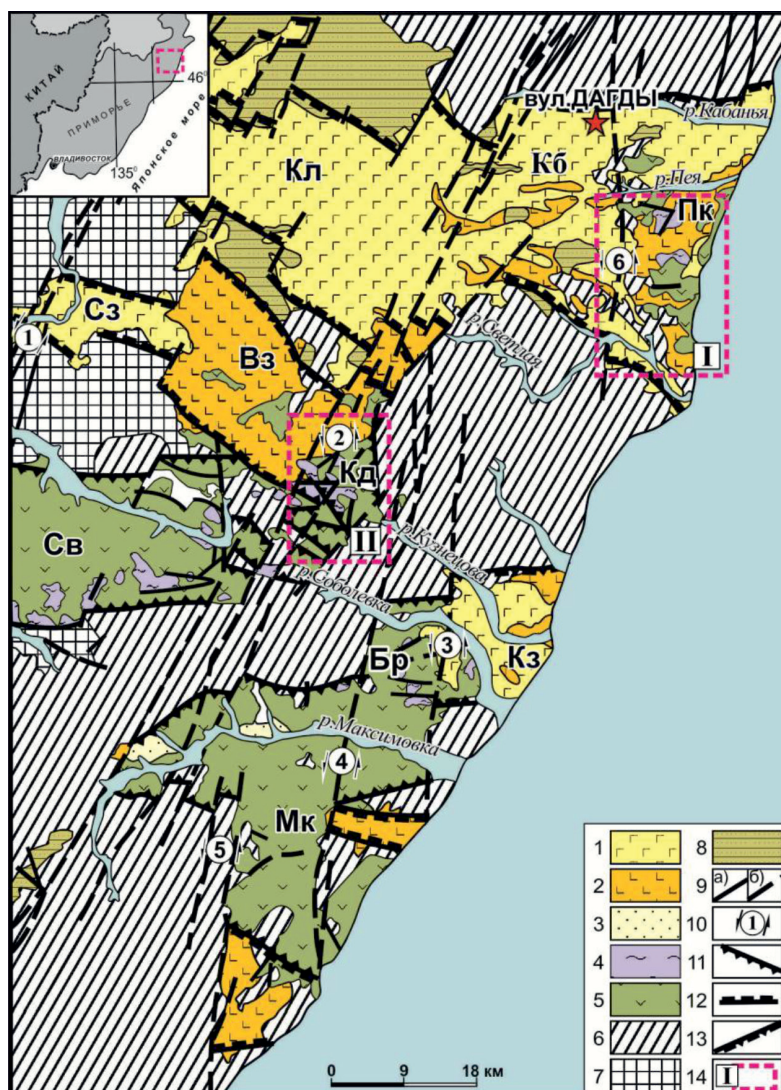
ской сдвиговой зоне северо-восточного простирания, протяженность которой достигает более чем 200 км.

В основании впадины залегают нижнемеловые осадочные отложения Кемского террейна и позднемеловые и палеоценовые магматические комплексы Восточно-Сихотэ-Алинского вулканического пояса. Выполнена впадина базальтами, андезитами кузнецовской свиты (палеоцен – раннеэоценовый) и кислыми эффузивами, главным образом риолитового состава, кедровской толщи (эоцен). На северо-западе впадина перекрыта толщей покровных базальтоидов кизинской свиты (ранний-средний миоцен).

Согласно геологическим данным, для вулканогенных образований кузнецовской свиты, выполняющей рассматриваемую впадину, присуща антидромная направленность извержений. Это хорошо проявлено в наиболее изученном типовом разрезе вулканитов свиты, расположенном в устье руч. Кедрового (правый приток р. Кузнецова). Основание разреза здесь сложено лавами андезитов, выше которых залегает пачка переслаивающихся потоков лав андезитов и базальтов. Завершает разрез покров базальтов [5]. Отметим, что возраст кузнецовской свиты в пределах Кедровской впадины определен как палеоцен – раннеэоценовый на основании прежде всего геологических данных.

В целом для структуры характерен преимущественно кислый вулканизм, который нередко носил эксплозивный характер, о чем свидетельствует широкое распространение во впадине пирокластических отложений (кедровская толща). Завершился вулканизм впадины извержением трахидацитов, которые сформировали небольшие лавовые покровы и экструзивные тела. Изотопно-геохронологические данные для пород кедровской толщи рассматриваемой впадины в настоящее время практически отсутствуют.

Пейская впадина расположена на западном побережье Татарского пролива в междуречье Светлой и Пеи. Большая часть депрессии скрыта водами Японского моря. Западный фланг депрессии ограничен Светлинской сдвиговой зоной, а её восточной границей, по-видимому, является зона Берегового разлома. В тектоническом отношении впадина представляет собой сложную кольцевую грабен-кальдеру, возникшую в зоне сопряжения S-образных присдвиговых впадин.



Геолого-структурная схема центральной части Восточного Сихотэ-Алиня по [5].

- 1 – поздний миоцен, совгаванский комплекс, базальты субщелочные и щелочные;
 2 – ранний-средний миоцен, кизинский комплекс, базальты, андезибазальты и андезиты;
 3 – олигоцен, максимовская свита, песчаники, туфопесчаники, опоки, угли; 4 – эоцен, кедровский комплекс, липариты, липарито-дациты, туфы липаритов, опоки, туфопесчаники;
 5 – палеоцен–эоцен, кузнецовский комплекс, базальты, андезиты, дациты, их туфы, туфопесчаники, туфоалевролиты; 6 – поздний мел, приморский, самаргинский вулканоплутонические комплексы, нерасчлененные; 7–8 – ранний мел: терригенные (7) и вулканогенно-терригенные (8) отложения; 9 – главные разломы сдвиговых зон: а – установленные, б – предполагаемые; 10 – сдвиговые зоны первого порядка: 1 – Восточная, 2 – Бурматовская, второго порядка: 3 – Буреминская, 4 – Максимовская, 5 – Амгинская, 6 – Светлинская; 11 – палеогеновые сквозные зоны растяжения; 12 – неогеновые сквозные зоны растяжения; 13 – зоны растяжения длительного развития; 14 – район работ: I – Кедровская впадина, II – Пейская впадина.
 Буквенные обозначения впадин: Св. – Светловоднинская, Мк – Максимовская, Кд – Кедровская, Кб – Кабанья, Гр – Гранатовая, Сз – Среднезевинская, Кл – Килоуская, Кз – Кузнецовская, Пк – Пейская, Вз – Верхнезевинская, Бр – Буреминская

Фундамент впадины слагают нижнемеловые осадочные образования Кемского террейна, а также перекрывающие их позднемеловые магматические комплексы

Восточно-Сихотэ-Алинского вулканического пояса. Впадина выполнена преимущественно вулканогенными образованиями и крайне незначительно осадочными отло-

жениями. Первые из них представлены лавами базальтов и андезитов кузнецовской свиты и кислыми эффузивами (дацитами, риолитами) кедровской толщи, а также залегающими на них базальтоидами кизинской свиты, которые образуют обширные лавовые поля, перекрывающие большую часть впадины. Наряду с ними на северном и западном фланге Пейской впадины фрагментарно развиты оливиновые базальты совгаванской свиты (поздний миоцен). Что касается осадочных отложений, выполняющих впадину, то они представлены небольшими по площади выходами олигоценых алевролитов с прослоями туфопесчаников и туфогравелитов (максимовская свита).

Особенностью развития эоценового вулканизма в пределах описываемой структуры является одновременное проявление кислого и основного вулканизма, о чем свидетельствуют геологические данные. Так, в разрезах береговых обнажений к югу от устья р. Пея наблюдается переслаивание андезитов и андезибазальтов кузнецовской свиты с лавами и туфами риолитового состава кедровской толщи. Изотопные данные по возрасту вулканогенных образований, относимых к кузнецовской свите и кедровской толще Пейской впадины, на сегодняшний день отсутствуют. Их возраст определен на основании геологических данных как палеоцен – ранний эоценовый и соответственно эоценовый.

Материалы и методы исследования

Изотопно-геохронологическое изучение эффузивных пород кузнецовской свиты и кедровской толщи было выполнено на основе имеющейся в распоряжении авторов статьи коллекции геологических образцов, собранной в результате многолетних исследований палеогенового вулканизма в рифтогенных впадинах Приморья.

Определение возрастов вулканитов проводилось с использованием метода К-Аг изотопного датирования по валовым пробам, а также мономинеральным фракциям биотита и амфибола. Минералы были получены в результате электромагнитной сепарации и последующей ручной отборки под бинокляром. Отметим, что для датирования пород нами отбирались образцы, которые не имели явных признаков вторичных изменений.

Основной объем К-Аг датировок по «валовому» составу и мономинеральным пробам был получен в лаборатории аналитической химии ДВГИ ДВО РАН

(г. Владивосток). Датирование пород проводилось с помощью нового экспрессного К/Аг метода, позволяющего датировать образцы из микронавесок [7; 8]. По этой методике весь процесс выделения, сбора, очистки и измерения аргона осуществлялся в потоке сверхчистого гелия. Для выделения аргона из образцов использовали CO_2 лазер (10,6 мкм). Изотопный состав аргона измерялся на масс-спектрометре Finnigan MAT-253 (Thermo Scientific). Содержание калия в образцах определяли методом атомно-эмиссионной спектроскопии на спектрометре iCAP 7600 Duo.

Помимо этого, часть определений абсолютного возраста была выполнена К-Аг методом по «валовому» составу пород в лаборатории изотопной геохимии и геохронологии ИГЕМ РАН (г. Москва). Содержание радиогенного ^{40}Ar в образцах определялось на масс-спектрометре МИ-1201 ИГ (СЭЛМИ, Украина) методом изотопного разбавления с моноизотопом ^{38}Ar в качестве трассера; определение калия – методом пламенной спектроскопии. При расчете возраста использовались общепринятые значения констант [9]: $\lambda = 0,581 \cdot 10^{-10} \text{ год}^{-1}$, $\lambda = 4,962 \cdot 10^{-10} \text{ год}^{-1}$, $^{40}\text{K} = 0,01167 \text{ (ат \%)}.$

Результаты исследований и их обсуждение

Для геохронологических исследований эффузивных образований кузнецовской свиты, распространенных в пределах Кедровской впадины, нами были взяты образцы вулканитов из типового разреза эффузивов свиты, находящегося в устье ручья Кедрового, а также образец андезитов, слагающих постройку Соболевского палеовулкана, расположенного на юго-западном фланге структуры.

Согласно полученным К-Аг изотопным данным, андезиты, залегающие в нижней части разреза, имеют изотопный возраст $53,4 \pm 1,5$ млн лет, а андезиты и андезибазальты, взятые выше по разрезу, – $45,1 \pm 1,2$ млн лет и соответственно 47 ± 2 млн лет. Возраст оливиновых базальтов, завершающих разрез лавовой толщи, составляет $42,5 \pm 1,5$ млн лет. Сопоставимый с ними возраст имеют андезибазальты, развитые в верховьях ручья Кедрового, – $43,3 \pm 1,1$ млн лет. Изотопный возраст андезитов Соболевского палеовулкана, полученный нами по «валовому» составу К-Аг методом, составляет $48,2 \pm 1,5$ млн лет, что в целом соответствует времени формирования вулканитов нижней части разреза кузнецовской свиты.

Исходя из вышеизложенного, а также имеющихся геологических данных, можно утверждать, что для вулканических пород кузнецовского комплекса Кедровской впадины характерна антидромная последовательность извержений. Последняя выражена в дискретной, но направленной смене снизу-вверх по разрезу умеренно-кислых лав (андезиты) на более основные разности вулканитов. В целом же полученные новые К-Аг данные указывают на несколько более молодой возраст эффузивов кузнецовской свиты – 53,4–42,5 млн лет (нижний-средний эоцен), чем ранее предполагавшийся – палеоцен-эоценовый.

Для оценки К-Аг возраста вулканитов кедровской толщи, слагающих одноименную впадину, нами была отобрана серия образцов из различных частей покрова стекловатых трахидацитов, закартированного в верховьях ручья Кедрового, и один образец из лавового потока флюидальных липаритов, расположенного на юго-западном фланге впадины.

Датирование трахидацитов было проведено с использованием монофракции биотита и основной массы, очищенной от минералов. В соответствии с полученными данными значения К-Аг возраста трахидацитов по четырем мономинеральным пробам биотита лежат в интервале 36,5–41,7 млн лет, при среднем значении $38,3 \pm 0,9$ млн лет. К-Аг дата, установленная по основной массе трахидацитов, равна $39,0 \pm 2$ млн лет. Однако в целом полученные результаты К-Аг датирования трахидацитов несколько моложе датировки, определенной ранее для этих же пород U-Pb методом по циркону – $43,2 \pm 1,3$ млн лет [10]. Выполненное К-Аг датирование по «валовому» составу наиболее кислых разностей кедровской толщи – флюидальных липаритов, показало, что последние имеют возраст $43,9 \pm 1,3$ млн лет.

Таким образом, согласно полученным К/Аг и U/Pb изотопным данным (44–43 млн лет), подтвержден эоценовый возраст магматических образований кедровской толщи, слагающих рассматриваемую впадину. Примечательно, что формирование золото-серебряного месторождения Салют, расположенного в центральной части Кедровской впадины, происходило 42,5–44,4 млн лет назад (Аг-Аг-метод по адуляру) [11], т.е. одновременно с завершением кислого вулканизма на территории этой структуры.

Следует отметить, что полученные нами возрастные характеристики пород кузнецов-

ского и кедровского комплексов Кедровской впадины хорошо согласуются с имеющимися на сегодняшний день немногочисленными изотопными данными о времени проявления базальт-риолитового вулканизма в рифтогенных впадинах Восточного Сихотэ-Алиня. Так, для базальтов суворовской свиты, развитых в пределах Зеркальненской впадины, согласно К-Аг определениям, был установлен возраст $47,3 \pm 1,2$ млн лет [12] и $45,8 \pm 1,1$ млн лет [13]. Полученные позже для этих же базальтов две новые К-Аг датировки $45,7 \pm 1,8$ и $45 \pm 2,0$ млн лет [14] полностью согласуются с ранее опубликованными датами. Помимо этого, известно несколько изотопных датировок для кислых пород бимодального вулканизма Восточного Сихотэ-Алиня. В частности, для липаритов и трахиандезитов Ванчинской впадины, в соответствии с К-Аг датировками, установлен возраст $44,7 \pm 1,0$ млн лет и соответственно $43,0 \pm 4,0$ млн лет [10]. В целом же предполагается, что бимодальный базальт-риолитовый вулканизм на территории Восточного Сихотэ-Алиня проявился в раннем-среднем эоцене. Между тем выполненные нами исследования кайнозойских магматических образований Пейской рифтогенной впадины дают основание говорить о необходимости корректировки этого предположения.

Как отмечалось выше, изотопно-геохронологические изучения вулканитов, слагающих Пейскую впадину, до настоящего времени не проводились, и поэтому их возраст во многом остается неопределенным. В этой связи нами было выполнено К/Аг датирование образцов вулканитов, традиционно относимых к кузнецовской свите и кедровской толще.

Возраст основных пород кузнецовской свиты Пейской впадины был охарактеризован четырьмя образцами базальтоидов, отобранных из лавовых потоков, закартированных в береговых обнажениях к югу от устья р. Пейя, а также из покровов базальтов и андезибазальтов, расположенных в бассейне р. Пленница. Полученные значения К-Аг возраста по валовому составу пород для проанализированных базальтов и андезибазальтов лежат в весьма узком интервале 32–35 млн лет, соответствующем верхнему эоцену – нижнему олигоцену, что указывает на более молодой возраст их формирования, чем ранее предполагалось. Следует отметить, что полученные датировки вполне соответствуют изотопному возрасту базальтов (36,1–33,6 млн лет, К-Аг метод) встре-

чающихся в береговых обнажениях Татарского пролива на участке между бухтами Незаметная и Птичья [12].

Для оценки возраста умеренно-кислых пород рассматриваемой свиты нами был опробован поток андезитов в среднем течении р. Пленница, а также экструзивное тело аналогичного состава в бассейне ручья Бакланий. Полученные для них по валовым пробам К-Аг датировки дали значения возраста $33,1 \pm 0,9$ и 31 ± 2 млн лет соответственно. Примечательно, что близкими к ним по времени излияния оказались лавы андезитов и дацитов вулкана Дагды, расположенного на удалении 10 км к северо-западу от Пейской впадины. Так, по данным К-Аг датирования (по амфиболу), их возраст составляет 36,6–34,9 млн лет и соответственно 37,8–34,3 млн лет.

Для определения абсолютного возраста кислых пород, относимых к кедровской толще Пейской впадины, нами было выполнено К-Аг датирование двух даек трахириолитов, внедрение которых, согласно существующим представлениям, происходило на заключительном этапе активности кислого вулканизма структуры. Результаты исследований показали, что дайка трахириолитов, прорывающая покровы андезибазальтов кузнецовской свиты в устье р. Пея, сформировалась на границе верхнего эоцена и нижнего олигоцена. Обратим внимание, что полученные датировки для изученной дайки как «по валу», так и по монофракции биотита имеют практически идентичные значения $32,1 \pm 0,8$ млн лет и соответственно $33,7 \pm 0,8$ млн лет, что может свидетельствовать о достоверности полученного возраста. Близкий К-Аг возраст по биотиту ($34,1 \pm 1,2$ млн лет) определен и для второй дайки трахириолитов, закартированной в среднем течении р. Пленница. Ранее кислые образования кедровской толщи, выполняющие Пейскую впадину, относили к эоцену.

Отметим, что полученные близкие К-Аг датировки для базальтоидов и риолитов Пейской впадины указывают, что извержение вулканитов основного и кислого состава здесь происходило в течение очень короткого интервала времени (~4 млн лет), т.е. почти синхронно.

Таким образом, в результате геохронологических исследований было установлено, что возраст изученных базальтов и андезитов Пейской впадины составляет 35,0–31,3 млн лет, а прорывающих их риолитов – 34,1–32,1 млн лет, что значительно

моложе возраста близких им по составу вулканитов кузнецовской свиты и кедровской толщи, слагающих стратотипические разрезы в пределах Кедровской впадины.

Выводы

1. Результаты изотопного датирования показали, что базальты и андезиты Кузнецовской свиты, выполняющие Кедровскую впадину, формировались в нижнем и среднем эоцене, а не в палеоцен-эоцене, как ранее предполагалось. Возраст кислых пород кедровской толщи, согласно К-Аг и U-Pb датировкам (44–43 млн лет), здесь соответствует эоцену, что не расходится с существующими представлениями.

2. Формирование базальтов и риолитов, относимых в пределах Пейской впадины к кузнецовской свите и кедровской толще, по данным К-Аг датирования, происходило в узком временном интервале (35–32 млн лет), соответствующем верхнему эоцену – нижнему олигоцену. Ранее их возраст считался палеоцен-раннеэоценовым и соответственно эоценовым. В этой связи представляется необходимым базальты, андезиты и риолиты Пейской кальдеры выделять в качестве самостоятельного стратона.

3. Полученные на сегодняшний день новые данные по К-Аг датированию магматических комплексов, слагающих Пейскую и Кедровскую впадины, с учетом ранее опубликованных геохронологических данных по другим рифтогенным депрессиям позволяют выделить два этапа проявления базальт-риолитового вулканизма в кайнозойских рифтогенных впадинах центральной части Восточного Сихотэ-Алиня – ранне-среднеэоценовый (53–39 млн лет) и позднеэоцен-олигоценый (35–32 млн лет).

Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ, гранта мол_а №18-35-00180.

Список литературы / References

1. Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России / Под ред. А.И. Ханчука. Владивосток: Дальнаука, 2006. Кн. 1. 572 с.
Geodynamics, Magmatism and Metallogeny of the Russian East / Pod red. A.I. Xanchuka. Vladivostok: Dal'nauka, 2006. Kn. 1. 572 p. (in Russian).
2. Ханчук А.И., Иванов В.В. Мезо-кайнозойские геодинамические обстановки и золотое оруденение Дальнего Востока России // Геология и геофизика. 1999. Т. 40. № 11. С. 1635–1645.
Khanchuk A.I., Ivanov V.V. Meso-Cenozoic geodynamic settings and gold mineralization of the Russian Far East Russian // Geologiya i geofizika. 1999. V. 40. № 11. P. 1607–1617 (in Russian).
3. Мартынов Ю.А., Ханчук А.И. Кайнозойский вулканизм восточного Сихотэ-Алиня: результаты и перспективы

- петрологических исследований. // Петрология. 2013. Т. 21. № 1. С. 94–108. DOI: 10.7868/S0869590313010068.
- Martynov Yu.A., Khanchuk A.I. Cenozoic Volcanism of the Eastern Sikhote-Alin: Petrological Studies and Outlooks. *Petrology*. 2013. V. 21. № 1. P. 85–99. DOI: 10.1134/S0869591113010049.
4. Mann P., Hempton M.R., Bradley D.C., Burke K. Development of pull-apart basins. *Journal of Geology*. 1982. Vol. 91. P. 529–554.
5. Попов В.К. Петрология палеоген-неогеновых вулканических комплексов Восточного Сихотэ-Алиня. Владивосток: ДВО РАН СССР, 1986. 156 с.
- Popov, V.K. Petrology of the Paleogene-Neogene volcanic complexes in the Eastern Sikhote-Alin. Vladivostok: Dalnauka, 1986. 156 p. (in Russian).
6. Мартынов Ю.А. Петрология эоцен-миоценовой контрастной формации Нижнего Приамурья. Владивосток, 1983. 143 с.
- Martynov, Yu.A. Petrology of the Eocene–Miocene Contrasting Formation of the Lower Amur River Area. Vladivostok, 1983. 143 p. (in Russian).
7. Ignatiev A.V., Velivetskaya T.A., Budnitskiy S.Y. A continuous flow mass spectrometry technique of argon measurement for K/Ar geochronology. *Rapid Communications in Mass Spectrometry* 2009. V. 23. Issue 16. P. 2403–2410. DOI: 10.1002/rcm.4017.
8. Budnitskiy S.Y., Ignatiev A.V., Velivetskaya T.A. Method for Measurement of Argon Isotopes in Helium Flow for K/Ar Geochronology. *Mineralogical Magazine*. 2013. V. 77. № 5. P. 788.
9. Steiger R.H., Jäger E. Subcommission on geochronology: Convention on the use of decay constants in geo- and cosmology. *Earth Planet. Sci. Lett.* 1977. V. 36. P. 359–361. DOI: 10.1016/0012-821X(77)90060-7.
10. Чекрызов И.Ю., Попов В.К., Паничев А.М., Середин В.В., Смирнова Е.В. Новые данные по стратиграфии, вулканизму и цеолитовой минерализации кайнозойской Ванчинской впадины, Приморский край // Тихоокеанская геология. 2010. Т. 29. № 4. С. 45–63.
- Chekryzhov I.Yu., Popov V.K., Panichev A.V., Seredin V.V., Smirnova E.B. New data on the stratigraphy, volcanism, and zeolite mineralization of the Cenozoic Vanchinskaya depression in primorye. *Russian Journal of Pacific Geology*. 2010. V. 4. № 4. P. 314–330. DOI: 10.1134/S1819714010040044.
11. Иванов В.В., Попов В.К. Кислый магматизм, возраст и вещественные особенности золото-серебряного оруденения Восточно-Сихотэ-Алинского вулканического пояса // Тезисы докладов Всероссийского совещания «Золотое оруденение и гранитоидный магматизм Северной Пацифики». Магадан, 1997. С. 106–107.
- Ivanov V.V., Popov V.K. Silicic magmatism, age and features of gold-silver mineralization of the Eastern Sikhote-Alin volcanic belt // *Tezisy dokladov Vserossiyskogo soveshaniya «Zolotoe orudnenie i granitoidny'j magmatizm Severnoj Pacifiki»*. Magadan, 1997. P. 106–107 (in Russian).
12. Okamura S., Martynov Y.A., Furuyama K., Nagao K. K–Ar ages of the basaltic rocks from Far East Russia: constraints on the tectono-magmatism associated with the Japan Sea opening. *The Island Arc*. 1998. V. 7. P. 271–282. DOI: 10.1046/j.1440-1738.1998.00174.x.
13. Yo-ichiro Otofuiji, Takaaki Matsuda, Tetsumaru Itaya, Takeshi Shibata, Michiko Matsumoto, Takahiro Yamamoto, Chiyo Morimoto, Ruslan G. Kulinich, Petr S. Zimin, Anatoly P. Matunin, Vladimir G. Sakhno, Katsuhiro Kimura Late Cretaceous to early Paleogene paleomagnetic results from Sikhote-Alin, Far Eastern Russia: implications for deformation of East Asia. *Earth Planet. Sci. Lett.* 1995. V. 130. P. 95–108. DOI: 10.1016/0012-821X(94)00254-V.
14. Павлюткин Б.И., Чекрызов И.Ю., Петренко Т.И. Проблемы стратиграфии палеогена-неогена Зеркальненской впадины (Восточный Сихотэ-Алинь) // Тихоокеанская геология. 2016. Т. 35. № 4. С. 49–64.
- Pavlyutkin B.I., Chekryzhov I.Yu., Petrenko T.I. Problems of Paleogene–Neogene stratigraphy of the Zerkal'naya depression, East Sikhote Alin. *Russian Journal of Pacific Geology*. 2016. V. 10. № 4. P. 283–298. DOI: 10.1134/S1819714016040072.

УДК 502/504:338.486:(571.15)

**ТЕРРИТОРИАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЗАКАЗНИКОВ АЛТАЙСКОГО КРАЯ
В ЦЕЛЯХ ОРГАНИЗАЦИИ ОРНИТОЛОГИЧЕСКИХ ТУРОВ****¹Черемисин А.А., ¹Важов С.В., ²Важов В.М.**¹ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет», Барнаул;²ФГБОУ ВО «Алтайский государственный гуманитарно-педагогический университет
имени В.М. Шукшина», Бийск, e-mail: vazhov49@mail.ru

Алтайский край представляет собой один из 20 наиболее привлекательных туристических регионов России, занимает 2-е место в Сибирском федеральном округе и находится на 7-м месте в рейтинге экологически чистых регионов страны. Популярность экологического туризма на международном и российском уровнях в значительной мере связана с распространением орнитологических туров. В последние годы наблюдение за птицами вызывает растущий интерес у орнитологов-любителей Алтайского края. Птицы являются необходимым элементом экосистем и украшением региона, придавая особую красоту естественным ландшафтам. Регион примечателен уникальным разнообразием природных условий, характеризуется контрастным климатом, отличается большим количеством редких птиц, включенных в национальную и региональную Красные книги. Здесь есть горы, равнины, водотоки и водоемы, разнообразные леса, включая ленточные боры и черную тайгу. Туристская привлекательность края может быть расширена за счет организации орнитологических туров, вызывающих наибольший интерес на особо охраняемых природных территориях, где сохранились уголки дикой природы. Государственные природные заказники являются базовой составляющей всей системы особо охраняемых природных территорий (ООПТ) Алтайского края, так как занимают более 90% их площади (707,2 тыс. га). Большая часть территории заказников (582,2 тыс. га) расположена в ленточных и Приобских борах, в лесах Салаирского кряжа и в таежной местности предгорий Алтая (21 из 38 заказников). В статье приводятся результаты территориальной оценки 13 заказников и 1 памятника природы, а также обобщенные сведения по основным редким видам птиц на этих ООПТ. Территориальное преимущество в организации орнитологических туров имеют заказники, расположенные в ленточных борах: Алеуский, Завьяловский, Касмалинский, Кулундинский и Мамонтовский – в связи с большим разнообразием редких крупных видов хищных птиц и относительно развитой дорожной сетью.

Ключевые слова: Алтайский край, экологический туризм, орнитологические туры, редкие виды птиц, заказники**TERRITORIAL EVALUATION OF NATURE RESERVES OF THE ALTAI REGION
FOR THE ORGANIZATION OF ORNITHOLOGICAL TOURS****¹Cheremisin A.A., ¹Vazhov S.V., ²Vazhov V.M.**¹*Federal State Budgetary Educational Institution higher education Altai State University, Barnaul;*²*Shukshin Altai State University for Humanities and Pedagogy, Biysk, e-mail: vazhov49@mail.ru*

Altai Krai is one of the 20 most attractive tourist regions of Russia, takes 2nd place in the Siberian Federal District and is 7th in the ranking of ecologically clean regions of the country. The popularity of eco-tourism at the international and Russian levels is largely related to the spread of birdwatching tours. In recent years, bird watching has been a growing interest among amateur bird watchers in the Altai Territory. Birds are a necessary element of ecosystems and decoration of the region, giving special beauty to natural landscapes. The region is notable for its unique variety of natural conditions, characterized by a contrasting climate, and a large number of rare birds included in the national and regional red books. There are mountains, plains, streams and reservoirs, a variety of forests, including ribbon forests and black taiga. The tourist attractiveness of the region can be expanded on the basis of ornithological tours, causing the greatest interest in specially protected natural areas where corners of wildlife have been preserved. State nature reserves are the basic component of the entire system of specially protected natural territories of the Altai Territory, as they occupy more than 90% of their area (707.2 thousand ha). Most of the reserves (582.2 thousand ha) is located in the tape and Priobsky forests, in the forests of the Salair Ridge and in the taiga area of the foothills of Altai (21 of 38 reserves). The article presents the results of a territorial assessment of 13 wildlife reserves and one natural monument, as well as generalized information on the main rare species of birds in these protected areas. The territorial advantage in organizing ornithological tours has reserves located in the tape forests: Aleusky, Zavyalovsky, Kasmalinsky, Kulundinsky and Mamontovsky due to the large variety of rare large species of birds of prey and the relatively developed road network.

Keywords: Altai Territory, ecological tourism, ornithological tours, rare bird species, wildlife sanctuaries

Экологический туризм – современная форма организации отдыха на природе, предусматривающая рациональное природопользование и повышение уровня экономической устойчивости региона. Растущая востребованность экотуризма связана с его относительной дешевизной и доступностью, возможностью сочетать позна-

вательное, эстетическое и воспитательное содержание.

В Российской Федерации экологический туризм в современном виде формируется с последнего десятилетия прошлого века, с ориентацией на западный опыт, где быстрыми темпами стал распространяться еще в начале 1990-х гг. [1].

Туристско-рекреационная привлекательность Алтайского края обусловлена контрастностью ландшафтных условий и пейзажной уникальностью местности. Эти и другие особенности территории способствуют высокой посещаемости края туристами. В 2011 г. туристический поток в регион составил 1,3 млн человек, в 2020 г. в крае этот показатель возрастет почти в 3 раза – до 3,5 млн человек [2, 3].

Перспективными объектами экологического туризма на Алтае являются особо охраняемые природные территории (ООПТ) [1], в частности заказники. По состоянию на 2020 г. в Алтайском крае среди 103 ООПТ краевого значения функционируют 38 государственных природных заказников. В рамках Национального проекта «Экология» на период 2019–2024 гг. создан Паспорт регионального проекта «Сохранение биологического разнообразия и развитие экологического туризма в Алтайском крае». На базе существующих заказников «Тогульский» (66,8 тыс. га) и «Ельцовский» (17,7 тыс. га) в проект вошло создание национального парка «Тогул». Более половины территории будущего парка приходится на эти 2 заказника [4].

Государственные природные заказники могут играть значительную роль в индустрии отдыха многих категорий населения. Сказанное определяет актуальность и своевременность поиска резервов для совершенствования экологического туризма на территории Алтайского края.

Сложившееся в обществе мировоззрение и имеющиеся нормативно-правовые акты позволяют предложить туристу отдельные категории ООПТ как товар. В связи с этим целью исследований является территориальная оценка заказников Алтайского края для организации экологического туризма на основе орнитологических туров.

Материалы и методы исследования

В работе использованы общепринятые методы [5, 6]. Птицы отмечались в ходе специальных работ по изучению их распространения, численности и экологии в Алтайском крае на пеших, автомобильных и водных маршрутах. Для составления представления о распространении птиц в регионе проанализированы научные сведения из открытых публикаций. Обобщение фактов осуществлялось на теоретическом уровне и включало абстрагирование, анализ и синтез информации в соответствии с правилами абстрактной логики, теорией

подобия, а также с основными общенаучными и конкретно-научными принципами (идеографическим, номотетическим и др.).

Результаты исследования и их обсуждение

Алтайский край представляет собой один из 20 наиболее привлекательных туристских регионов России, занимает 2-е место в Сибирском федеральном округе и находится на 7-м месте в рейтинге экологически чистых регионов страны. Спрос на экологические туры растет. Очевидно, что в ближайшие годы количество туристов в Алтайском крае и следующих транзитом через его территорию в Горный Алтай только увеличится [7].

Государственные природные заказники являются базовой составляющей всей системы особо охраняемых природных территорий Алтайского края, так как занимают более 90% их площади (707,2 тыс. га). Большинство заказников являются комплексными и имеют важное экологическое и социально-экономическое значение.

Большая часть территории заказников (582,2 тыс. га) расположена в ленточных (Алеусский, Панкрушихинский, Корниловский, Кулундинский, Завьяловский, Мамонтовский, Касмалинский, Волчихинский, Егорьевский) и Приобских борах (Кислухинский, Бобровский, Обской, Большереченский, Соколовский), в лесах Салаирского края (Залесовский, Тогульский, Ельцовский, Сары-Чумышский, Ненинский) и в таежной местности предгорий Алтая (Башчелакский и Чарышский). Таким образом, в лесах края сосредоточена большая часть заказников – 21 из 38 имеющих [4, 8].

Орнитофауна является одним из самых интересных объектов экологического туризма. Лесные заказники Алтайского края могли бы стать основой для развития орнитологических туров [9]. Это так называемый бердвотчинг, или «бердинг» (от англ. birdwatching или birding) – одно из самых гуманных хобби, поскольку человек при этом просто наблюдает за птицами с помощью бинокля или невооруженным глазом, фотографирует их.

В настоящее время любительская орнитология как разновидность экотуризма приобрела широкую популярность в странах Западной Европы и Северной Америки, но в России, в том числе в Алтайском крае, данное направление экотуризма пока остается весьма слабо развитым. Экологический

туризм уже сейчас привлекает иностранных туристов, желающих посетить первозданные уголки дикой природы Алтая и испытать себя в экстремальных условиях.

В вышеперечисленных заказниках Алтайского края обитают многие редкие птицы: орел-могильник, орлан-белохвост, сапсан, дербник, филин, воробьиный сыч, бородастая неясыть, красношейная поганка, белая цапля, малая выпь, черный аист, огарь, белоглазая чернеть, савка, белая куропатка, кречетка, ходулочник, шилоклювка, кулик-сорока, мородунка, турухтан, журавль-красавка, черноголовый хохотун, малая крачка, вяхирь, иглохвостый стриж, золотистая щурка, серый сорокопут. Вероятно также гнездование орла-карлика и малого перепелятника. Эти птицы в силу своей редкости и привлекательности всегда были интересными для посетителей охраняемых территорий, и с течением времени интерес к ним будет только возрастать.

Многолетний опыт проведения орнитологических туров в Байкальской Сибири с бердвотчерами из Европы и Америки показывает их успешность. Любители-орнитологи здесь знакомятся с птицами разнообразных ландшафтов и экосистем, в том числе с аборигенными сибирскими видами, среди которых – флаговые виды туров. В отдельных местах региона с 1989 г. побывали более 400 бердвотчеров из Англии, Германии, Голландии, Швеции, Франции, США, Канады и других стран [10].

Особый интерес для индустрии туризма в Алтайском крае представляют заказники ленточных боров, которые являются уникальными реликтовыми экосистемами, но, к сожалению, стремительно снижают свою значимость из-за роста в последнее время частоты и интенсивности выборочных рубок леса. Кроме Алтайского края, в России они сохранились только на территории Новосибирской области, имеются также в Северном Казахстане.

Ленточные боры отличаются разнообразием редких крупных видов соколообразных и совообразных птиц, что обусловлено песчано-золотыми боровыми ландшафтами и обширными водно-болотными угодьями, создающими необходимый субстрат для постройки гнезд в виде старовозрастных сосен, а также хорошую кормовую базу [11].

Эстетическая роль пернатых хищников, особенно крупных, значительна – они придают неповторимость естественным ландшафтам, что является важным мотивом для посещения туристами таких мест [12].

Очень интересным объектом природы для любительской орнитологии в Алтайском крае является памятник природы – гора Бобырган (Советский район) и окружающая местность, где расположен пруд. Наши многолетние наблюдения позволяют утверждать, что здесь обитают исключительно редкие, особо уязвимые виды птиц: скопа, беркут, балобан, сапсан, степная пустельга, стенолаз и др.

Привлекают внимание туристов также высокая степень разнообразия рельефа и растительного и животного мира, легкая доступность, особенно в сухую погоду. В настоящее время очевидна необходимость придания этой горе и прилегающей к ней местности статуса заказника орнитологического значения.

В последние годы большую популярность среди туристов приобретает комплексный заказник Лебединый (Советский район). Он расположен на территории Предалтайской равнины, занимает луговые степи Северного Алтая и древние пойменные террасы на изгибе Катунь у фаса Алтайских гор. Является одним из важнейших ООПТ в крае, так как здесь охраняются места естественной зимовки лебедя-кликун и множества других водоплавающих птиц [8], систематически наблюдается орлан-белохвост. В зимний период на незамерзающих озерах заказника и участках малых рек егерями проводится подкормка лебедей, уток и других птиц. Благодаря наличию крупных водоемов и водотоков данная ООПТ выполняет важную роль – здесь концентрируются на отдыхе и кормежке мигранты, летящие вдоль Катунь и облетающие гористую местность.

В пойме Оби и на надпойменных террасах правобережья располагается заказник Большереченский (Троицкий район). Основные, смешанные и закустаренные леса, водно-болотные ландшафты служат местом гнездования более 100 видов птиц [8]. Заказник интересен тем, что среди многих редких пернатых в нем гнездятся обыкновенный осоед, перепелятник, большой подорлик, орлан-белохвост, чеглок, ушастая сова и черный аист. Возможно гнездование большого улита, фифи, филина, длиннохвостой и бородастой неясытей [8, 13].

Территория заказника Чарышская степь (Шипуновский район) имеет большой познавательный потенциал и вызывает интерес у орнитологов тем, что здесь находятся гнездовые участки редких птиц: степного орла, филина, беркута и мо-

гильника, а также возможно гнездование орлана-белохвоста [8].

Широко известен местным и иногородним туристам озерно-степной заказник Урочище Ляпуниха (Угловский район). Он имеет орнитологическое направление, биологическое разнообразие птиц включает единственно известные в Алтайском крае места гнездования степной тиркушки [8]. Водный комплекс озера является ключевой орнитологической территорией.

Заказник Озеро Большой Тассор (Угловский район) предназначен для охраны единственного в крае нетронутого пустынного биоценоза [8]. Фаунистический комплекс представлен многими видами воробьинообразных и соколообразных, среди них выделяются степной орел и курганник.

В горах Алтайского края, на границе с Казахстаном, расположен привлекательный заказник Чарышский (Чарышский район), в котором среди многих видов редких пернатых хищников и других птиц наблюдаются беркут, черный гриф, белоголовый сип, сапсан, многие представители совообразных птиц [8].

Интересен для орнитологов орел-могильник, или солнечный орел. В Алтайском крае установлено 157 точек его гнездования: в Кулундинской степи – 36, в Алейской степи – 35, в Приобской лесостепи – 30, в предгорьях Салаира – 2, в предгорьях Алтая – 54 [14]. Многие гнездовья находятся в заказниках, 7 из них приведены ниже.

Заказник Чинетинский (Краснощековский район) находится в предгорьях Северо-Западного Алтая в низкогорной части бассейна Чарыша. Выполняет биосферную роль – сохранение 15 уникальных, пока еще сохранившихся участков степей предгорий Рудного Алтая – ключевого степного региона международного значения. Интересен обитанием белой куропатки, беркута, балобана, сапсана и иных, здесь гнездятся филин и орел-могильник [8].

Степная часть заказника Мамонтовский (Мамонтовский район) за счет комплекса околотоводных птиц входит в список ключевых орнитологических территорий России (КОТР) со статусом федеральной значимости [8]. На территории заказника обитают обыкновенный осоед, болотная и ушастая совы, длиннохвостая неясыть. Здесь зарегистрировано единственное место гнездования в Кулунде лебедя-шипуна, гнездится также могильник.

Заказник Касмалинский (Ребрихинский район). Половину фауны птиц заказника

представляют воробьинообразные. Подавляющее большинство птиц – перелетные, некоторые – кочующие, оседлых не более 15 видов [8]. Обитают обыкновенный осоед, чеглок, болотные лунь и сова, длиннохвостая неясыть, сплюшка, гнездится могильник.

Заказник Завьяловский (Завьяловский район). Множество озер на его территории определяют большое разнообразие и высокую численность водных и околоводных птиц, количество которых в послегнездовый период достигает десятки тысяч особей [8]. Обитают также обыкновенный осоед, чеглок, ушастая и болотная совы, полевой и болотный луни, длиннохвостая неясыть, филин, могильник, большой подорлик, орлан-белохвост. В зимний период встречаются зимняк и белая сова.

Заказник Кулундинский (Тюменцевский район) располагается в Кулундинском ленточном бору в пределах Приобского плато в среднем течении р. Кулунда. Фаунистический состав определяет сосновая и другая древесно-кустарниковая растительность дюнно-грядового рельефа. В заказнике обитают чеглок, обыкновенный осоед, длиннохвостая неясыть, ушастая сова, на пролете встречается луток (малый крохаль), гнездится могильник [8].

Заказник Корниловский (Каменский район) занимает в основном ландшафты сосновых боров в среднем течении р. Протослауха с заболоченными участками поймы и впадающей в р. Кулунда. Характерными для водно-болотных биотопов являются 19 видов гусеобразных. На территории заказника обитают длиннохвостая и бородачатая неясыти, чеглок, большой подорлик, обыкновенный осоед, ушастая сова, болотные лунь и сова, могильник [8]. До недавнего времени (2013 г.) здесь гнездились также беркут, но в последние годы он покинул свой гнездовой участок из-за выборочных рубок леса и связанного с ними беспокойства.

Заказник Алеусский (Крутихинский район) располагается в Бурлинском (Алеусском) ленточном бору на территории левобережной лесостепи. На территории заказника берет свое начало р. Бурла, здесь находятся пресные озера с поросшими тростником берегами – Пустынное, Глухое, Гусиное и Стеклянное. Междюнные западины всего лесного массива охраняемой территории заболочены, как и вся пойма Бурлы, что способствует распространению большого количества околотоводных и водоплавающих птиц. В заказнике установлено

обитание обыкновенного осоеда, полевого и болотного луней, балобана, чеглока, филина, ушастой и болотной сов, сплюшки, длиннохвостой неясыти, гнездится могильник [8].

Следует отметить, что заказники типологически многообразны и по своей специфике не все годятся для практикуемой ныне формы экотуризма, так как он несет новые риски для экосистем заказников, которые служат его объектами. Это беспокоящие факторы для животных от присутствия рекреантов и транспортных средств, вытаптывание травостоя, нарушение поверхности почвы, загрязнение территории отходами жизнедеятельности и стоками в местах стоянок и др.

Индустрия отдыха, ориентированная на экологический туризм, может развиваться в заказниках на основе многих интересных для наблюдателя объектов орнитофауны [9]. Однако формы туризма из-за необходимости исключения беспокоящих птиц и других представителей фауны факторов, а также исходя из природоохранных требований к ООПТ должны носить индивидуальный характер, а не традиционный. Массовое посещение заказников туристами недопустимо из-за опасности деградации экосистем.

Эффективность экологического туризма в целом и орнитологического в частности можно повысить решением таких задач, как совершенствование нормативно-правовой базы; подготовка профессиональных гидов-орнитологов, разносторонне знающих птиц, особенности их распространения и физико-географическую характеристику местности; усиление рекламной составляющей, улучшение транспортной доступности природных объектов и др. [10, 15].

Выводы

Индустрия отдыха, ориентированная на разные виды туризма, может развиваться в Алтайском крае путем дальнейшего освоения рекреационного потенциала территории, где особую роль могут сыграть заказники. Учитывая преимущества географического положения Алтайского края и значимость биоразнообразия заказников, продвижение узкоспециализированного вида экологического туризма в них, в частности орнитологических туров, позволит укрепиться региону в числе участников международной туристической сферы и послужит стимулом развития его экономики.

Список литературы / References

1. Дунец А.Н., Индюкова М.А. Теоретические аспекты развития этноэкологического туризма // Использование потенциала особо охраняемых природных территорий для развития экотуризма: материалы научно-практической конференции (г. Барнаул, 12 декабря 2014 г.). Барнаул, 2014. С. 77–80.

Dunets A.N., Indukova M.A. Theoretical aspects of the development of ethno-ecological tourism // Using the potential of specially protected natural territories for the development of ecotourism: materials of a scientific and practical conference (Barnaul, December 12, 2014). Barnaul, 2014. P. 77–80 (in Russian).

2. Карлин А.Б. В Алтайском крае функционируют 880 туристских предприятий [Электронный ресурс]. URL: http://www.prirodasibiri.ru/show_new.php?id_new=4484 (дата обращения: 27.02.2020).

Karlin A.B. In the Altai Territory, there are 880 tourist enterprises [Electronic resource]. URL: http://www.prirodasibiri.ru/show_new.php?id_new=4484 (date of access: 02.27.2020) (in Russian).

3. Алтайский край рассчитывает к 2020 году втрое увеличить турпоток в регион [Электронный ресурс]. URL: http://www.altai.aif.ru/politic/politic_details/342905 (дата обращения: 27.02.2020).

Altai Territory expects by 2020 to triple the tourist flow to the region [Electronic resource]. URL: http://www.altai.aif.ru/politic/politic_details/342905 (date of access: 02.27.2020) (in Russian).

4. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды в Алтайском крае в 2018 году». Барнаул, 2019. 194 с.

State report «On the State and Environmental Protection in the Altai Territory in 2018». Barnaul, 2019. 194 p. (in Russian).

5. Новиков Г.А. Полевые исследования экологии наземных позвоночных животных. М.: Советская наука, 1949. 283 с.

Novikov G.A. Field studies of the ecology of terrestrial vertebrates. M.: Sovetskaya nauka, 1949. 283 p. (in Russian).

6. Bibby C.J., Jones M., Marsden S. Expedition Field Techniques. Bird Surveys. London: Royal Geographical Society, 1998. 143 p.

7. Барышникова Е.М. Экологический туризм как компонент формирования имиджа территории // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2013. № 6. С. 123–126.

Baryshnikova E.M. Ecotourism as a component of the image of the territory // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2013. № 6. P. 123–126 (in Russian).

8. Красная книга Алтайского края. Особо охраняемые природные территории. Барнаул, 2009. 284 с.

The Red Book of the Altai Territory. Specially protected natural areas. Barnaul, 2009. 284 p. (in Russian).

9. Важов В.М., Важов С.В., Бахтин Р.Ф. Об экологическом туризме в заказниках Алтайского края // Успехи современного естествознания. 2014. № 12–4. С. 491–491.

Vazhov V.M., Vazhov S.V., Bakhtin R.F. On ecological tourism in the reserves of the Altai Territory // Advances in current natural sciences. 2014. № 12–4. P. 491–491 (in Russian).

10. Доржиев Ц.З., Гулгенов А.З. Птицы степных экосистем Байкальской Сибири: монография / Отв. ред. Э.Н. Елаев. Улан-Удэ: Изд. Бурятского госуниверситета, 2018. 208 с.

Dorzhiev Ts.Z., Gulgenov A.Z. Birds of the steppe ecosystems of Baikal Siberia: monograph / Otv. red. E.N. Elaeu. Ulan-Ude: Izd. Buryatskogo gosuniversiteta, 2018. 208 p. (in Russian).

11. Vazhov S.V. Specifics of Spatial Distribution of Nests of Some Species of the Falconiformes and Strigiformes in Strip-

Like Pine Forests of Priobskoye Plateau (Altai Kray, Russia). Middle-East Journal of Scientific Research. 2013. Vol. 16 (11). P. 1606–1612. DOI: 10.5829/idosi.mejsr.2013.16.11.12068.

12. Важова Е.В. Рисунок как отражение привлекательности природы Алтая // Успехи современного естествознания. 2013. № 11. С. 192–192.

Vazhova E.V. Figure as a reflection of the attractiveness of Altai nature // Advances in current natural sciences. 2013. № 11. P. 192–192 (in Russian).

13. Vazhov S.V. Distribution and abundance of carnivorous birds (Falconiformes, Strigiformes) in the valley of the Bolshaya Rechka River (the «Bolsherechensky» state reserve,

the Altai Territory, Russia). Biosciences Biotechnology Research Asia. 2015. Vol. 12 (2). P. 1495–1502. DOI: 10.13005/bbra/1809.

14. Vazhov V.M., Bakhtin R.F. To the study of the Imperial Eagle in the Altai. Acta Biologica Sibirica. 2019. Vol. 5 (3). P. 1–11. DOI: 10.14258/abs.v5.i3.6350.

15. Молороев М.А., Стеценко С.Е. Проблемы развития экологического и сельского туризма в республике Ингушетия // Инновации в науке. 2019. № 5 (93). С. 36–38.

Molorev M.A., Stetsenko S.E. Problems of development of ecological and rural tourism in the Republic of Ingushetia // Innovacii v nauke. 2019. № 5 (93). P. 36–38 (in Russian).

УДК 502.4:502.72(470)

РОЛЬ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ РЕГИОНОВ СТЕПНОГО ПОЯСА АЗИАТСКОЙ РОССИИ В СОХРАНЕНИИ БИОРАЗНООБРАЗИЯ

Чибилёв А.А. (мл.), Мелешкин Д.С., Григорьевский Д.В.

*Институт степи ОФИЦ УрО РАН, Оренбург, e-mail: a.a.ml@mail.ru,
aventureiro@mail.ru, grag92@mail.ru*

В статье проведен анализ роли существующей системы особо охраняемых природных территорий регионов степного пояса азиатской части России в сохранении биологического разнообразия. Традиционным подходом к решению проблемы сохранения биологического разнообразия уже второе столетие является организация системы особо охраняемых природных территорий (ООПТ). На 1.01.2019 г. система ООПТ России насчитывала более 10 тыс. территорий общей площадью 1,7 млн км². На 8 регионов степного пояса Азиатской России приходится 4,5% площади ООПТ всех категорий в стране. В работе проведен анализ количественных и площадных характеристик системы ООПТ исследуемой территории; выявлена специфика природно-заповедного комплекса регионов; дана характеристика структуры охраняемых видов растений и животных и затрат, направленных на сохранение биоразнообразия и охрану природных территорий; проведено тематическое картографирование соответствующих индикаторов. Материалом для исследования послужили данные государственной статистики, а также данные из государственных и региональных докладов о состоянии и об охране окружающей среды. Сохранение биологического разнообразия в современных условиях представляется невозможным без создания официальных документов, содержащих сведения о состоянии и распространении находящихся под угрозой исчезновения редких видов животных, растений и грибов – таким официальным документом является Красная книга. Особой охране подлежат не только сами редкие виды, но и места, ареалы их обитания. Поэтому невозможно эффективно решать проблему сохранения краснокнижных видов, сокращая площади заповедных территорий. В степных регионах азиатской части России необходимо продолжать работы по увеличению площадей охраняемых территорий, созданию буферных зон и коридоров природно-экологического каркаса, организации различных форм ООПТ.

Ключевые слова: особо охраняемые природные территории, биологическое разнообразие, степные регионы азиатской части России

THE ROLE OF SPECIALLY PROTECTED NATURAL TERRITORIES OF THE ASIAN RUSSIA STEPPE REGIONS IN CONSERVATION OF BIODIVERSITY

Chibilev A.A. (jr.), Meleshkin D.S., Grigorevskiy D.V.

*Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Orenburg,
e-mail: a.a.ml@mail.ru, aventureiro@mail.ru, grag92@mail.ru*

The article analyzes the role of the existing system of specially protected natural territories of the regions of the steppe belt of the Asian part of Russia in the conservation of biological diversity. The traditional approach to solving the problem of preserving biological diversity is the organization of a system of specially protected natural territories (SPNA). As of January 1, 2019, the system of protected areas of Russia totaled more than 10 thousand territories, with a total area of 1.7 million km². 4.5% square of the protected areas of all categories in the country account for 8 regions of the steppe belt of Asian Russia. The paper analyzes the quantitative and area characteristics of the protected area system of the study area; the specificity of the nature reserve complex of the regions is revealed; the characteristic of the structure of protected species of plants and animals and the costs aimed at the conservation of biodiversity and the protection of natural territories are given; thematic mapping of relevant indicators was carried out. The research material was data from state statistics, as well as data from state and regional reports on the state and environmental protection. Preservation of biological diversity in modern conditions seems impossible without the creation of official documents containing information on the status and distribution of endangered rare species of animal plants and fungi – such an official document is the Red Book. Not only the rare species themselves, but also places, their habitats are subject to special protection. Therefore, it is impossible to effectively solve the problem of conservation of Red Book species by reducing the area of protected areas. In the steppe regions of the Asian part of Russia, it is necessary to continue work on increasing the area of protected areas, creating buffer zones and corridors of the natural-ecological framework, and organizing various forms of protected areas.

Keywords: specially protected natural territories, biological diversity, steppe regions of the Asian part of Russia

Актуальность исследований в сфере охраны природы обусловлена хозяйственной деятельностью человека, оказывающей значительное, зачастую сокрушительное, воздействие на биологическое разнообразие. При строительстве объектов промышленности, сельского хозяйства и инфраструктуры сокращаются ареалы среды обитания растений и животных. Исчезновение любого

вида наносит существенный урон растительному и животному миру. Проблемы сохранения биологического разнообразия уже второе столетие находят свое решение в организации системы особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Преимущество их в том, что данные территории позволяют сохранять редкие и исчезающие виды в естественной среде обитания.

Уникальным наследием прошлого века является российская система территориальной охраны природы, в основе которой лежит сеть заповедных территорий, пространственно распределённых по географическому принципу, охватывающих все ландшафтные зоны и крупные регионы страны [1, 2].

На 1.01.2019 г. система ООПТ России насчитывала более 10 тыс. территорий общей площадью 1,7 млн км² (без учета морских акваторий). На 8 регионов степного пояса Азиатской России [3] приходится 4,5% площади ООПТ всех категорий в стране.

Цель настоящей работы – провести анализ роли существующей системы ООПТ в регионах-субъектах степного пояса азиатской части России в сохранении биологического разнообразия. Для достижения цели необходимо: провести анализ количественных и площадных характеристик элементов ООПТ исследуемых регионов; выявить специфику природно-заповедного фонда; дать характеристику структуры охраняемых видов растений и животных, а также затрат, выделенных на сохранение биоразнообразия; произвести тематическое картографирование соответствующих индикаторов.

Материалы и методы исследования

Оценить природоохранную эффективность российской системы ООПТ и роль элементов природно-заповедного фонда в сохранении биоразнообразия на глобальном, национальном и региональном уровнях призваны несколько методик отечественных авторов: Г.В. Губко [4], Р.В. Петухова, В.В. Романова [5], М.С. Стишова [6], С.А. Бузмакова, С.А. Овеснова [7] и др.

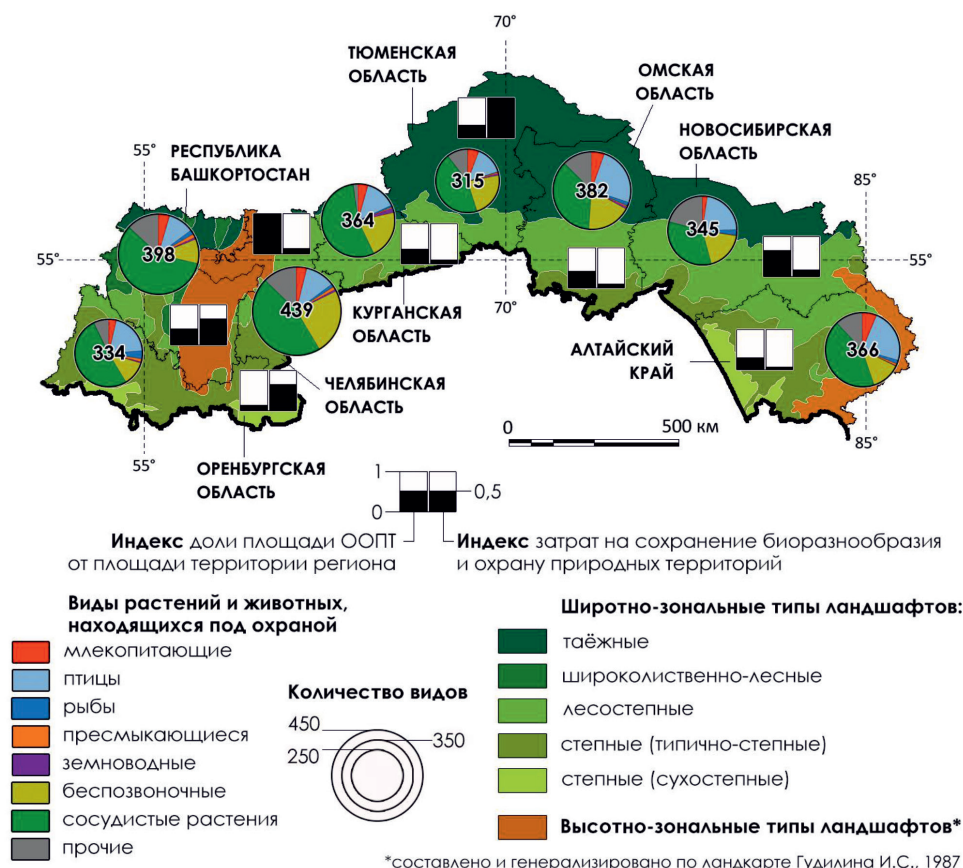
В ходе настоящей работы использовались сравнительно-географический, статистический и аналитический методы исследования. Материалом для исследований послужили данные государственной статистики [8], данные из государственного доклада «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году» [9], региональных докладов о состоянии и об охране окружающей среды.

В ходе работы было проведено сопоставление доли площади ООПТ от площади территории с объемами затрат на сохранение биоразнообразия и охрану природных территорий. Данные показатели характеризуются разномерностью; чтобы добиться сопоставимости показателей, представленным различными единицами измерения, была применена процедура нормирования в интервале от 0 до 1, где 1 соответствует

максимальному значению соответствующего показателя среди рассматриваемых регионов-субъектов.

Результаты исследования и их обсуждение

В регионах степной зоны азиатской части России расположено 1158 ООПТ всех категорий, из которых 17 федерального значения (фз) и 1141 регионального и местного значения (рмз). Площадь ООПТ(фз) 2506,9 тыс. га, что составляет 29,9% от площади ООПТ всех категорий и 7,8% от площади исследуемой территории. Максимальная площадь ООПТ(фз) отмечается в Челябинской области – 960,5 тыс. га (18% от площади области). ООПТ федерального значения отсутствуют в Курганской области. Заповедники в количественном и площадном отношении имеют максимальные показатели, на восемь заповедников приходится 1331,2 тыс. га, или 53,1% от площади всех ООПТ(фз). Национальные парки, общей площадью 844,9 тыс. га, находятся на территориях Республики Башкортостан, Оренбургской и Челябинской областей. Заказники федерального значения также представлены только в трех регионах – в Тюменской, Новосибирской и Омской областях. Причем для Тюменской и Омской областей заказники – единственный тип федеральных ООПТ. Представляющие самую многочисленную и разнообразную категорию охраняемых территорий – ООПТ (рмз) распространены повсеместно, занимая 5,5% от площади всей исследуемой территории и 70,1% от общей площади всех категорий ООПТ. Наибольшую долю от площади ООПТ(рмз) занимают природные заказники (90%), максимальное их количество в Алтайском крае (38), минимальное – в Оренбургской области (3), где, несмотря на общее сокращение числа памятников природы с 2014 г. (на 40%), они продолжают занимать около 1/3 площади ООПТ(рмз) региона. Среди природных парков пять из восьми находятся в Республике Башкортостан, занимая 26,9% площади ООПТ(рмз) региона (161,9 тыс. га). Особо охраняемые территории местного значения – самая небольшая по площади категория, представлена в пяти регионах. В Омской области их площадь составляет 3,3 тыс. га (0,3% от площади ООПТ всех категорий). Важнейшими функциями ООПТ являются сохранение редких видов растений и животных, а также поддержание жизнеспособности их популяции в пределах ареалов распространения.



Картосхема пространственного распределения и структуры охраняемых видов растений и животных и сопоставления индексов доли площади ООПТ и затрат на сохранение биоразнообразия в степных регионах Азиатской России

Представленная на картосхеме (рисунок) структура охраняемых видов растений и животных демонстрирует количественные различия в исследуемых регионах и между ними [9–11]. Максимальное число охраняемых видов наблюдается в Челябинской области (439 видов), минимальное – в Тюменской (315 видов). В среднем в степных регионах азиатской части России под охраной находятся 368 видов растений и животных, из которых 46% приходится на сосудистые растения, 17,4% составляют беспозвоночные, 17,2% – птицы, 4,5% – млекопитающие, 1,7% – рыбы, 0,9% – пресмыкающиеся и 0,7% – земноводные. В целом пропорции внутривидовой структуры охраняемых видов сохраняются в каждом из исследуемых регионов. Для наглядного отображения (рисунок) межрегиональных различий площадей ООПТ и затрат на сохранение биоразнообразия и охрану природных территорий была проведена индексация соответствующих показателей (таблица).

Как и показатель количества охраняемых видов, индекс доли площади ООПТ от площади региона максимальный в Челябинской области. Обратная пропорциональная зависимость между количеством охраняемых видов и затратами на сохранение биоразнообразия наблюдается в Тюменской области.

На территории Республики Башкортостан ООПТ являются ключевыми участками сохранения и восстановления биоразнообразия. Доля площади ООПТ всех категорий составляет 7,1% от всей территории республики, на долю площади ООПТ(фз) приходится 2,9%, ООПТ республиканского значения – 4,2%. В 2018 г. в республике насчитывалось 213 таких объектов, из них 3 заповедника, 1 национальный парк, ботанический сад, 5 природных парков, 27 заказников (зоологических – 17, ландшафтных – 3, ботанических – 7), 177 памятников природы. Для сохранения биоразнообразия в 2018 г. на территории

Республики Башкортостан было создано 16 ООПТ республиканского значения: 1 природный парк «Зилим» и 15 памятников природы. Необходимо отметить, что в декабре 2018 г. правительством республики был разработан региональный проект, предусматривающий создание еще 18 новых ООПТ площадью 38 тыс. га. Также было подготовлено и утверждено 9 нормативно-правовых актов по вопросам развития ООПТ республиканского значения. На территории 11 муниципальных образований проводилась работа по комплексной оценке состояния существующих ООПТ.

Фауна *Курганской области* представлена степными и лесостепными видами, из которых млекопитающих – 69, птиц – 312, рыб – 24, земноводных – 9, пресмыкающихся – 7. Границы ареалов распространения млекопитающих, проходящие по территории области, вызывают наибольший научный интерес. Это связано с тем, что на границах ареалов млекопитающие приобретают различные особенности, это могут быть как морфологические, так и генетические особенности. Сеть региональных ООПТ (6,8% от площади региона) насчитывает 21 заказник и 99 памятников природы. В 2018 г. правительством области был разработан проект по созданию 10 новых и увеличению площади 7 существующих памятников природы.

Новосибирская область характеризуется значительным биологическим разнообразием. Растительный мир региона насчитывает более 1350 видов. Животный мир включает более 3500 видов: (млекопитающих – 80, птиц – 366, рыб – 34, земноводных – 7, пресмыкающихся – 6 видов), из которых под охраной находятся 10% млекопитающих, 21% птиц, 26,5% рыб и 16,7% пресмыкающихся. За последние годы в регионе было отмечено сокращение популяции земноводных и пресмыкающихся, ос-

новным фактором негативного воздействия на их численность являются антропогенные изменения среды, в частности загрязнение водоемов. ООПТ Новосибирской области представлены двумя участками: заповедник «Васюганский» и заказник федерального значения «Кирзинский». «Васюганский», располагающийся на границе Новосибирской и Томской областей, является самым молодым и большим по площади.

В биологическом разнообразии *Омской области* преобладают беспозвоночные (около 30 тыс. видов). Растительный мир насчитывает 1621 вид, животный мир представлен 368 видами, включающими в себя 68 видов млекопитающих, 260 птиц, 30 рыб, 6 земноводных, 4 пресмыкающихся. На территории Омской области расположены «Баировский» и «Степной» государственные природные заказники зоологического профиля. Биологическое разнообразие Баировского заказника достигает 2500–3000 видов. В заказнике ежегодно гнездятся не менее 5 тыс. водоплавающих птиц. Степной заказник был создан для сохранения одного из крупнейших мест в Западной Сибири, где происходит линька водоплавающей птицы.

Современное биологическое разнообразие *Тюменской области* представлено 315 видами растений и животных, находящихся под охраной, из которых под угрозой исчезновения находится 31 вид, редких 176 видов, сокращающихся в численности 54 вида. Под охраной государства находятся 22,2% видов млекопитающих, 13,6% видов птиц, 2,1% видов рыб, 50,0% пресмыкающихся. Природно-экологический каркас Тюменской области включает в себя 100 объектов особо охраняемых природных территорий, в том числе 2 заказника федерального значения, 36 заказников регионального, 61 памятник природы регионального значения и 1 экологический полигон.

Основные характеристики природно-заповедного фонда степных регионов Азиатской России

Регион	Площадь региона, тыс. га	Площадь ООПТ всех категорий, тыс. га	Общее число охраняемых видов флоры и фауны, ед.	Затраты на сохранение биоразнообразия и охрану природных территорий, млн руб.
Республика Башкортостан	14294,7	1009,0	398	2
Оренбургская область	12370,2	319,4	334	2
Курганская область	7148,8	492,0	364	0,3
Челябинская область	8852,9	1597,0	439	0,4
Тюменская область	16012,2	899,6	315	3
Алтайский край	16799,6	891,0	366	0,2
Новосибирская область	17775,6	2109,3	345	0,5
Омская область	14114	1057,3	382	0,3

Данный природный комплекс играет значительную роль в сохранении биологического разнообразия региона. В том числе подлежат охране ценные охотничьи виды животных. Для охраны и воспроизводства охотничьих ресурсов, а также среды обитания охотничьих животных созданы Белозерский государственный природный зоологический заказник и Тюменский государственный заказник.

Челябинская область представлена 1679 видами растений и 444 видами животных, из них под охрану взяты 439 видов. Из общего числа охраняемых видов доля млекопитающих составляет – 20%, птиц – 16,7%, рыб – 10%, пресмыкающихся – 45,5%, сосудистых растений – 45,8%. Можно отметить, что из всего биологического разнообразия, находящегося под охраной, 56% это редкие виды, а доля сокращающихся в численности видов – 25,1%.

Создание системы ООПТ на территории Челябинской области началось в 1960-е гг., с целью сохранения биологического разнообразия региона и уникальных ландшафтных комплексов. Особо охраняемые природные территории в Челябинской области представлены 3 объектами федерального уровня: Ильменским заповедником и двумя национальными парками («Зюраткуль» и «Таганай»). В ООПТ регионального уровня входят 20 заказников, 128 памятников природы и 1 курорт. ООПТ местного значения представлены тремя объектами: городским парком, памятником ландшафтной архитектуры и мемориальным деревом.

В *Оренбургской области* в 2018 г. насчитывалось 346 объектов ООПТ всех категорий общей площадью 268,1 тыс. га. За последние годы, как на всей территории области, так и на территориях ООПТ всех уровней, активно проходили мониторинговые исследования животного мира. Наиболее эффективным способом охраны редких и исчезающих видов растений и животных в Оренбуржье является поддержание действующих и создание новых ООПТ [12]. Полученные исследовательские данные биоразнообразия на таких территориях становятся ценным материалом для ведения Красной книги Оренбургской области. Биологическое разнообразие Оренбуржья представлено 330 видами растений и животных, занесенных в региональную Красную книгу [13], из них 177 видов сосудистых растений, 162 вида животных и 14 видов грибов.

По последним данным растительный мир *Алтайского края* насчитывает

2186 видов, более 350 видов растений являются адвентивными благодаря хозяйственной деятельности человека. На территории края 158 видов сосудистых растений находятся под охраной. По результатам учета в 2018 г. насчитывалось видов: млекопитающих 86 (охраняется – 23), птиц 332 (охраняется – 85), земноводных 5 (охраняется – 1), пресмыкающихся 9 (охраняется – 3). Из 366 видов растений и животных, находящихся под охраной, редкими являются 220 видов, а сокращающихся в численности насчитывается 101 вид. В 2018 г. на территории Алтайского края продолжалась работа по реализации схемы развития и размещения ООПТ. По состоянию на 2018 г. в регионе функционируют 107 ООПТ краевого значения, общей площадью 849,5 тыс. га. К 2024 г. в Алтайском крае планируется создать национальный парк «Тогул» площадью 160 тыс. га. Основной целью создания будет сохранение типичных и уникальных природных комплексов таежных низкогорий Салаирского кряжа в условиях интенсивной антропогенной нагрузки на прилегающие территории.

Заключение

Одна из важнейших задач министерств и ведомств, научных учреждений и природоохранных организаций – содействовать созданию условий для восстановления экосистем, в свою очередь состоящих из многих компонентов, наиболее уязвимые из которых это редкие виды биоты. В 2001 г. была разработана Национальная стратегия сохранения биоразнообразия, спустя почти 20 лет актуальность её задач только возросла, и теперь они решаются также в рамках национального проекта «Экология». Сохранение биологического разнообразия в современных условиях представляется невозможным без создания официальных документов, содержащих сведения о состоянии и распространении находящихся под угрозой исчезновения редких видов животных, растений и грибов – таким официальным документом является Красная книга. Важно отметить, что особой охране подлежат не только сами редкие виды, но и места, ареалы их обитания. Поэтому невозможно эффективно решать проблему сохранения краснокнижных видов, сокращая площади заповедных территорий. В степных регионах азиатской части России необходимо продолжать работы по увеличению площадей охраняемых территорий, созданию буферных зон и коридоров природно-экологического каркаса, организации различных форм ООПТ.

Статья подготовлена в рамках темы «Степи России: ландшафтно-экологические основы устойчивого развития, обоснование природоподобных технологий в условиях природных и антропогенных изменений окружающей среды» (№ ГР АААА-А17-117012610022-5).

Список литературы / References

1. Чибилёв А.А., Тишков А.А. История заповедной системы России. М.: РГО, Постоянная природоохранительная комиссия, 2018. 218 с.

Chibilev A.A., Tishkov A.A. The history of the reserve system of Russia. M.: Russian Geographical Society, Permanent Environmental Commission, 2018. 218 p. (in Russian).

2. Чибилёв А.А. (мл.), Падалко Ю.А. Пространственное распределение ООПТ федерального значения Российской Федерации по административно-территориальным единицам и водосборным бассейнам // Проблемы региональной экологии. 2014. № 1. С. 223–229.

Chibilev A.A. (ml.), Padalko Yu.A. Spatial distribution of protected areas of federal significance of the Russian Federation by administrative-territorial units and drainage basins // Problems of Regional Ecology. 2014. № 1. P. 223–229 (in Russian).

3. Чибилёв А.А. (мл.) К вопросу об административной демаркации границ степного пояса России и устойчивом развитии его социально-экономических геосистем // Проблемы социально-экономической географии и природопользования: сборник трудов Всероссийской конференции. Ростов н/Д., 2017. С. 112–117.

Chibilev A.A. (ml.) On the issue of administrative demarcation of the borders of the steppe belt of Russia and the sustainable development of its socio-economic geosystems // Problems of socio-economic geography and environmental management: proceedings of the All-Russian Conference. Rostov-on-Don, 2017. P. 112–117. (in Russian).

4. Губко Г.В. Оценка эффективности, безопасности и надежности управления особо охраняемыми природными территориями // Экономическое возрождение России. 2010. № 3. С. 143–155.

Gubko G.V. Evaluation of the effectiveness, safety and reliability of management of specially protected natural areas // Economic Revival of Russia 2010. № 3. P. 143–155 (in Russian).

5. Петухов Р.В., Романов В.В. Эффективность работы заповедников и парков // Финансово-экономический журнал «Бюджет». 2015. № 02. С. 60–61.

Petukhov R.V., Romanov V.V. The effectiveness of the reserves and parks // Financial and economic journal «Budget». 2015. № 02. P. 60–61 (in Russian).

6. Методика оценки природоохранной эффективности особо охраняемых природных территорий и их региональных систем. М.: WWF России, 2012. 284 с.

Methodology for assessing the environmental effectiveness of specially protected natural areas and their regional systems. M.: WWF Russia, 2012. 284 p. (in Russian).

7. Бузмаков С.А., Овеснов С.А., Шепель А.И., Зайцев А.А. Методические указания «Экологическая оценка состояния особо охраняемых природных территорий регионального значения» // Географический вестник. 2011. № 2 (17). С. 49–59.

Buzmakov S.A., Ovesnov S.A., Shepel A.I., Zaitsev A.A. Guidelines «Environmental assessment of the state of specially protected natural territories of regional significance» // Geographical Bulletin. 2011. № 2 (17). P. 49–59 (in Russian).

8. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2019: Стат. сб. / Росстат. М., 2019. 1204 с.

Regions of Russia. Socio-economic indicators. 2019: Stat. Sat. / Rosstat. M., 2019. 1204 p. (in Russian).

9. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году». М.: Минприроды России; НПП «Кадастр», 2019. 844 с.

State report «On the State and Environmental Protection of the Russian Federation in 2018». M.: Ministry of Natural Resources of Russia; NPP Cadastre, 2019. 844 p. (in Russian).

10. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / Министерство природных ресурсов и экологии РФ и Росприроднадзор. М., 2008. 488 с.

The Red Book of the Russian Federation (plants and mushrooms) / Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation and Rosprirodnadzor. M., 2008. 488 p. (in Russian).

11. Красная книга Российской Федерации (животные). Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: http://www.mnr.gov.ru/docs/strategii_i_doktriny/strategiya_sokhraneniya_redkikh_vidov_zhivotnykh/128273 (дата обращения: 18.02.2020).

The Red Book of the Russian Federation (animals). Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation [Electronic resource]. URL: http://www.mnr.gov.ru/docs/strategii_i_doktriny/strategiya_sokhraneniya_redkikh_vidov_zhivotnykh/128273 (accessed: 18.02.2020) (in Russian).

12. Чибилёв А.А. (мл.), Падалко Ю.А., Семёнов Е.А., Руднева О.С., Соколов А.А., Григорьевский Д.В., Мелешкин Д.С. Очерки экономической географии Оренбургского края. Том II. Оренбург: ИС УрО РАН, 2018. 144 с.

Chibilev A.A. (jr.), Padalko Yu.A., Semenov E.A., Rudneva O.S., Sokolov A.A., Grigorevsky D.V., Meleshkin D.S. Essays on the economic geography of the Orenburg region. Volume II. Orenburg: IS of UB RAS, 2018. 144 p. (in Russian).

13. Красная книга Оренбургской области: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов: официальное издание / Министерство природных ресурсов, экологии и имущественных отношений Оренбургской области, Оренбургский государственный педагогический университет, Институт степи Уральского отделения Российской академии наук. Воронеж: ООО «МИР», 2019. 488 с.

The Red Book of the Orenburg Region: Rare and Endangered Species of Animals, Plants, and Mushrooms: Official publication / Ministry of Natural Resources, Ecology and Property Relations of the Orenburg Region, Orenburg State Pedagogical University, Steppe Institute of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Voronezh: LLC «MIR», 2019. 488 p. (in Russian).