УСПЕХИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

№ 2 2021

ISSN 1681-7494

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ – 0,823

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

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

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

Подписной индекс по электронному каталогу «Почта России» – П7816

Главный редактор

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

Зам. главного редактора

Курзанов Анатолий Николаевич, д.м.н., профессор

Ответственный секретарь редакции

Бизенкова Мария Николаевна, к.м.н.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

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

Свидетельство – **ПИ № ФС 77-63398.**

Все публикации рецензируются. Доступ к электронной версии журнала бесплатный.

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ – 0,823.

Пятилетний импакт-фактор РИНЦ – 0,300.

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

Журнал включен в Реферативный журнал и Базы данных ВИНИТИ.

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

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

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

Подписано в печать – 27.02.2021
Дата выхода номера – 29.03.2021

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

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

Способ печати – оперативный.
Распространение по свободной цене.
Усл. п.л. 17,38
Тираж – 1000 экз.
Заказ. УСЕ/2-2021
Подписной индекс П7816

© ООО ИД «Академия Естествознания»

СОДЕРЖАНИЕ

Сельскохозяйственные науки (06.01.00, 06.03.00)

СТАТЬИ

РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕРВИЧНОЙ ИНТРОДУКЦИИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА ИРГА (*AMELANCHIER* MEDIK) В УСЛОВИЯХ ГОРНОГО ДАГЕСТАНА

Габибова А.Р., Залибеков М.Д. 7

ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОЩАДИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ ПО ЛЕСНЫМ РАЙОНАМ В РЕСПУБЛИКЕ УДМУРТИЯ

Жижин С.М., Залесов С.В., Магасумова А.Г. 12

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ШЛАМОВЫХ АМБАРОВ ПОСАДКОЙ ЧЕРЕНКОВ ИВЫ В УСЛОВИЯХ ПОДЗОНЫ СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ

Морозов А.Е., Белов Л.А., Залесов С.В., Осипенко Р.А. 19

РЕЙТИНГ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПО МНОГОФАКТОРНОМУ АНАЛИЗУ ВЫВОЗКИ ДРЕВЕСИНЫ С ЛЕСНЫХ УЧАСТКОВ

Мохирев А.П., Рукомойников К.П., Мазуркин П.М. 26

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СЕВЕРОАМЕРИКАНСКИХ ВИДОВ СОСНЫ ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В ПРИМОРСКОМ КРАЕ

Репин Е.Н. 34

АНАЛИЗ БИОРЕСУРСНЫХ КОЛЛЕКЦИЙ ПО КЛИМАТИЧЕСКИМ РИТМАМ И ФЕНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССАМ

Семенютина А.В., Хужахметова А.Ш., Долгих А.А., Семенютина В.А., Цой М.В. 39

УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО КЛУБНЕЙ НОВЫХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ

Усанова З.И., Лесных П.А. 46

НОВАЯ МЕТОДИКА И АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ДИСТАНЦИОННОЙ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ЛЕСОВ

Хлюстов В.К., Ганихин А.М., Хлюстов Д.В. 51

Науки о Земле (25.00.00)

СТАТЬИ

СПОСОБ ЗАКЛАДКИ ВЫРАБОТАННОГО ПРОСТРАНСТВА ПРИ ВОСХОДЯЩЕМ ПОРЯДКЕ ОТРАБОТКИ РУДНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ

Аллабердин А.Б. 64

НАУЧНЫЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К АНАЛИЗУ СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ СПОРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ (НА ПРИМЕРЕ ПОЧАИНСКОГО ОВРАГА ГОРОДА НИЖНЕГО НОВГОРОДА)

Арефьева С.В., Кротова Е.А., Петрова Е.Н. 70

ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УПРАВЛЕНИИ АГРОПРОМЫШЛЕННЫМ КОМПЛЕКСОМ РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ

Беляева А.В., Тесленок С.А., Печнов В.И. 76

К ВОПРОСУ О КЛАССИФИКАЦИИ ГИДРОНИМОВ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Бессмертный И.В., Меринова Ю.Ю., Петров В.В. 82

К ИЗУЧЕНИЮ ГЕОГРАФИЧЕСКОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОПУЛЯЦИЙ НЕКОТОРЫХ РЕДКИХ ВИДОВ СОКОЛООБРАЗНЫХ И СОВ В ИНТРАЗОНАЛЬНЫХ ЛЕСНЫХ МАССИВАХ ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Важов С.В., Важов В.М., Яськов М.И., Черемисин А.А. 88

ОСВОЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗЕМЕЛЬ ПРИОЛЬХОНЬЯ

Зверева Н.А. *94*

ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЛЕСНЫХ ФОРМАЦИЙ В СРЕДНЕМ ТЕЧЕНИИ НИЖНЕЙ ТУНГУСКИ В ПОСЛЕЛЕДНИКОВОЕ ВРЕМЯ

Кошкаров А.Д., Кошкарова В.Л. *100*

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИОНОВ МЕДИ, МАРГАНЦА И ЖЕЛЕЗА ИЗ ПРИРОДНЫХ И СТОЧНЫХ ВОД

Пимнева Л.А., Пинигина И.А., Решетова А.А. *107*

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К АНАЛИЗУ ИЗМЕНЕНИЯ ПОЛИТИЧЕСКОГО ЛАНДШАФТА МОРДОВИИ

Сарайкина С.В., Сотова Л.В. *114*

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИГОДНОСТИ ГЛОБАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ GECO, EGM2008 И EIGEN-6C4 ДЛЯ ТЕРРИТОРИИ ВЬЕТНАМА

Фунг Ч.Т., Елшеви М.А., Эль Мокдад Б.Р., Куликовский Д.Р. *122*

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ МЕТАНА ИЗ ПЛАСТОВ-СПУТНИКОВ

Цыганков Д.А., Осипова Т.В. *127*

ГОРНОДОБЫВАЮЩАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Шведов В.Г., Ткаченко Г.Г., Ушаков Е.А., Чурзина А.А. *132*

CONTENTS

Agricultural sciences (06.01.00, 06.03.00)

ARTICLES

RESULTS OF PRIMARY INTRODUCTION OF REPRESENTATIVES OF THE GENUS SHADBERRY (*AMELANCHIER* MEDIK) IN THE CONDITIONS OF MOUNTAIN DAGESTAN

Gabibova A.R., Zalibekov M.D. 7

THE AREA OF AGRICULTURAL LAND CHANGE DEPENDING ON FOREST AREAS IN THE REPUBLIC OF UDMURTIA

Zhizhin S.M., Zalesov S.V., Magasumova A.G. 12

THE EFFECTIVENESS OF SLUDGE PITS RECULTIVATION BY PLANTING WILLON CUTTINGS IN THE NORTHERN TAIGA SUBZONE

Morozov A.E., Belov L.A., Zalesov S.V., Osipenko R.A. 19

RATING OF EXPERIMENTS ON MULTI-FACTOR ANALYSIS OF WOOD REMOVAL FROM FOREST PLOTS

Mokhirev A.P., Rukomoynikov K.P., Mazurkin P.M. 26

BIOLOGICAL FEATURES OF NORTH AMERICAN PINE SPECIES IN THE PRIMORSKY KRAI

Repin E.N. 34

ANALYSIS OF BIORESOURCE COLLECTIONS BY CLIMATIC RHYTHMS AND PHENOLOGICAL PROCESSES

Semenyutina A.V., Huzhahmetova A.Sh., Dolgih A.A., Semenyutina V.A., Tsoy M.V. 39

YIELD AND QUALITY OF TUBERS OF NEW POTATO VARIETIES IN THE CONDITIONS OF THE CENTRAL NON-CHERNOZEM REGION

Usanova Z.I., Lesnykh P.A. 46

NEW METHODOLOGY AND ANALYTICAL SYSTEM FOR REMOTE FOREST INVENTORY

Khlyustov V.K., Ganikhin A.M., Khlyustov D.V. 51

Earth sciences (25.00.00)

ARTICLES

METHOD OF LAYING THE WORKED-OUT SPACE IN THE ASCENDING ORDER OF MINING OF ORE DEPOSITS

Allaberdin A.B. 64

SCIENTIFIC AND PRACTICAL APPROACHES TO ANALYSIS OF SOCIAL AND ENVIRONMENTAL SITUATIONS ON DISPUTED TERRITORIES (BASED ON AN EXAMPLE OF THE POCHAINSKIY OVRAG RAVINE IN NIZHNY NOVGOROD, RUSSIA)

Arefyeva S.V., Krotova E.A., Petrova E.N. 70

EXPERIENCE AND PROSPECTS OF USING NEW TECHNOLOGIES IN THE MANAGEMENT OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX OF THE REPUBLIC OF MORDOVIA

Belyaeva A.V., Teslenok S.A., Pechnov V.I. 76

TO THE ISSUE OF LOWER DON HYDRONYMS CLASSIFICATION

Bessmertnyy I.V., Merinova Yu.Yu., Petrov V.V. 82

TO STUDYING THE GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION OF THE POPULATIONS OF SOME RARE SPECIES OF FALCULAR AND OWL IN THE INTRAZONAL FOREST MASSES OF THE SOUTH OF WESTERN SIBERIA

Vazhov S.V., Vazhov V.M., Yaskov M.I., Cheremisin A.A. 88

DEVELOPMENT AND USE OF LANDS OF PRIOL'KHON REGION

Zvereva N.A. 94

ECOLOGICAL AND GEOGRAPHICAL FEATURES OF FOREST FORMATION FORMATION IN THE MIDDLE CURRENT OF THE LOWER TUNGUSKA IN LAST LATE TIME

Koshkarov A.D., Koshkarova V.L. 100

THE EXTRACTION OF IONS OF COPPER, MANGANESE AND IRON FROM NATURAL WATERS AND WASTEWATERS

Pimneva L.A., Pinigina I.A., Reshetova A.A. 107

METHODOLOGICAL APPROACH TO THE ANALYSIS OF CHANGES IN THE POLITICAL LANDSCAPE OF MORDOVIA

Saraykina S.V., Sotova L.V. 114

STUDY OF THE SUITABILITY OF GLOBAL MODELS GECO, EGM2008 AND EIGEN-6C4 TO THE TERRITORY OF VIETNAM

Phung Trung Thanh, Elshevi M.A., El Mokdad B.R., Kulikovskiy D.R. 122

INCREASING THE EFFICIENCY OF METHANE EXTRACTION FROM SATELLITE SEAMS

Tsygankov D.A., Osipova T.V. 127

MINING INDUSTY OF THE ARCTIC ZONE OF THE FAR EAST: PROBLEMS AND PROSPECTS FOR DEVELOPMENT

Shvedov V.G., Tkachenko G.G., Ushakov E.A., Churzina A.A. 132

СТАТЬИ

УДК 631:582.521.41:581.522.4(470.67)

РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕРВИЧНОЙ ИНТРОДУКЦИИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА ИРГА (*AMELANCHIER* MEDIK) В УСЛОВИЯХ ГОРНОГО ДАГЕСТАНА

Габибова А.Р., Залибеков М.Д.

ФГБУН ДФИЦ РАН «Горный ботанический сад», Махачкала, e-mail: aminat-gabibova@yandex.ru

В представленной работе приведены результаты изучения нетрадиционных для Горного Дагестана представителей рода ирги *Amelanchier* Medik. Данные виды растений отмечены высокими показателями лечебных свойств и могут быть рекомендованы в профилактическом питании. Изучение особенностей биологии и выращивания растений этого рода в экстремальных условиях является весьма значимым. Исследования проводились на Гунибской экспериментальной базе Горного ботанического сада на высоте 1700 м над уровнем моря. Приводятся основные показатели по результатам изучения 5 видов ирги: ирга колосистая (*A. spicata* (Lam.) Koch.), ирга канадская (*A. canadensis* (Z.) Medik), ирга кроваво-красная (*A. sanquinea* (Purch)), ольхолистная (*A. alnifolia*) и ирга обильноцветущая (*A. florida* (Lindl.)) – в условиях Гунибского плато (1700 м над ур. м.) и Цудахара (1100 м над ур. м.) за период 1994–2018 гг. Показаны биологические и агротехнические характеристики выращивания растений видов рода *Amelanchier Medik.*: размножение, варианты посадки кустов, урожайность и рост. Изучаемые виды показали высокий уровень зимостойкости у изучаемых видов. В отдельные годы отмечены незначительные подмерзания побегов у ирги колосистой (до 10–15%), которые не отразились на её росте и плодоношении. Оценка засухоустойчивости растений ирги показала, что все пять видов проявляли среднюю и высокую устойчивость к засухе. Возможность семенного размножения является существенным преимуществом ирги перед многими плодово-ягодными культурами, которых размножают в основном вегетативно. По морфологии куста, листьев, урожайности, по признакам плодов большинство растений ирги, выращенных из семян, показали низкую вариабельность. Установлено, что все интродуцированные виды имеют высокий адаптивный потенциал и хорошую возможность выращивания в условиях Горного Дагестана.

Ключевые слова: *Amelanchier* Medik, ирга, интродукция, горные условия, рост и урожайность, лечебные качества, размножение, Дагестан

RESULTS OF PRIMARY INTRODUCTION OF REPRESENTATIVES OF THE GENUS SHADBERRY (*AMELANCHIER* MEDIK) IN THE CONDITIONS OF MOUNTAIN DAGESTAN

Gabibova A.R., Zalibekov M.D.

Mountain Botanical garden, Dagestan scientific center, Makhachkala, e-mail: aminat-gabibova@yandex.ru

The work is devoted to the study of non-traditional representatives of the irgi genus Amelanchier Medik. in Dagestan. These types of plants have very valuable therapeutic and preventive properties. The study of the biology and cultivation of plants of this genus in extreme climatic conditions of Mountain Dagestan is very relevant. The research was conducted at the Gunib experimental base of the Mountain Botanical garden at an altitude of 1700 m. above the sea. The main results of the study of 5 species of shadberry are presented: A. spicata (Lam.) Koch., A. canadensis A. (Z.) Medic, A. sanquinea (Purch), A. alnifolia and A. florida (Lindl.) in the conditions of the Gunib plateau (1700 m above sea level. m) and Tsudakhar (1100 m above sea level. M.) for the period 1994-2018. The biological and agrotechnical characteristics of Amelanchier Medik. cultivation are given: reproduction, planting and placement of bushes, growth and yield. The studied species showed a high level of winter hardiness in the studied species. In some years, there were slight freezing of shoots in A. spicata (up to 10-15%), which did not affect its growth and fruiting. The assessment of the drought resistance of Amelanchier plants showed that all five species showed medium and high resistance to drought. The possibility of seed propagation is a significant advantage of Amelanchier over many fruit and berry crops, which are propagated mainly vegetatively. Most irgi plants grown from seeds are relatively similar in terms of Bush morphology, leaves, yield, size, shape, and color of fruits. It was found that all the tested species showed a high adaptive potential and a good possibility of growing in Mountain Dagestan.

Keywords: *Amelanchier* Medik, introduction, shadberry, mountain conditions, growth and yield, medicinal qualities, reproduction, Dagestan

Актуальной задачей ботанических садов является исследование новых перспективных видов растений, обладающих ценными хозяйственными признаками, и выявление приспособленных к условиям выращивания видов и сортов. Одними из таких растений являются представители рода *ирга* (*Amelanchier* Medik). Высокая устойчивость к зимним морозам, нетребовательность к почвенным и климатическим условиям, ежегодная высокая урожайность, хорошие вкусовые и лечебные качества плодов, устойчивость к биопатогенам – все эти показатели делают иргу одним из интересных растений для высокогорных районов с жестким климатом [1–3]. Работа посвящена памяти главного научного сотрудника, к.с.-х.н. Газиева Махача Абдулманаповича.

В природе представители рода *Amelanchier* чаще всего встречаются в Северной Америке. В Европе достаточно обширное распространение уже с XVI века получили виды ирги *A. spicata*, *A. grandiflora*, *A. lamarckii, A. confuse, A. alnifolia, A. canadensis и A. arborea* [1].

В природной флоре Кавказа род представлен только одним видом – *A. rotundifolia* (Lam.) Dum. – *и. круглолистная*. В естественных условиях этот вид произрастает на Кавказе (в Дагестане) и в Крыму, поднимаясь до 1900 м над ур. м. [3].

Растения ирги представлены крупными кустарниками или небольшими деревцами с простыми черешковыми тёмно-зелёными листьями с сизым оттенком, мелкими белыми цветками и чёрными плодами с синеватым отливом. Куст живет 50–60 лет, причем на смену усыхающим через 15–20 лет побегам вырастают новые.

Свое применение нашла ирга и в народной медицине для лечения болезней печени, почек, сердца, желудка и других заболеваний. Употребление плодов ирги действует успокаивающе на нервную систему, нормализуя сон, и укрепляет общее состояние организма. Ягоды используют для профилактики язвенной болезни и как противовоспалительное средство [4].

В культуре на Кавказе выращиваются четыре вида ирги: *и. азиатская (A. asiatica* (Sieb. et Zucc.) Endl.), *и. канадская* (*A. canadensis* (Z.) Medic), *и. кроваво-красная* (*A. sanquinea* (Purch)), и *и. колосистая* (*A. spicata* (Lam.) Koch.). Из всех видов ирги заслуживающими внимание являются ирга колосистая и канадская, как съедобные ягодные культуры [5; 6].

Впервые иргу для выращивания в России заметил сибирский плодовод И.П. Бедро [6], изучавший растение в Минусинске (Енисейская губерния) в начале XX века и рекомендовавший ее для широкого распространения в Сибири. Так, с 1950 г. иргу начали выращивать в промышленных садах Пермской области [7].

Цель работы – выявление биологических показателей представителей рода *Amelanchier* при интродукции в условиях Горного Дагестана и выделение наиболее ценных источников хозяйственных признаков для дальнейших селекционных исследований.

Для целедостижения были поставлены следующие задачи:

– выявить особенности фенологических наблюдений за интродуцированными видами ирги и потенциал адаптации к горным условиям Дагестана;

– оценить продуктивность и урожайность интродуцированных видов ирги;

– выделить наиболее перспективные виды ирги для дальнейшей рекомендации выращивания в горных условиях Дагестана.

Материалы и методы исследования

В коллекции Горного ботанического сада проходят первичную интродукцию 5 видов: *ирга колосистая* (*A. spicata*), *и. канадская* (*A. canadensis)*, *и. кроваво-красная* (*A. sanquinea*), *и. ольхолистная* (*A. alnifolia*) и *и. обильноцветущая* (*A. florida*). Семена были получены по обменному фонду.

Впервые в условиях Дагестана с 2008–2018 гг. для изучения ирги проводили наблюдения на Гунибской экспериментальной базе (Гунибское плато) на высоте 1750 м над ур. моря. Два вида – *и. колосистая* (*A. spicata*) и *и. обильноцветущая* (*A. florida*) – высажены на Цудахарской экспериментальной базе на высоте 1100 м над ур. моря.

Исследования проводились в соответствии с общепринятыми методическими руководствами [8; 9]. Изучались основные фазы вегетации с целью выявления отношения ирги к экологическим условиям изучаемого района – рост и урожайность, зимостойкость. Оценку и учет урожая проводили в среднем на куст весовым методом. При определении коэффициента вариации количественных признаков в качестве меры изменчивости использовалась эмпирическая шкала С.А. Мамаева [8].

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты фенологических наблюдений показали, что в условиях экспериментальной базы на Гунибском плато растения ирги начинают вегетацию во второй декаде апреля, с колебаниями в отдельные годы с третьей декады марта (2008 г.) до первой декады апреля (2018 г.). Листопад завершается в основном во второй декаде октября, продолжительность вегетационного периода 190 дней. Листья средней величины острозубчатые, темно-зеленой окраски при распускании беловойлочные, летом темнозеленые, осенью – оранжево-красные.

Бутонизация совпадает с началом распускания листьев и приходится в основном на первую декаду мая. Цветки белые, цветение завершается во второй и третьей декаде мая, продолжительность 20 дней. Плодовая кисть до 5,6 см длины, среднее количество

цветков в кисти 12,3 шт., ягод – 9,2 шт. Завязываемость ягод в кисти 75%. Созревание плодов идет неравномерно в течение 20–30 дней, начинается с конца июня и продолжается до середины июля. Ягоды округлой формы, темно-пурпуровые. Средний размер плодов от 5/5 до 10/10 мм, масса ягоды 0,78 г, минимальная 0,74 г, максимальная 0,82 г, количество семян в ягоде – 6,5 шт. (табл. 1).

Плодоносить начинают с третьего года посадки (24 г в среднем с 1 куста), стабильный урожай начинают давать с шестого года (170 г). Созревание плодов неодновременное на кисти у ирги, поэтому сбор урожая производят вручную в несколько приемов по мере созревания ягод. Вкус плодов пресно-сладкий. Свежие ягоды можно хранить 2–3 дня в комнатных условиях для употребления без вреда для качества.

И. колосистая – урожайное растение, она отзывчива на хороший уход, при подкормках и поливах хорошо растет и может дать в период полного плодоношения до 14 кг с куста [7]. Однако из-за неблагоприятных условий климата Гунибского плато максимальный урожай за годы исследований здесь составил до 1,5 кг (на 11–13 годы посадки).

И. колосистая зимостойка (переносит морозы до -40–50 °С, поднимаясь на высоту до 1900 м над ур. м.). Цветы достаточно устойчивы к весенним заморозкам, выдерживают понижение температуры до -7 °С [10]. В условиях Гунибского плато повреждается морозами лишь в отдельные годы, среднее повреждение у нее за годы наблюдений составило 10%.

Зима 2008/2009 гг. для ирги оказалась экстремальной из-за засушливого лета 2008 г. В этот год общее повреждение кроны кустов составило более 59%, причем в основном были повреждены до 90% слабые кусты. Основные данные биометрических измерений роста и плодоношения приведены в табл. 2.

Таблица 1

Фенология видов ирги на Гунибской экспериментальной базе

Вид	Начало вегетации	Начало цветения	Конец цветения	Созревание плодов	Опадение листьев
Ирга колосистая	II дек. 04	I дек. 05	III дек. 05	III дек. 06	II дек. 10
Ирга канадская	III дек. 03	II дек. 05	I дек. 06	II дек. 07	II дек. 11
Ирга кроваво-красная	I дек. 04	I дек. 05	II дек. 06	I дек. 07	III дек. 10
Ирга ольхолистная	I дек. 04	II дек. 05	III дек. 06	I дек. 07	I дек. 11
Ирга обильноцветущая	II дек. 04	I дек. 05	II дек. 06	I дек. 07	III дек. 10

Таблица 2

Показатели роста и плодоношения видов ирги в коллекциях на Гунибской и Цудахарской экспериментальной базах

Виды ирги, место посадки, средние данные за годы наблюдений и количество кустов	Кол-во разветв. шт.	Выс. куста см	Шир. куста, см	Общ. прир. побегов, см	Кол. побегов, шт.	Сред. длина побега, см	Кол. ягод на кусте, шт.	Ср. масса ягод, г.	Урож. с одного куста, г
A. canadensis	2,4	119	42	96	9,6	10,7	13	0,80	10,4
A. sanguine	2	53	28	86	8,3	10,3	4,2	1,12	4,7
A. alnifolia	1,7	47	22	79	9,5	8,5	6,5	1,00	6,5
A. spicata	2,5	93	36	37	7,2	5,0	18	0,78	14,0
A. florida	3	89	43	215	18,7	11	14	0,90	12,6
Коэффициент вариации CV%	24,9	33,8	28,5	73,8	48,2	30,8	60,2	15,3	40,1
X ± Sx	2,3 ± 0,2	70,5 ± 11,9	32,2 ± 4,59	104,2 ± 38,47	10,9 ± 2,63	8,7 ± 1,34	10,6 ± 3,22	0,9 ± 0,07	9,4 ± 2,27

Коэффициенты вариации габитуальных фенотипических ценопопуляций в посадках ирги колосистой в среднем за годы наблюдений в массе ягод (24,56 %) и длине плодовой кисти (25,49 %) характеризуются повышенным уровнем изменчивости. По всем остальным показателям был отмечен высокий и очень высокий уровень фенотипической изменчивости.

Растения *и. анадской* дают до 6 корнеотпрысков, рост побегов составил 20–25 см, молодые листья зеленые с розоватым цветом, осенью становятся темно-красными. Цветение продолжается 7–10 дней, цветки у этого вида крупные, расположены в рыхлых соцветиях до 25–28 мм. Средняя длина плодовой кисти 6,1 см, количество цветков в кисти 14,2 шт., ягод 12 шт. Полезная завязь составляет в среднем 84,5 %. Ягоды среднего размера, округлой формы, темно-пурпуровой окраски с сизым налетом, кисло-сладкие, с мясистой темно-розовой мякотью, созревают в начале августа. Средняя масса ягоды данного вида – 1,04 г, максимальная – 1,10 г. Вкус ягод кисло-сладкий, с многочисленными семенами от 6 до 9 шт. в ягоде, с удельным весом 9,9 %.

И. кроваво-красная в посадке с 2012 г. По состоянию на октябрь 2018 г. высота кустов составила 65 см, ширина 40 см, общий годовой прирост на куст до 100 см, средняя длина побега 10 см. Вегетирует с середины апреля до начала октября. Листья среднего размера, темно-зеленые, с незначительным опушением, овально-продолговатой формы со средней длиной листа 5,5 см. Ярко-зеленая окраска листьев осенью меняется на оранжевую. Цветение начинается в середине мая продолжительностью до 10 дней. Цветки крупные, с удлиненными лепестками. Плодовая кисть от 5,7 до 6,6 см длины. Ягоды округлой формы со средней массой 1,12 г. и максимальной – 1,29 г. В ягоде в среднем от 5 до 8 шт. семян, их удельный вес составляет 9,5 %. Количество ягод на кусте составило 12 шт. Вкус ягод сладкий. Родина – северо-восток Северной Америки. Кустарник до 3 м высотой.

Ирга ольхолистная в посадке с 2012 г. По состоянию на октябрь 2018 г. высота куста составила 60 см, ширина 35 см, общий годовой прирост на куст до 100 см, средняя длина побега 10 см. Листья простые, острозубчатые, светло-зеленой окраски. Цветение продолжительное, от 3 до 4 недель, цветки белые. Длина плодовой кисти 5–6 см, в кисти в среднем от 4 до 10 плодов. Плоды округлой формы, синевато-черные, сочные и умеренно сладкие, в кисти до 12 плодов, крупные (средняя масса 1,0 г). Количество ягод на кусте составило 16 шт.

И. ольхолистная – это обычно небольшое деревце или кустарник высотой до 2–4 м, образующий густые заросли в западной и центральной частях Северной Америки. В культуре с 1918 г., устойчив к засухе и морозам, не болеет и не повреждается вредителями [5; 10; 11].

На Цудахарской экспериментальной базе были посажены кусты *ирги колосистой* весной 2010 г. Из них только один куст дал три разветвления, остальные имели по одному стволу. Средний диаметр ствола составил 13 мм, высота кустов 104 см, ширина 47 см, общий прирост побегов 50 см. Урожай незначительный – до 10–35 ягод на кусте.

И. обильноцветущая в 2010 г. была получена посевом семян, в 2012 г. они были пересажены. К 2018 г. средняя высота кустов составила 89 см, ширина 43 см, образовали в среднем по три разветвления на куст, общий прирост на куст составил 215 см, количество плодов – от 9 до 30 ягод на куст.

Листья округлые, острозубчатые в верхней половине, средней величины, зеленые. Листовая пластинка снизу опушенная. Цветёт в апреле-мае продолжительностью 15–18 дней. Цветки белые с крупными лепестками, собраны в кисти – 13 шт., ягод – 10,6 шт. длина плодовой кисти 5,0 см, плоды округлые, тёмно-пурпурные, созревают в июле-августе. Завязываемость ягод 81,5 %. Средняя масса ягоды 0,90 г, максимальная 0,94 г, количество семян в ягоде – 9,9 шт., удельный вес семян в ягоде – 9,8 %. Вкус ягоды сладкий.

Отличается крупными цветками, обильным цветением и эффективными плодами. Размножается преимущественно корневой порослью и прививками.

Это куст до 4–5 м высотой. Вид не поражается болезнями и вредителями. Устойчив к засухе, выдерживает морозы 50 °С. Урожай с куста около 5,6 кг.

Коэффициенты вариации габитуальных фенотипических ценопопуляций в посадках видов ирги в среднем за годы наблюдений в средней массе ягод (15,26 %), в количестве разветвлений (24,87 %), ширине куста (28,46 %) характеризовались повышенным уровнем изменчивости. По всем остальным показателям были отмечены высокий и очень высокий уровень фенотипической изменчивости.

Ирга размножается семенами, порослью, черенками и делением кустов. При размножении семенами желательно стра-

тифицировать на протяжении трех месяцев при температуре +1+5 °С.

Вегетативно иргу размножают корневыми отпрысками (порослью), делением куста, зеленым черенкованием и прививкой. В наших исследованиях наиболее эффективным оказалось размножение ирги колосистой корневыми отпрысками, т.к. ирга в процессе своего роста дает большое количество корневых отпрысков, образующихся вокруг куста в радиусе до 1,5 метров. Таких корневых отпрысков на один куст ежегодно образуется до 5-6 шт.

Таким образом, на примере экспериментальных работ по ирге, проведенных на базах Горного ботанического сада, расположенных на двух высотах (1100 и 1750 м над ур. м.), можно утверждать, что условия выращивания в горном и высокогорном Дагестане вполне благоприятны для выращивания *и. колосистой (A. spicata), и. канадской (A. canadensis), и. кроваво-красной (A. sanquinea), и. ольхолистной (A. alnifolia)* и *и. обильноцветущей (A. florida)*, при условии размещения их на плодородных освещенных участках.

Выводы

1. Культура ирги является перспективной для рекомендации к выращиванию в условиях Горного Дагестана. Изучение видов ирги в условиях интродукции на двух высотах позволило выделить наиболее устойчивые и ценные виды по комплексу хозяйственно значимых характеристик: *и. колосистой (A. spicata)*, *и. канадской* (*A. canadensis*), *и. кроваво-красной* (*A. sanquinea*), *и. ольхолистной (A. alnifolia)* и *и. обильноцветущей* (*A. florida*).

2. Все виды, интродуцируемые в Горном ботаническом саду, за вегетационный период успевают пройти все основные фенологические фазы, что свидетельствует об их значительном адаптационном потенциале.

3. Исследование ирги в условиях Горного и Высокогорного Дагестана свидетельствует о высоком уровне зимостойкости у изучаемых видов. Незначительные подмерзания побегов (до 10–15 %), отмеченные у ирги колосистой в отдельные годы, никак не отразились на её росте и плодоношении. Все изученные виды показали среднюю и высокую степень засухоустойчивости.

4. Существенным преимуществом ирги оказалась возможность размножения семенами. Большинство растений ирги, выращенных из семян, по морфологии куста, листьев, урожайности, величине, форме и окраске плодов сравнительно одинаковы.

Список литературы / References

1. Корунчикова В.В. Особенности биологии, экологии и перспективы использования интродуцированных видов ирги // Бюллетень государственного Никитского ботанического сада. 2013. № 103. С. 25–32.

Korunchikova V.V. Peculiarities of biology, ecology and perspectives of using the introduced shadberry species// Bulleten Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada. 2013. № 103. P. 25–32 (in Russian).

2. Степанова А.В., Сорокопудов В.Н., Сорокопудова О.А., Степанова Д.В., Мячикова Н.И. Качество плодов видов ирги в условиях Белгородской области // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 1. [Электронный ресурс]. URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=11222 (дата обращения: 04.02.2021).

Stepanova A.V., Sorokopudov V.N., Sorokopudova O.A., Stepanova D.V., Myachikova N.I. Quality of fruits of types of the mespilus in the conditions of the Belgorod region// Sovremennie problemi nauki i obrazovaniya. 2014. № 1. [Electronic resource]. URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=11222 (date of access: 04.02.2021) (in Russian).

3. Цвелев Н.Н. О роде ирга (Amelanchier medik., Rosaceae) в Европейской России // Новости систематики высших растений. 2010. Т. 42. С. 174–177.

Tzvelev N.N. On the genus Amelanchier Medik. (Rosaceae) in the European Russia // Novosti sistematiki visshikh rastenii. 2010. T. 42. P. 174–177 (in Russian).

4. Лаксаева Е.А. Факторы, влияющие на накопление в плодах ирги биологически активных веществ // XXI век: Итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2011. № 1. С. 60–63.

Laksaeva E.A. Factors influencing accumulation of bioactive substances in berries of Amelanchier vulgaris // XXI vek: Itogi proshlogo i problemi nastoyashego plus. 2011. № 1. P. 60–63 (in Russian).

5. Стрельцина С.А., Бурмистров Л.А. Биохимический состав плодов ирги ольхолистной (*Amelanchier alnifolia* Nutt.) в условиях северо-западного региона России // Нетрадиционные и редкие растения, природные соединения и перспективы их использования: VII Международный симпозиум (Белгород, 24–27 мая 2006 г.). Белгород. 2006. Т. 1. С. 319–323.

Strel'cina S.A., Burmistrov L.A. Biochemical composition of the fruits of the alderberry irga (*Amelanchier alnifolia* Nutt.) in the conditions of the north-western region of Russia // Netradicionnye i redkie rasteniya, prirodnye soedineniya i perspektivy ih ispol'zovaniya: VII Mezhdunarodnyj simpozium (Belgorod, 24–27 maya 2006 g.). Belgorod, 2006. Vol. 1. P. 319–323 (in Russian).

6. Степанова А.В. Эколого-биологическая оценка генофонда ирги (A. medik.) при интродукции в условиях юго-запада ЦЧО: автореф. дис. … канд. биол. наук. Рамонь, 2015. 18 с.

Stepanova A.V. Ecological and biological assessment of the irgi genofond (A. medik.) when introduced in the south-west of the CCHR: avtoref. dis. … kand. biol. nauk. Ramon', 2015. 18 p. (in Russian).

7. Брыксин Д.М., Хромов Н.В. Основы промышленного возделывания жимолости и ирги в условиях Тамбовской области // Вестник МичГАУ. 2012. № 3. С. 89–93.

Bryksin D.M., Khromov N.V. The principles of commercial honeysuckle and serviceberry production in Tambov region // Vestnik MichGAU. 2012. № 3. P. 89–93 (in Russian).

8. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел, 1999. 605 с.

Program and methodology of variety study of fruit, berry and nut crops. Orel, 1999. 605 p. (in Russian).

9. Зайцев Г.Н. Математика в экспериментальной ботанике. М.: «Наука», 1990. 296 с.

Zajcev G.N. Mathematics in Experimental Botany. M.: «Nauka», 1990. 296 p. (in Russian).

10. Хромов Н.В. Оптимизация технологии возделывания ирги в условиях ЦЧР // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XII международной научной конференции. 2015. С. 104–107.

Khromov N.V. Optimization of irgi cultivation technology in the conditions of the CDR // Agroecologicheskye aspecti ustoichivogo razvitiya APK: materiali XII megdunarodnoy nauchnoy konferencii. 2015. P. 104–107 (in Russian).

11. Степанова А.В., Сорокопудов В.Н., Сорокопудова О.А., Степанова Д.В. Продуктивность некоторых видов рода Amelanchier Medik // Вестник НГАУ. 2012. № 2 (23). С. 26.

Stepanova A.V., Sorokopudov V.N., Sorokopudova O.A., Stepanova D.V. Productivity of some Amelanchier Medik varieties in Belogorje // Vestnik NGAU. 2012. № 2 (23). P. 26 (in Russian).

УДК 630.181:631.6(470.51)

ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОЩАДИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ ПО ЛЕСНЫМ РАЙОНАМ В РЕСПУБЛИКЕ УДМУРТИЯ

Жижин С.М., Залесов С.В., Магасумова А.Г.

ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», Екатеринбург, e-mail: Zalesovsv@m.usfeu.ru

Проанализировано изменение площади сельскохозяйственных угодий в Южно-таежном лесном районе европейской части Российской Федерации и в лесном районе хвойно-широколиственных (смешанных) лесов европейской части Российской Федерации на основании ключевых муниципальных образований Республики Удмуртия. На основе служебных и ведомственных материалов, натурных обследований и космических снимков высокого пространственного разрешения установлены причины сокращения площади пашни, сенокосов, пастбищ и залежи по ключевым муниципальным образованиям, характеризующим лесные районы. Подтверждено, что в Республике Удмуртия доля земель сельскохозяйственного назначения, исключенных из активного использования, в Южно-таежном лесном районе европейской части Российской Федерации значительно выше, чем в лесном районе хвойно-широколиственных (смешанных) лесов европейской части Российской Федерации. Основной причиной сокращения площади сельскохозяйственных угодий является зарастание их древесно-кустарниковой растительностью. При этом если зарастание площади сенокосов и пастбищ практически прекратилось из-за активного использования сохранившихся по прямому назначению, то зарастание пашни продолжается. Значительные площади сельскохозяйственных угодий изымаются также под расширение площади населенных пунктов, строительство промышленных площадных и линейных объектов. Данные территории переходят в земли других категорий и в последующем не могут быть возвращены для сельскохозяйственного использования. В целях минимизации ущерба от сокращения площади сельскохозяйственных земель рекомендуется площади, заросшие древесной растительностью, передать в лесной фонд для ведения лесного хозяйства. Участки, зарастающие древесной растительностью, с плодородием почвы, не обеспечивающим выращивание урожаев зерновых на уровне средних по муниципальному образованию за последние 4 года, также передать в лесной фонд для плантационного выращивания быстрорастущих древесных пород. Пашни, зарастающие древесной растительностью, с плодородием почв, обеспечивающим урожайность зерновых на уровне среднего по муниципальному образованию, подлежат возврату в сельскохозяйственные угодья, то есть раскорчевке и вспашке.

Ключевые слова: Республика Удмуртия, лесные районы, сельскохозяйственные угодья, зарастание древесной растительностью, плантации по выращиванию быстрорастущих древесных пород

THE AREA OF AGRICULTURAL LAND CHANGE DEPENDING ON FOREST AREAS IN THE REPUBLIC OF UDMURTIA

Zhizhin S.M., Zalesov S.V., Magasumova A.G.

Ural State Forestry University, Yekaterinburg, e-mail: Zalesovsv@m.usfeu.ru

The article deals with the analysis of the area of agricultural land change in the southern-taiga forest region al the Russian Federation European part and in coniferous (mixed) deciduous forest region of the Russian Federation European part carried out on the basic of key municipal enter prizes of the Republic. On the basic of official and departmental materials, field surveys and satellite image of high spatial resolution, the reasons for the area of arable land, hayfields, pastures and fallow can reduction in key municipalities characterizing forest areas have been established. It was confirmed that the share of agricultural land in Republic excluded from active use in the southern taiga forest region of the Russian Federation European part is significantly higher than in the forest region of coniferous broad-leaved mixed forests of the Russian Federation European part. The main reason for the agricultural land area reduction is their overgrowing with tree and shrub vegetation. Herewith if the overgrowth of hay fields and pastures area has practically stopped due to the active use of those preserved for their intended purpose, then the arable land overgrowing continues. Significant areas of agricultural land are also withdrawn for the expansion of the area of settlements, construction of industrial sites and linear facilities. These territories are transferred to lands of ocher categories and subsequently cannot be returned for agricultural use. In order to minimize damage from the area of agricultural land reduction, it is recommended to transfer the areas overgrown with woody vegetation to the forest fund for forestry. Plots overgrown with woody vegetation when soil fertility does not ensure the cultivation of grain crops at the level al the average for the municipality over the post four years also transfer to the forest fund for plantation cultivating of fast-growing tree species. Arable lands overgrown with woody vegetation with soil fertility ensuring grain crops at the level of the overage for the municipality are desitined to be returned to agricultural lands, that is uproding and peowing.

Keywords: Republik of Udmurtia, forest regions, agricultural land, overgrowing with woody vegetation, plantations for growing fast growing fast growing tree species

За последние три десятилетия в сельском хозяйстве Российской Федерации произошли существенные изменения. Переход к рыночным отношениям обусловил банкротство большинства колхозов и совхозов и, как следствие этого, исключение из активного использования значительной площади сельскохозяйственных угодий. Так, в частности, сокращение поголовья скота у сельхозпроизводителей и населения при-

вело к невостребованности сенокосов, которые стали активно зарастать древесно-кустарниковой растительностью [1–3].

Поскольку в таежной зоне доминирует подзолистый процесс почвообразования, пашни нуждаются в систематическом внесении удобрений, прежде всего органических, а также в известковании. Сокращение поголовья скота ограничило возможность использования органических удобрений, а финансовые возможности сохранившихся или вновь организованных сельскохозяйственных предприятий не позволяют в необходимом объеме производить известкование почв и закупать минеральные удобрения. Указанное в сочетании с мелкоконтурностью и разбросанностью по территории участков пашни привело к переводу их в залежь, а затем также к зарастанию древесной растительностью. К сожалению, данный процесс продолжается и в настоящее время. По данным А.В. Жигунова с соавторами [4], только за период с 2001 по 2011 г. площадь пашни в Российской Федерации сократилась на 17 млн га.

К сожалению, до настоящего времени при анализе площади сокращения сельскохозяйственных угодий авторы оперируют лишь примерными данными. Однако для разработки системы мероприятий, направленной на минимизацию ущерба от сокращения сельскохозяйственного использования земель, нужны конкретные величины по лесным районам, поскольку конкретные мероприятия в каждом лесном районе будут иметь свою специфику.

Целью наших исследований являлось установление значений изменения площади сельскохозяйственных угодий по лесным районам в Республике Удмуртия за период с 1992 по 2020 г. и разработка на этой основе предложений по ведению хозяйства на исключенных из активного использования сельскохозяйственных угодьях.

Материалы и методы исследования

Объектом исследований служили сельскохозяйственные угодья Республики Удмуртия. Согласно действующим нормативным документам [5] территория республики представлена подзоной южной тайги и зоной хвойно-широколиственных лесов.

Подзона южной тайги, в свою очередь, представлена Южно-таежным лесным районом европейской части Российской Федерации, а зона хвойно-широколиственных лесов – лесным районом хвойно-широколиственных (смешанных) лесов европейской части Российской Федерации.

В состав Южно-таежного лесного района европейской части Российской Федерации, в границах Республики Удмуртия, вошли 14 муниципальных образований (МО): Балезинский, Воткинский, Глазовский, Дебесский, Игринский, Кезский, Красногорский, Селтинский, Сюмсинский, Увинский, Шарканский, Юкаменский, Якшур-Бодьинский, Ярский районы.

В свою очередь, лесной район хвойно-широколиственных (смешанных) лесов европейской части Российской Федерации в республике представляют 11 МО (Алнашский, Вавожский, Граховский, Завьяловский, Камбарский, Каракулинский, Кизнерский, Киясовский, Малопургинский, Можгинский, Сарапульский районы) и город Ижевск с подведомственной территорией.

При анализе изменения площади сельскохозяйственных угодий за период с 1992 по 2020 г. нами были подобраны 4 «ключевых» (типичных) МО. Два МО – «Воткинский район» и «Селтинский район» – расположены на территории Южно-таежного лесного района европейской части Российской Федерации. Два других МО – «Алнашский район» и «Вавожский район» – расположены на территории лесного района хвойно-широколиственных (смешанных) лесов европейской части Российской Федерации.

Данные о площади сельскохозяйственных угодий в 1992 г. были взяты из материалов проектов внутрихозяйственного землеустройства. Изменения площади сельскохозяйственных угодий на 2020 г. устанавливались на основе ведомственных материалов министерства сельского хозяйства и природных ресурсов Республики Удмуртия, визуальных обследований и дешифрирования космоснимков высокого пространственного разрешения [6; 7].

Плодородие почвы на участках, исключенных из активного сельскохозяйственного использования, анализировалось на основе данных АО «Агрохимцентр» «Удмуртский».

Земли, исключенные из сельскохозяйственного использования по видам сельхозугодий, распределялись на 3 группы: заросшие древесной растительностью, зарастающие древесной растительностью и используемые не по прямому назначению.

Участки, на которых таксационные показатели древостоев позволяли, в соответствии с действующими нормативными документами [8], перевести их в покрытые лесной растительностью зем-

ли, отнесены нами к заросшим древесной растительностью.

Если густота подроста и другие таксационные показатели не позволяли отнести участки к покрытым лесной растительностью землям, они классифицировались как зарастающие.

К сельскохозяйственным угодьям, используемым не по прямому назначению, отнесены участки, переданные под расширение населенных пунктов, строительство дорог с твердым покрытием и так далее.

Результаты исследования и их обсуждение

Исследования показали, что в 1992 г. доля сельскохозяйственных угодий по видам и лесным районам существенно различалась (табл. 1).

Материалы табл. 1 свидетельствуют, что при близких показателях площади сельскохозяйственных угодий в 1992 г. и доле отдельных видов в ключевых МО, входящих в Южно-таежный лесной район европейской части РФ и район хвойно-широколиственных (смешанных) лесов европейской части РФ, процессы сокращения площади угодий протекали по-разному. Так, в подзоне южной тайги на 2020 г. доля заросших древесной растительностью сельскохозяйственных угодий составила 25,6 %, в то время как в зоне хвойно-широколиственных (смешанных) лесов – лишь 9,0 %.

На момент начала исследований в ключевых МО доля залежи была относительно невелика 0,2-0,3 %. Однако спустя 28 лет в подзоне южной тайги (Южно-таежный лесной район европейской части РФ) доля залежи сократилась на 44,6 % за счет зарастания древесной растительностью, а в зоне хвойно-широколиственных (смешанных) лесов (лесной район хвойно-широколиственных (смешанных) лесов европейской части РФ) лишь на 14,7 %. Процесс зарастания сельскохозяйственных угодий всех видов проходил более интенсивно в подзоне южной тайги. Так, если в подзоне южной тайги за анализируемый период древесной растительностью заросло 27,5 тыс. га (24,4 %) пашни, то в зоне хвойно-широколиственных лесов лишь 7,7 тыс. га (7,0 %).

Таблица 1

Распределение площади сельскохозяйственных угодий по лесным районам в ключевых МО Республики Удмуртия на 2020 г., га/ %

Сельскохозяйственное угодье	Общая площадь на 1992 г.	Площадь, заросшая древесной растительностью	Площадь, зарастающая древесной растительностью	Площадь, выбывшая в связи со строительством площадных и линейных объектов	Итого площадь, выбывшая из оборота
Южно-таежный лесной район европейской части РФ					
Пашня	112424,5 83,4	27478,8 24,4	6776,3 6,0	1795,1 1,6	36050,2 32,1
Пастбища	15967,0 11,8	4363,0 27,3	- -	314,5 2,0	4677,5 29,3
Сенокосы	6049,4 4,5	2439,8 40,3	- -	69,7 1,2	2509,5 41,5
Залежи	410,2 0,3	183,1 44,6	- -	2,5 0,6	185,6 45,2
Итого	134851,1 100	34464,7 25,6	6776,3 5,0	2181,8 1,6	43422,8 32,2
Район хвойно-широколиственных (смешанных) лесов европейской части РФ					
Пашня	110211,8 82,9	7662,9 7,0	2023,1 1,8	691,0 0,6	10377,0 9,4
Пастбища	16838,1 12,7	2311,8 13,7	- -	202,4 1,2	2514,2 14,9
Сенокосы	5595,9 4,2	1927,1 34,4	- -	20,1 0,4	1947,2 34,8
Залежи	238,8 0,2	35,0 14,7	- -	- -	35,0 14,7
Итого	132884,6 100	11936,8 9,0	2023,1 1,5	913,5 0,7	14873,4 11,2

Наиболее интенсивно зарастали сенокосы. Последнее можно объяснить их мелкоконтурностью и расположением среди покрытых лесной растительностью площадей. Кроме того, исключение из сельскохозяйственного использования части пахотных угодий позволило заготовлять сено на пашнях, забрасывая низкопродуктивные сенокосы.

На момент проведения исследований формирование древесной растительности на сенокосах, пастбищах и залежи прекратилось. Другими словами, те участки, которые были исключены из сельскохозяйственного использования, уже заросли древесной растительностью, а оставшиеся активно используются.

К сожалению, вышеуказанная тенденция не относится к пашням, поскольку на них продолжается процесс формирования древесной растительности. В подзоне южной тайги к таким участкам пашни относится 6,8 тыс. га (6,0%), а в зоне хвойно-широколиственных лесов – 2,0 тыс. га (1,8%).

Особо следует отметить, что часть сельскохозяйственных угодий за 28-летний период была занята линейными и площадными объектами. На территории двух МО, входящих в подзону южной тайги, за анализируемый период занято дорогами, жилыми и промышленными объектами 2,2 тыс. га (1,6%) бывших сельскохозяйственных угодий. В зоне хвойно-широколиственных лесов площадь безвозвратно утерянных для сельского хозяйства угодий оказалась несколько ниже 0,9 тыс. га (0,7%). В целом же в Южно-таежном лесном районе европейской части РФ только в двух МО – «Воткинский район» и «Селтинский район» – за период с 1992 по 2000 г. площадь сельскохозяйственных угодий сократилась на 43,4 тыс. га, или на 32,2%. При этом доля пашни сократилась на 32,1%, составив 36,1 тыс. га.

В лесном районе хвойно-широколиственных (смешанных) лесов европейской части РФ, представленном МО «Алнашский район» и «Вавожский район», доля выбывших из сельскохозяйственного использования земель составила 11,2% или 14,9 тыс. га. При этом пашня сократилась на 11,4 тыс. га (9,4%).

Данные о сокращении сельскохозяйственных угодий позволяют предложить мероприятия по минимизации ущерба от сокращения сельскохозяйственного использования заросших и зарастающих древесной растительностью сельскохозяйственных угодий.

По нашему мнению, сельскохозяйственные угодья, заросшие древесной растительностью, целесообразно передать в лесной фонд с разработкой проекта ведения лесного хозяйства. Возврат данных площадей в угодья связан со значительными финансовыми и трудовыми затратами, поскольку средний возраст древостоев составляет 25 лет. При составлении проекта ведения лесного хозяйства в насаждениях, произрастающих на бывших сельскохозяйственных угодьях, необходимо предусмотреть рубки переформирования малоценных кустарниковых зарослей и лиственных насаждений в хвойные и твердолиственные насаждения. Вблизи населенных пунктов, особенно в хвойно-широколиственных лесах, следует уделить внимание формированию нектарных липняков, а также создать условия для заготовки недревесной продукции леса.

Логично, что специфика формирования древостоев на бывших сельскохозяйственных угодьях, а также организация рекреационных зон вокруг населенных пунктов потребует повышенного внимания в плане противопожарного устройства территории [9]. Однако полагаем, что затраты на ведение лесного хозяйства окупятся за счет повышенной продуктивности лесов, выращиваемых на бывших сельскохозяйственных угодьях.

Участки, зарастающие древесной растительностью, в отличие от уже заросших, характеризуются таксационными показателями, не позволяющими, в соответствии с действующими нормативными документами [8], перевести их в покрытые лесной растительностью земли.

Нами на основании данных АО «Агрохимцентр «Удмуртский» все участки сельскохозяйственных угодий четырех МО распределены по продуктивности почв. За основу распределения взят показатель эффективного плодородия, то есть потенциальная урожайность зерновых культур без внесения удобрений и известкования.

В МО, расположенных на территории Южно-таежного лесного района европейской части РФ, средняя урожайность зерновых культур за 4 последних года (2016–2019) составила 13,2 и 17,7 ц/га, то есть в среднем 15,5 ц/га. В лесном районе хвойно-широколиственных (смешанных) лесов европейской части РФ за тот же период средняя урожайность зерновых по МО составила 20,5 и 28,7 ц/га, то есть в среднем 24,6 ц/га. Другими словами, урожайность зерновых в зоне хвойно-широколиствен-

ных смешанных лесов в 1,6 раза выше, чем в подзоне южной тайги.

Экономическое состояние большинства сельхозпроизводителей Республики Удмуртия в настоящее время не позволяет проектировать широкомасштабные мероприятия по внесению удобрений и известкованию почв. Поэтому мы предлагаем пашни, зарастающие древесной растительностью с эффективным плодородием почв, не обеспечивающим урожая зерновых, достигнутого за четыре года по лесному району, передать в лесной фонд для создания лесных плантаций из быстрорастущих пород. Опыт создания лесных культур на бывших сельскохозяйственных угодьях [10–12] и даже на рекультивированных нарушенных землях [13–15] свидетельствует, что продуктивность создаваемых искусственных древостоев не только не уступает, но даже нередко превосходит таковую в естественных насаждениях. При создании плантаций для ускоренного выращивания древесины можно использовать, кроме хвойных, быстрорастущие лиственные породы и интродуценты. Кроме того, следует учесть, что в формирующихся на пашнях древостоях береза имеет семенное происхождение и характеризуется не только быстрым ростом, но и качественной древесиной.

Данные о распределении зарастающих древесной растительностью сельскохозяйственных угодий по эффективному плодородию приведены в табл. 2.

Материалы табл. 2 свидетельствуют, что в подзоне южной тайги Республики Удмуртия древесной растительностью зарастает 2,1 тыс. га пашни, эффективное плодородие которой позволяет выращивать 15,5 ц/га зерновых даже без внесения удобрений и известкования, то есть получать средние урожаи по району. Указанное свидетельствует, что данные площади подлежат раскорчевке и возврату в пашню.

В зоне хвойно-широколиственных лесов площадь пашни, зарастающей древесной растительностью, с эффективным плодородием, равным и выше среднего по району 24,6 ц/га, составляет всего 47,7 га. Однако небольшая площадь пашни, требующей несомненной раскорчевки и возврата в исходное состояние, объясняется тем, что средний урожай зерновых в районе хвойно-широколиственных (смешанных) лесов европейской части РФ, как отмечалось ранее, в 1,6 раза выше, чем в подзоне южной тайги. Если в последней установить показатель эффективного плодородия в 24,6 ц/га, то в МО «Воткинский район» несомненному возврату подлежит 123,8 га пашни, а в Сельтинском – 17,8 га.

Таким образом, именно низким эффективным плодородием почв объясняется исключение пашни из активного севооборота. В то же время плодородие почв позволяет выращивать быстрорастущие древесные породы, что и позволяет рекомендовать создание на зарастающих пашнях лесных плантаций. Естественно, что если у сельхозпроизводителей имеются возможности закупки удобрений и проведения работ по известкованию почв, зарастающие участки следует возвращать в пашню.

Таблица 2

Площадь зарастающей древесной растительностью пашни, по лесным районам с учетом эффективного плодородия, га/%

Муниципальное образование	Площадь пашни, зарастающая древесной растительностью	В том числе обеспечивающая урожайность зерновых	
		ниже среднего по лесному району	выше среднего по лесному району
Южно-таежный лесной район европейской части РФ			
Воткинский район	3122,6 46,1	1459,0 46,7	1663,6 53,3
Селтинский район	3653,7 53,9	3200,1 87,6	453,6 12,4
Итого	6776,3 100	4659,1 68,8	2117,2 31,2
Район хвойно-широколиственных (смешанных) лесов европейской части РФ			
Алнашский район	727,6 36,0	685,8 94,3	41,8 5,7
Вавожский район	1295,5 64,0	1289,6 99,5	5,9 0,5
Итого	2023,1 100	1975,4 97,6	47,7 2,4

Выводы

1. В Республике Удмуртия продолжается процесс зарастания сельскохозяйственных угодий древесной растительностью. За 28-летний период в Южно-таежном лесном районе европейской части РФ заросло древесной растительностью 25,6% сельскохозяйственных угодий и на 5% пашни процесс зарастания продолжается. В районе хвойно-широколиственных (смешанных) лесов европейской части РФ указанные показатели составляют 9,0 и 1,5% соответственно.

2. В подзоне южной тайги процесс зарастания сельскохозяйственных угодий древесной растительностью протекает более интенсивно. Особенно быстро зарастают древесной растительностью сенокосы.

3. Заросшие древесной растительностью сельскохозяйственные угодья целесообразно передать в лесной фонд для лесовыращивания с учетом в проектах освоения лесов и лесохозяйственных регламентов специфики ведения хозяйства в насаждениях, сформировавшихся на бывших сельскохозяйственных угодьях.

4. Проектирование хозяйства на зарастающих древесной растительностью пашнях должно осуществляться с учетом эффективного плодородия почв. Если последнее обеспечивает получение урожая зерновых на уровне среднего по лесному району, пашни подлежат возврату в сельскохозяйственный оборот. На пашнях с эффективным плодородием ниже среднего по району целесообразно создавать лесные плантации по выращиванию быстрорастущих древесных пород или проводить мероприятия по известкованию и внесению удобрений с возвратом участка под пашню.

5. Земли, занятые линейными и площадными объектами, подлежат исключению из сельскохозяйственных угодий с переводом в земли другого целевого назначения.

Работа выполнена в рамках тем FEUG – 2020 – 0013 «Экологические аспекты рационального природопользования».

Список литературы / References

1. Морозов А.М. Формирование насаждений на землях, исключенных из сельскохозяйственного оборота, в подзоне предлесостепных сосново-березовых лесов Свердловской области: автореф. дис. … канд. с.-х. наук. Екатеринбург, 2008. 20 с.

Morozov A.M. Formation of plantings on lands excluded from agricultural use in the subzone of pre-steppe pine-birch forests of the Sverdlovsk region: abstract of thesis. dis. ... cand. s.-kh. nauk. Ekaterinburg, 2008. 20 p. (in Russian).

2. Горяинова И.Н., Леонова Н.Б., Феодоров В.М. Процессы зарастания сельскохозяйственных земель в средней тайге Архангельской области // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2012. № 3. С. 41–47.

Goryainova I.N., Leonova N.B., Feodorov V.M. Processes of overgrowing agricultural lands in the middle taiga of the Arkhangelsk region // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografiya. 2012. No. 3. P. 41–47 (in Russian).

3. Юровских Е.В. Формирование молодняков на бывших пашнях подзоны южной тайги Урала: автореф. дис. … канд. с.-х. наук. Екатеринбург, 2018. 24 с.

Yurovskikh E.V. Formation of young stands on the former arable lands of the subzone of the southern taiga of the Urals: avtoref. dis. … kand. s.-kh. nauk. Yekaterinburg, 2018.24 p. (in Russian).

4. Жигунов А.В., Данилов Д.А., Красновидов А.Н., Эндерс О.О. Создание высокопродуктивных лесонасаждений на землях, вышедших из активного сельскохозяйственного оборота // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2014. № 3 (31). С. 85–90.

Zhigunov A.V., Danilov D.A., Krasnovidov A.N., Enders O.O. Creation of highly productive afforestation on lands that have come out of active agricultural turnover // Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2014. No. 3 (31). P. 85–90 (in Russian).

5. Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации: Утв. Приказом Минприроды России от 18.08.2014 г. № 367.

On approval of the List of forest areas of the Russian Federation and the List of forest regions of the Russian Federation: Approved. Order of the Ministry of Natural Resources of Russia dated 18.08.2014 No. 367. (in Russian).

6. ОСТ 56-63-83 Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки. М., 1983. 60 с.

OST 56-63-83 Forest inventory test areas. Bookmark method. M., 1983. 60 p. (in Russian).

7. Фомин В.В., Залесов С.В., Магасумова А.Г. Методика оценки густоты подроста и древостоев при зарастании сельскохозяйственных земель древесной растительностью с использованием космических снимков высокого пространственного разрешения // Аграрный вестник Урала. 2015. № 1 (131). С. 25–29.

Fomin V.V., Zalesov S.V., Magasumova A.G. Methodology for assessing the density of undergrowth and forest stands during overgrowth of agricultural lands with woody vegetation using satellite images of high spatial resolution // Agrarnyy vestnik Urala. 2015. No. 1 (131). P. 25–29 (in Russian).

8. Об утверждении Правил лесовосстановления, состава проекта лесовосстановления, порядка разработки проекта лесовосстановления и внесения в него изменений: Утв. Приказом Минприроды России от 04.12.2020 г. № 1014.

On the approval of the Rules for reforestation, the composition of the reforestation project, the procedure for the development of the reforestation project and amending it: Approved. By order of the Ministry of Nature of Russia dated 04.12.2020 No. 1014 (in Russian).

9. Залесов С.В., Магасумова А.Г., Новоселова Н.Н. Организация противопожарного устройства насаждений, формирующихся на бывших сельскохозяйственных угодьях // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2010. № 4 (66). С. 60–63.

Zalesov S.V., Magasumova A.G., Novoselova N.N. Organization of fire-prevention equipment for plantations forming on former agricultural lands // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2010. No. 4 (66). P. 60–63 (in Russian).

10. Нуреева Т.В.. Белоусов А.А. Перспективы выращивания биоэнергетических плантаций на неиспользуемых сельскохозяйственных землях Кировской области // Лесовосстановление в Поволжье: состояние и пути совершенствования. Йошкара-Ола: Поволжский гос. технолог. ун-т, 2013. С. 125–131.

Nureeva T.V., Belousov A.A. Prospects for growing bioenergy plantations on unused agricultural lands of the Kirov

region // Lesovosstanovleniye v Povolzh'ye: sostoyaniye i puti sovershenstvovaniya. Yoshkara-Ola: Povolzhskiy gos. tekhnolog. un-t, 2013. P. 125–131 (in Russian).

11. Шутов И.В., Жигунов А.В. Проблемы получения древесного сырья на неиспользованных сельскохозяйственных землях // Труды СПбНИИЛХ. СПб., 2013. Т. 3. С. 56–60.

Shutov I.V., Zhigunov A.V. Problems of obtaining wood raw materials on unused agricultural lands // Trudy SPbNIILKH. SPb., 2013. V. 3. P. 56–60 (in Russian).

12. Данилов Д.А., Неверовский В.Ю., Иванов А.А., Эндерс О.О. Выращивание лиственницы сибирской на постагрогенных землях // Актуальные проблемы лесного комплекса. Вып. 46. Брянск: БГИТУ, 2016. С. 17–20.

Danilov D.A., Neverovsky, V.Yu. Ivanov A.A., Enders O.O. Cultivation of Siberian larch on postagrogenic lands // Aktual'nyye problemy lesnogo kompleksa. Vyp. 46. Bryansk: BGITU, 2016. P. 17–20 (in Russian).

13. Залесов С.В., Залесова Е.С., Зверев А.А., Оплетаев А.С., Терин А.А. Формирование искусственных насаждений на золоотвале Рефтинской ГРЭС // ИВУЗ «Лесной журнал». 2013. № 2 (332). С. 66–73.

Zalesov S.V., Zalesova E.S., Zverev A.A., Opletaev A.S., Terin A.A. Formation of artificial plantations at the ash dump of Reftinskaya SDPP // IVUZ «Lesnoy zhurnal». 2013. No. 2 (332). P. 66–73 (in Russian).

14. Нуреева Т.В., Куклина Н.А., Чефранова М.Н., Мухортов Д.И. Особенности роста и формирования культур сосны обыкновенной при рекультивации карьеров // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. Йошкара-Ола: Поволжский гос. технолог. ун-т, 2016. № 1 (29). С. 57–68.

Nureeva T.V., Kuklina N.A., Chefranova M.N., Mukhortov D.I. Peculiarities of growth and formation of Scotch pine cultures during reclamation of open pits // Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Ser.: Les. Ekologiya. Prirodopol'zovaniye. Yoshkara-Ola: Povolzhskiy gos. tekhnolog. un-t, 2016. No. 1 (29). P. 57–68 (in Russian).

15. Zalesov S.V., Ayan S., Zalesova E.S., Opletaev A.S. Expreriences on Establishment of Scots Pini (*Pinus sylvestris* L.) Plantation in Ash Dump Sites of Reftinskaya Power Plant, Russia. Alinteri Journal of Agriculture Sciences. 2020. V. 35 (1). DOI: 10/28955/alinterizbd. 696559.

УДК 630*176:631.61

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ШЛАМОВЫХ АМБАРОВ ПОСАДКОЙ ЧЕРЕНКОВ ИВЫ В УСЛОВИЯХ ПОДЗОНЫ СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ

Морозов А.Е., Белов Л.А., Залесов С.В., Осипенко Р.А.

ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», Екатеринбург, e-mail: zalesovsv@m.usfeu.ru

Предпринята попытка определения лесоводственной эффективности рекультивации шламовых амбаров на нефтяных месторождениях подзоны северной тайги Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. В процессе исследований производилось определение приживаемости черенков ивы и накопления подроста основных пород лесообразователей на пробных площадях (ПП) с закладкой учетных площадок на внутренних и наружных откосах и на обваловке отвала. Биологический этап рекультивации предусматривал посадку черенков ивы (*Salix* L.) в обваловку шламового амбара и рогоза широколистного (*Typha latifolia* L.) непосредственно в шламовый амбар без предварительной засыпки песком последнего. Отличие предлагаемой технологии рекультивации шламовых амбаров заключается в отсутствии необходимости размещения содержимого амбаров на специальных полигонах, а также засыпки их песком. Создание полигонов для хранения отходов и карьеров для добычи песка вызывает необходимость дополнительного изъятия земель из лесного фонда с последующей рекультивацией нарушенных земель после завершения работ по добыче песка, в частности. Экспериментально установлены количественные показатели приживаемости и сохранности черенков ивы, а также появившегося под ее защитой подроста основных пород лесообразователей. Среди них сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), сосна сибирская (*Pinus sibirica* Du Tour.), береза повислая (*Betula pendula* Roth.) и пушистая (*Betula pubescens* Ehrh.), тополь дрожащий (осина) (*Populus tremula* L.). Предложены рекомендации по рекультивации шламовых амбаров, обеспечивающие при условии их реализации естественное зарастание при минимальных затратах на лесовосстановление. Отмечается, что предлагаемый способ рекультивации максимально использует потенциальные возможности естественного лесовозобновления на нарушенных землях и позволяет сформировать на обваловке отвалов полноценные лесные насаждения.

Ключевые слова: нефтегазодобыча, нарушенные земли, шламовые амбары, рекультивация, черенки ивы, сохранность, подрост

THE EFFECTIVENESS OF SLUDGE PITS RECULTIVATION BY PLANTING WILLON CUTTINGS IN THE NORTHERN TAIGA SUBZONE

Morozov A.E., Belov L.A., Zalesov S.V., Osipenko R.A.

Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, e-mail: Zalesovsv@m.usfeu.ru

An attempt was made to determine silvicultural effectiveness of sludge pit reclamation at oil fields of the northern taiga subzone (Khanty Mansiisk automous okrug – Jugra). In the process of researches, determination of willow cuttings surviwal rate and the undergrowth main species of forest stand formers on test plots (tp) by eaging registration plots on the inner and outer slopes of dump embankment was. The biological stage a reclamation included planting willow (Salix L.) cuttings in to sludge pit embankment but cattails broadleaf (*Typha latifolia* L.) directly into the sludge pits without preliminary filling the latter with sand. The difference between the proposed technology for reclamation of sludge pits lies in the fact that there exists no need to place the contents of the pits on special landfills as well as backfilling them with sand. The creation of landfills for the waste storage as well as open pits for sand extraction calls for the need for additional land from the forest fund with the subsequent reclamation of disturbed lands after the completion of work on sand extraction in particulat. Quantitative indicators of willow cuttings survival rate and their preservation as well as the indolence of the main species that appeared under its protection were experimentally established. Among them scots pine (Pinus sylvestris L.), swiss stone pine (Pinus sibirica Du Tour.), hanging birch (Betula pendula Roth.), furry birch (Betula pubescens Ehrh.), aspen (Populus tremula L.). The recommendations for the reclamation of sludge pits are proposed which if they are realized will provide natural overgrowth with minimal costs for reforestation. It is woted that the proposed reclamation method maxes the most of natural regeneration potential on disturbed lands and allows the formation of full fledged forest plantations on dump embankment was being carried out.

Keywords: oil anagas production, disturbed lands, sludge pits, reclamation, willow cuttings, conservation, undergrowth

Добыча углеводородов неразрывно связана с изъятием земель из лесного фонда [1; 2]. Изъятие земель необходимо с целью создания инфраструктуры нефтегазового комплекса, в том числе кустовых оснований, на которых размещают буровое оборудование, а затем установки, качающие нефть из скважин. Изымаемые земли после завершения их использования подлежат рекультивации, то есть возвращению в исходное состояние. Из общего перечня направлений рекультивации в условия подзоны северной тайги наиболее перспективным является лесохозяйственное, при котором на рекультивированных землях создаются искусственные или естественные насаждения.

Опыт проведения рекультивации нарушенных земель показал [3–5], что это

мероприятие достаточно трудоемкое и дорогостоящее. Объем трудозатрат зависит от вида нарушенных земель и природно-географических условий региона [6; 7]. Так, нарушенные земли на горных склонах вблизи медеплавильного производства требуют создания террас и посадки древесной растительности [8]. При рекультивации золоотвалов и отвалов отходов обогащения бедных руд чаще всего необходимо землевание, то есть размещение на поверхности слоя почвогрунта [9; 10] или удобрений, в том числе нетрадиционных [11; 12].

В то же время при планировании и проведении рекультивационных работ в целях минимизации трудовых и финансовых затрат необходимо максимально использовать естественное лесовозобновление [13; 14].

При разведке и добыче нефти важнейшим объектом рекультивации являются шламовые амбары. Несмотря на то что возможности их рекультивации изучаются уже на протяжении нескольких десятилетий, однозначного решения в выборе оптимального способа рекультивации не найдено.

Целью исследований является изучение лесоводственной эффективности рекультивации шламовых амбаров посадкой черенков ивы и корневищ рогоза.

Материалы и методы исследования

В основу исследований положены материалы 9 пробных площадей (ПП), заложенных на шламовых амбарах ПАО «Сургутнефтегаз». Каждый из обследованных объектов прошел 2 этапа рекультивации. Технический, заключающийся в выравнивании наружного и внутреннего откосов, и биологический, включающий оторфовку на ряде шламовых амбаров, и без таковой, с последующей посадкой черенков ивы местных видов.

Ширина обваловки в верхней ее части 5–6 м, в нижней 10–12 м при высоте от 0,5 до 1,5 м. На откосах обваловки шламовых амбаров было посажено по 2 ряда ивы с наружной и внутренней сторон, а в амбаре – корневища рогоза.

На каждой из 9 ПП было равномерно по площади заложено 20–30 учетных площадок размером 2×2 м для определения количественных и качественных показателей подроста согласно апробированным методическим рекомендациям [15; 16]. Дополнительно учитывалась приживаемость (сохранность) высаженных черенков ивы и отмечалось развитие живого напочвенного покрова. Поскольку рекультивируемые шламовые амбары являются по своей сути новыми землями, механический состав почвогрунта, формирование подроста, подлеска и живого напочвенного покрова позволяет проследить формирование типа леса [17]. Последнее особенно важно, если учесть, что объекты нефтегазодобычи оказывают влияние на все компоненты прилегающих насаждений, включая репродуктивную систему деревьев [18] и даже сообщества дереворазрушающих грибов [19].

Результаты исследований и их обсуждение

Шламовые амбары представляют собой котлованы, которые создаются для сброса отходов при бурении скважин по традиционной технологии. Объем каждого шламового амбара, в зависимости от количества скважин и глубины бурения, варьируется от 1000 до 5000 м^3. Складируемые в шламовых амбарах отходы представляют собой многокомпонентную смесь с доминированием бурового раствора и бурового шлама.

В целом в отходах, сбрасываемых в амбары, содержится 45,1% воды, 51,4% твердой фазы и 3,5% органики.

В составе отходов возможно наличие нефти, поступающей при бурении пласта – коллектора. При этом токсичность отходов зависит от применяемых реагентов, их взаимодействия между собой. Во избежание распространения токсичных элементов отходов в окружающую среду вокруг шламовых амбаров выполняется обваловка.

В соответствии с действующими нормативно-правовыми документами, после завершения работ производится рекультивация шламовых амбаров [20; 21] путем вывоза накопленных отходов на полигон и засыпки амбаров песком. При этом чаще всего вывоз отходов не производится, а шламовые амбары засыпаются песком. В результате вредные химические элементы консервируются в почве и постепенно распространяются с грунтовыми водами. Кроме того, для засыпки шламовых амбаров требуется создание новых карьеров для добычи песка, которые также требуют рекультивации.

В.Н. Седых с соавторами [22] предложили рекультивацию шламовых амбаров без засыпки их грунтом. В основу рекультивации положен факт разложения нефтепродуктов и других отходов, содержащихся в шламовых амбарах при взаимодействии с кислородом воздуха. Для ускорения про-

цесса биохимического разложения предлагалось высаживать в амбар корневища рогоза, а в обваловку амбара – черенки ивы местного происхождения. Нами проанализирована лесоводственная рекультивация шламовых амбаров, выполненная по указанной технологии.

Сохранность высаженных черенков ивы на наружном и внутреннем откосах обваловки спустя 1–5 лет после посадки приведена в табл. 1.

Материалы табл. 1 свидетельствуют об отсутствии четкой зависимости между сохранностью черенков ивы и давностью ее посадки. Так, в частности, приживаемость ивы спустя один год после посадки на ПП–5С не превышает 2%. Другими словами, практически все черенки не прижились (не укоренились), что, на наш взгляд, объясняется недостаточным перемешиванием торфосмеси. На откосах обваловки практически один торф. В то же время на ПП–7, где торф перемешан с песком, приживаемость черенков на наружном откосе составила 88%, а на внутреннем 45%.

Более низкие показатели сохранности черенков ивы на внутренних откосах по сравнению с наружными объясняются наличием в амбарах вредных для ивы химических элементов. В то же время если отходы, размещенные в шламовом отвале, не токсичны (ПП–12С), то сохранность высаженных на внутреннем откосе черенков ивы даже выше, чем на наружной стороне. Указанное свидетельствует о необходимости проверки амбаров на предмет токсичности содержащихся в них отходов перед проведением лесной рекультивации.

Посадка черенков ивы обусловила закрепление песка, предотвращение ветровой и водной эрозии откосов обваловки шламового амбара. Последнему во многом способствовало также внесение торфа. В результате на обваловке начал формироваться подрост основных пород лесообразователей (табл. 2).

Таблица 1

Сохранность черенков ивы на обваловке шламовых амбаров

№ п/п	Давность посадки, лет	Сохранность черенков ивы, %		Примечание
		внутренний откос	наружный откос	
5С	1	1	2	Шаг посадки 0,9 м, между рядами 1,3 м
7С	1	45	88	Шаг посадки 1,0 м, между рядами 1,2 м
8С	3	24	48	Шаг посадки 1,2 м, между рядами 2,0 м
1С	4	43	74	Шаг посадки 1,3-1,4 м, между рядами 0,5–0,6 м
9С	4	48	52	Шаг посадки 1,0 м, между рядами 1,2 м
10С	4	39	52	Шаг посадки 1,4 м, между рядами 1,6 м
12С	4	94	42	Шаг посадки 1,6 м, между рядами 0,9 м
2С	6	8	11	Шаг посадки 1,3-1,4 м, один ряд
4С	6	5	11	Шаг посадки 1,3-1,4 м, один ряд

Таблица 2

Видовой состав, встречаемость и количество жизнеспособного подроста на обваловке шламовых амбаров

№ п/п	Порода	Количество всходов, шт./га	Количество и встречаемость подроста					
			мелкого		среднего		крупного	
			густота, шт./га	встречаемость, %	густота, шт./га	встречаемость, %	густота, шт./га	встречаемость, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
7С	Ос	–	1833	90	1792	85	–	–
	Б	–	42	5	125	15	–	–
8С	К	267	400	20	–	–	–	–
	Ос	–	233	15	300	20	167	10
	Б	–	67	5	–	–	–	–

Окончание табл. 2

№ п/п	Порода	Количество всходов, шт./га	Количество и встречаемость подроста					
			мелкого		среднего		крупного	
			густота, шт./га	встречаемость, %	густота, шт./га	встречаемость, %	густота, шт./га	встречаемость, %
1С	С	–	960	25	–	–	–	–
	К	–	40	10	–	–	–	–
	Ос	–	240	10	–	–	–	–
9С	С	–	387	25	–	–	–	–
	К	–	357	20	–	–	–	–
	Ос	–	298	20	287	40	30	10
	Б	–	30	5	208	20	60	15
10С	С	3250	8750	100	2500	60	60	15
	Б	–	250	10	–	–	–	–
	Ос	–	250	10	250	10	–	–
12С	С	–	313	60	438	70	–	–
	К	219	2938	90	–	–	–	–
	Ос	–	469	25	219	20	31	10
	Б	–	156	10	438	55	656	90
2С	С	–	2833	85	2667	75	–	–
	Ос	–	167	15	–	–	167	15
	К	833	–	–	–	–	–	–
4С	С	–	560	80	520	75	–	–
	К	–	40	5	–	–	–	–
	Ос	–	840	90	720	85	80	15
	Б	–	–	–	360	65	–	–

Согласно материалам табл. 2, спустя год после посадки черенков ивы на ПП–5С всходы и подрост древесных пород отсутствуют, а на ПП–7С имеет место лишь мелкий и средний подрост мягколиственных пород. По мере увеличения давности проведения посадки черенков ивы в подросте на откосах обваловок шламовых амбаров формируется подрост сосны (*Pinus sulvestris* L.) и кедра (*P. sibirica* Du Taur.). Так, в частности, встречаемость подроста сосны спустя 6 лет после посадки черенков ивы составляет 80–85 % для мелкого и 75 % для среднего подроста. При этом густота жизнеспособного подроста сосны варьируется от 1,1 до 5,5 тыс. шт./га.

Более объективную картину о формировании древесной растительности на откосах шламового амбара позволяют получить данные о количестве подроста в пересчете на крупный (табл. 3).

Материалы табл. 3 свидетельствуют, что спустя 4 года после посадки черенков ивы на обваловке шламовых амбаров густота подроста в пересчете на крупный варьируется от 0,6 до 6,8 тыс. шт./га. При этом в составе подроста доля сосны обыкновенной и сосны сибирской составляет в совокупности от 4 до 9 единиц формулы состава.

Особо следует отметить, что встречаемость подроста сосны обыкновенной спустя 6 лет после посадки черенков ивы составляет 80–85 %.

Учитывая положительную роль посадки черенков ивы в склоны шламовых амбаров, можно предложить следующую технологию биологического этапа рекультивации.

После консервации или пуска в эксплуатацию пробуренной скважины берется образец содержимого шламового амбара и определяется соответствие его предельно допустимым концентрациям (ПДК). Если содержимое амбара относится к IV классу опасности, то проводится биологический этап рекультивации посадкой черенков ивы и корневищ рогоза.

Если же токсичность содержимого отвала выше допустимых показателей для IV класса опасности, то производится изъятие отходов из амбара и их переработка на специализированной установке типа УТ–1С.

Таблица 3

Густота и состав подроста на обваловке шламовых амбаров в пересчете на крупный

№ п/п	Давность посадки ивы, лет	Состав подроста	Порода	Густота подроста в пересчете на крупный, шт./га	Встречаемость, %
7С	1	10Ос + Б	Ос	2350	90
			Б	121	15
			Итого	2471	
8С	3	7Ос3К + Б	К	200	20
			Ос	523	30
			Б	30	5
			Итого	757	–
1С	4	8С2Ос + К	С	480	25
			К	20	10
			Ос	120	10
			Итого	620	–
9С	4	4Ос2С2К2Б	С	193	25
			К	179	20
			Ос	488	30
			Б	241	15
			Итого	1101	–
10С	4	9С1ОседБ	С	6375	100
			Б	125	10
			Ос	325	10
			Итого	6825	–
12С	4	4К3Б2С1Ос	С	506	75
			К	1469	100
			Ос	441	85
			Б	1084	90
			Итого	3500	–
2С	6	9С1Ос	С	3550	85
			Ос	250	15
			Итого	3800	–
4С	6	5Ос3С2БедК	С	696	80
			К	20	5
			Ос	996	85
			Б	368	70
			Итого	2080	–

Указанная установка предназначена для термообезвреживания любых типов почв и грунтов. Конечным продуктом обезвреживания содержимого шламовых амбаров на установке УТ–1С является грунт, пригодный для использования в хозяйственных целях (отсыпка дорог, кустовых оснований и т.д.).

Изъятие нефтешламов из амбаров производится до доведения токсичности остатка ниже предельно допустимых уровней, что дает основания для проведения биологического этапа рекультивации. При этом откосы амбара покрываются торфо-песчаной смесью толщиной 10 см, высаживаются черенки ивы и корневища рогоза.

Использование передвижной установки УТ–1С исключает необходимость вывоза отходов на специальные полигоны, а отказ от засыпки шламовых амбаров песком исключает необходимость разработки новых сухоройных или гидронамывных песчаных карьеров.

Выводы

1. Шламовые амбары после завершения работ по бурению нуждаются в рекультивации.

2. Технология засыпки шламовых амбаров грунтом не решает задачу рекультивации и приводит к значительным неоправданным затратам, связанным с разработкой новых карьеров, их рекультивацией, а также с транспортировкой песка или торфа.

3. Изъятие содержимого всех шламовых амбаров, без учета уровня токсичности содержимого, приводит к необходимости создания полигонов для их хранения и затратам на транспортировку отходов.

4. Предлагаемый вариант рекультивации шламовых амбаров минимизирует затраты при решении экологических проблем рекультивации. Отпадает необходимость в создании специальных полигонов для хранения отходов и карьеров для засыпки амбаров.

5. Посадка черенков ивы и оторфовка откосов обваловки шламовых амбаров создают условия для естественного формирования смешанных молодняков с доминированием в составе сосны обыкновенной.

Работа выполнена в рамках тем FEUG – 2020 – 0013 «Экологические аспекты рационального природопользования».

Список литературы / References

1. Залесов С.В., Кряжевских Н.А., Крупинин Н.Я., Крючков К.В., Лопатин К.И., Луганский В.Н., Луганский Н.А., Морозов А.Е., Ставишенко И.В., Юсупов И.А. Деградация и демутация лесных экосистем в условиях нефтегазодобычи. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2002. Вып. 1. 436 с.

Zalesov S.V., Kryazhevskikh N.A., Krupinin N.Ya., Kryuchkov K.V., Lopatin K.I., Lugansky V.N., Lugansky, N.A. Morozov A.E., Stavishenko I.V., Yusupov I.A. Degradation and demutation of forest ecosystems in conditions of oil and gas production. Ekaterinburg: Ural. gos. lesotekhn. un-t, 2002. Vyp. 1. 436 p. (in Russian).

2. Ли Н.А., Попов А.С., Касимова Ю.Р. Оценка успешности рекультивации лесных земель, нарушенных в результате размещения на них точечных и линейных объектов добычи и транспортировки нефти, в условиях ХМАО-Югры // Леса России и хозяйство в них. 2017. № 4 (63). С. 22–29.

Lee N.A., Popov A.S., Kasimova Yu.R. Assessment of the success of the reclamation of forest lands disturbed as a result of the placement of point and linear facilities for oil production and transportation in the conditions of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug-Yugra // Lesa Rossii i khozyaystvo v nikh. 2017. No. 4 (63). P. 22–29 (in Russian).

3. Половникова А.В. Рекультивация и мелиорация нарушенных земель. Пермь: Изд-во Пермской гос. с.-х. академии. 2016. 51 с.

Polovnikova A.V. Reclamation and reclamation of disturbed lands. Perm: Izd-vo Permskoy gos. s.-kh. akademii. 2016. 51 p. (in Russian).

4. Adams M.B. The Forestry Reclamation Approach: guide to successful reforestation of mined lands // Gen. Tech. Rep. NR3-169. Newtown square, PA: US Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station. 2017. V. 169. 128 p.

5. Иванова Н.С., Шикилова Е.В. Рекультивация и землевание как эффективное восстановление горнопромышленных ландшафтов // Научные основы и практика переработки руд и технологического сырья. 2018. С. 461–464.

Ivanova N.S., Shikilova E.V. Reclamation and land tenure as effective restoration of mining landscapes // Nauchnyye osnovy i praktika pererabotki rud i tekhnologicheskogo syr'ya. 2018. P. 461–464 (in Russian).

6. Белюченко И.С. Методы рекультивации нарушенных земель // Экологический вестник Северного Кавказа. 2019. Т. 15. № 1. С. 4–13.

Belyuchenko I.S. Methods for reclamation of disturbed lands // Ekologicheskiy vestnik Severnogo Kavkaza. 2019. Vol. 15. No. 1. P. 4–13 (in Russian).

7. Нуреева Т.В., Куклина Н.А. Повышение эффективности лесной рекультивации карьеров по добыче песка в Республике Марий Эл. Йошкара-Ола: ПГТУ, 2015. 140 с.

Nureeva T.V., Kuklina N.A. Improving the efficiency of forest reclamation of sand quarries in the Republic of Mari El. Yoshkara-Ola: PGTU, 2015. 140 p. (in Russian).

8. Бачурина А.В., Залесов С.В., Толкач О.В. Эффективность лесной рекультивации нарушенных земель в зоне влияния медеплавильного производства // Экология и промышленность России. 2020. № 24 (6). С. 67–71. DOI: 10.18412/1816-0395-2020-6-67-71.

Bachurina A.V., Zalesov S.V., Tolkach O.V. The effectiveness of forest reclamation of disturbed lands in the zone of influence of copper smelting production // Ekologiya i promyshlennost' Rossii. 2020. № 24 (6). P. 67–71. DOI: 10.18412/1816-0395-2020-6-67-71 (in Russian).

9. Zalesov S.V., Ayan S., Zalesova E.S., Opletaev A.S. Experiences on Establishment of Scots Pine (Pinus sylvestris L.) Plantation in Ash Dump sites of Reftinskaya Power Plant, Russia. Alinteri Journal of Agriculture Sciences. 2020. V. 35(1). xx – xx. DOI: 10 / 28955 / alinterizbd. 696559.

10. Залесов С.В., Залесова Е.С., Зарипов Ю.В., Оплетаев А.С., Толкач О.В. Рекультивация нарушенных земель на месторождении тантал-бериллия // Экология и промышленность России. 2018. Т. 22. № 12. С. 63–67.

Zalesov S.V., Zalesova E.S., Zaripov Yu.V., Opletaev A.S., Tolkach O.V. Reclamation of disturbed lands at the tantalum-beryllium deposit // Ekologiya i promyshlennost' Rossii, 2018. V. 22. No. 12. P. 63–67 (in Russian).

11. Мартынюк А.А., Кураев В.Н. использование органических отходов в лесном хозяйстве. Пушкино: ВНИИЛМ, 2012. 126 с.

Martynyuk A.A., Kuraev V.N. use of organic waste in forestry. Pushkino: VNIILM, 2012. 126 p. (in Russian).

12. Иванова Н.А. Биологическая рекультивация песчаных карьеров Марийского Заволжья созданием лесных культур сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.): автореф. дис. … канд. с.-х. наук. Йошкар-Ола, 2020. 21 с.

Ivanova N.A. Biological reclamation of sand pits of the Mari Trans-Volga region with the creation of forest plantations of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.): avtoref. dis. … kand. s.-kh. nauk. Yoshkar-Ola, 2020. 21 p. (in Russian).

13. Белов А.Н. Восстановление растительности на отвалах буроугольных месторождений Южного Приморья, разрабатываемых открытым способом // Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель. Екатеринбург: Изд-во Урал. Ун-та ИПЦ УрФУ, 2012. С. 22–26.

Belov A.N. Restoration of vegetation on dumps of lignite deposits of the South Primorye, developed by open-cut method // Biologicheskaya rekul'tivatsiya i monitoring narushennykh zemel'. Yekaterinburg: Izd-vo Ural. Un-ta IPTS UrFU, 2012. P. 22–26 (in Russian).

14. Камачкова И.В. Самовосстановление почвенно-растительного покрова в техногенных ландшафтах юга Приморья // Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та ИПЦ УрФУ, 2012. С. 131–136.

Kamachkova I.V. Self-restoration of soil and vegetation cover in technogenic landscapes in the south of Primorye // Biologicheskaya rekul'tivatsiya i monitoring narushennykh zemel'. Yekaterinburg: Izd-vo Ural. Un-ta IPTS UrFU, 2012. P. 131–136 (in Russian).

15. ОСТ 56-69-83 Пробные площади лесоустроительные. Методы закладки. М.: Изд-во ЦБНТИ лесхоз, 1984. 60 с.

OST 56-69-83 Forest inventory test plots. Bookmarking methods. M.: Izd-vo TSBNTI leskhoz, 1984. 60 p. (in Russian).

16. Зарубина Л.В., Коновалов В.Н. Эколого-биологические особенности ели в северотаежных фитоценозах (состояние, антропогенное влияние). Архангельск: САФУ, 2015. 186 с.

Zarubina L.V., Konovalov V.N. Ecological and biological characteristics of spruce in northern taiga phytocenoses (state, anthropogenic influence). Arkhangelsk: SAFU, 2015. 186 p. (in Russian).

17. Fomin V.V., Zalesov S.V., Popov A.S., Mikhailovich A.P. Historical avenues of research in Russian forest typology: ecological, phytocoenotic, genetic, and dynamic classifications. Canadian Journal of Forest Research, e – First Article. 2017. P. 1–12. DOI: 10.1139/cjfr–2017–0011.

18. Anikeev D.R., Lugannskii N.A., Zalesov S.V., Yusupov I.A., Lopatin K.I. Effect of emissions from petroleum Gas Flares on the reproductive state of Pine stands in the Northern Taiga subzone. Russian Journal of Ecology. 2006. V. 37. No 2. P. 109–113.

19. Stavishenko I.V., Zalesov S.V., Luganskii N.A., Kryazhevskikh N.A., Morozov A.E. Communities of Wood – Attacking Fungi in the Region of ail and Gas Production. Russuan Journal of Ecology. 2002. V. 33. No 3. P. 161–169.

20. О проведении рекультивации и консервации земель: Утв. Постановлением Правительства Российской Федерации от 10 июля 2018 г. № 800.

About the reclamation and conservation of land: Approved. Decree of the Government of the Russian Federation No. 800 dated July 10, 2018 (in Russian).

21. Руководство по лесной рекультивации шламовых амбаров на землях лесного фонда Ханты-Мансийского автономного округа. М., 1999. 30 с.

Guidelines for forest reclamation of sludge pits on the lands of the forest fund of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug. M., 1999.30 p. (in Russian).

22. Седых В.Н., Малышкина Л.А., Даниленко Л.А. Методическое руководство по рекультивации шламовых амбаров без засыпки на территории лесного фонда Российской Федерации в среднетаежной подзоне Западной Сибири. М.: ФАЛХ, 2005. 38 с.

Sedykh V.N., Malyshkina L.A., Danilenko L.A. Methodological guide for reclamation of sludge pits without backfilling on the territory of the forest fund of the Russian Federation in the middle taiga subzone of Western Siberia. M.: FALH, 2005. 38 p. (in Russian).

УДК 630*31:338.2

РЕЙТИНГ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПО МНОГОФАКТОРНОМУ АНАЛИЗУ ВЫВОЗКИ ДРЕВЕСИНЫ С ЛЕСНЫХ УЧАСТКОВ

[1]Мохирев А.П., [2]Рукомойников К.П., [2]Мазуркин П.М.

[1]ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», Лесосибирск, e-mail: ale-mokhirev@yandex.ru;
[2]ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», Йошкар-Ола

Скорость автолесовозов при вывозке древесины с лесосеки – это один из значимых показателей, влияющих на деятельность лесозаготовительного предприятия. При вывозке древесины возникает множество факторов природного и производственного характера. Анализ факторов – это важный этап совершенствования производственного процесса. Для формирования мероприятий, направленных на улучшение производственных показателей, следует определить значимость факторов. В исследовании были использованы измеренные данные о скорости движения автолесовозов при вывозке древесины с лесной территории на береговые нижние склады во время лесозаготовительного сезона 2019–2020 гг. по территории Мотыгинского и Енисейского лесничеств Красноярского края. Качество собранного материала можно оценить добротностью измерений. Это значительно влияет на результаты проведения эксперимента. В работе представлен начальный этап факторного анализа по ранговому распределению 162 экспериментов по 35 факторам, влияющим на скорость лесовозного автотранспорта. Процесс ранжирования экспериментов выполняется с целью изучения полученных экспериментальных данных для дальнейшего выявления новых факторов и проверки добротности измерений по каждому фактору. Процедура вычисления суммы рангов по всем 35 учтённым факторам не требует математического обоснования и поэтому может быть выполнена для отсева малозначимых экспериментов. По распределению 162 измерений составлен рейтинг экспериментов по местам в ряду по росту суммы рангов, выполнена их группировка и определены условия проведения экспериментов, которые имели наилучшие и наихудшие места в рейтинге. По результатам проведенного анализа можно сделать вывод, что собирать информацию для наилучших экспериментов следует в летнее время при максимальной скорости движения автомобиля. Полученные результаты рейтингового распределения могут в дальнейшем быть использованы при оценке добротности факторов, влияющих на скорость лесовоза.

Ключевые слова: рейтинг, ранжирование, эксперимент, скорость, факторы, лесовоз

RATING OF EXPERIMENTS ON MULTI-FACTOR ANALYSIS OF WOOD REMOVAL FROM FOREST PLOTS

[1]Mokhirev A.P., [2]Rukomoynikov K.P., [2]Mazurkin P.M.

[1]Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Lesosibirsk, e-mail: ale-mokhirev@yandex.ru;
[2]Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola

The speed of logging trucks during the removal of wood from the cutting area is one of the significant indicators that affect the activities of the logging enterprise. When exporting wood, there are many factors of a natural and industrial nature. Factor analysis is an important step in improving the production process. To form measures aimed at improving production indicators, it is necessary to determine the significance of the factors. The study used measured data on the speed of atalasoft for hauling timber from the forest area on the coast of the lower warehouses during the harvesting season 2019-2020 for territory, Motyginskiy and Yenisei forestry of the Krasnoyarsk territory. The quality of the collected material can be estimated by the Q-factor of the measurements. This significantly affects the results of the experiment. The paper presents the initial stage of factor analysis based on the rank distribution of 162 experiments on 35 factors affecting the speed of logging vehicles. The process of ranking experiments is carried out in order to study the obtained experimental data for further identification of new factors and to check the quality of measurements for each factor. The procedure for calculating the sum of ranks for all 35 factors taken into account does not require mathematical justification and therefore can be performed to eliminate insignificant experiments. Distribution 162 measurements, the rating of the experiments in the growth of the sum of ranks that made their group and the conditions for the experiments, which had the best and worst places in the ranking. Based on the results of the analysis, it can be concluded that it is necessary to collect information for the best experiments in the summer at the maximum speed of the car. The obtained results of the rating distribution can be used in the future to assess the quality factor of factors affecting the speed of the logging truck.

Keywords: rating, ranking, experiment, speed, factors, logging truck

От скорости движения автотранспортных средств, в том числе при вывозке древесины с верхнего склада лесосеки, зависят основные экономические критерии оценки эффективности предприятия [1–3]. Особенностью движения автолесовоза по лесной дороге является большое количество влияющих на него факторов, как производственного, так и природно-климатического характера [4–7].

В предыдущих исследованиях авторского коллектива [8, 9] проведен многофакторный анализ влияния природно-производственных факторов на скорость движения

лесовоза. Однако все 162 проведенных эксперимента не были проверены на их репрезентативность. Для этого необходимо провести ранжирование для всех учтенных 35 природно-производственных факторов и затем выполнить рейтинг экспериментов по росту суммы рангов. Предварительно значения каждого фактора принимались по вектору предпорядка предпочтительности «лучше – хуже».

Целью настоящего исследования является определение значимости экспериментов по многофакторному анализу вывозки древесины с лесных участков для установления наилучших условий при сборе информации для экспериментов, а также для дальнейшего выявления новых факторов и проверки добротности измерений по каждому фактору.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования явилась природно-эргатическая система «Вывозка лесоматериалов по автомобильным дорогам», включающая следующие подсистемы с группами параметров, влияющих на скорость движения лесовоза: время въезда на измеряемый участок (X1–X4); приведенные координаты участка (X5–X7); параметры водителя (X8–X10); параметры лесовоза (X11–X19, X35); характеристика дорожного покрытия (X20–X23, X34); состояние покрытия (X24–X25); метеорологические данные (X26–X33).

В ходе исследования все 35 факторов были эвристическим способом учтены при вывозке древесины с верхних складов лесной территории на береговые нижние склады во время лесозаготовительного сезона 2019–2020 гг. по территории Мотыгинского и Енисейского лесничеств Красноярского края.

Для выявления значимости всех рассматриваемых факторов, включая и скорости движения лесовоза, выполнено 162 наблюдения, заключающихся в регистрации всех учтенных факторов в различных природно-производственных условиях. При этом кодовые значения некоторых факторов ранжировались рангами. Исследования проводились при условиях: элементарный участок дороги для одного измерения принимался без поворотов длиной более 300 м. На этом участке измерялся постоянный средний уклон в промилле. При этом учитывалось, что на элементарном участке дороги достигается равномерная скорость движения лесовоза с грузом или без него.

Результаты исследования и их обсуждение

В статье приведены результаты рейтинга экспериментов по ранжированию значений каждого из 35 факторов для последующего многофакторного анализа дополнением парных сравнений между всеми факторами вывозки древесины с верхних складов лесных участков.

Интуитивно ясно, что многие факторы влияют только на скорость движения лесовоза. Однако при этом из 35 факторов парными сравнениями могут быть упущены подгруппы факторов, обладающих сильными парными закономерностями. Например, метеорологические параметры между собой имеют высокие коэффициенты корреляции. Поэтому при полном факторном анализе при синтезе иерархий мы придерживаемся закона Барри Коммонера «Все связано со всем» [10], то есть любой фактор в какой-то количественной мере (корреляции) влияет на изменение значений других количественно выраженных факторов.

Иерархия является некоторой абстракцией структуры системы, предназначенной для изучения функциональных взаимодействий ее компонент и их воздействий на систему в целом [11, с. 12]. Метод анализа иерархий получил широкое распространение.

В нашем случае система (162 наблюдений по 35 факторам, включая и скорость движения лесовоза) известна, а для неё вначале были эвристически определены 35 количественных параметров. Для моделирования ранговых распределений по каждому из 35 факторов вначале необходимо выполнить их распределение по вектору «лучше – хуже».

Разнонаправленные по содержательному смыслу факторы нельзя объединять. При этом ранги применяются для устранения проблемы с размерностью факторов (как известно, нельзя складывать факторы с разными размерностями). Тогда появляется возможность количественного описания всей системы параметров, в нашем случае для системы «Вывозка лесоматериалов по автомобильным дорогам».

Применим следующий способ упорядочения значений параметров по вектору предпорядка предпочтительности «лучше → хуже» по рангам $R = 0, 1, 2,...$ (табл. 1). При одинаковой содержательной направленности всех учтенных факторов появляется возможность их последовательного суммирования. Затем суммирование рангов у всего списка параметров системы; образу-

ется рейтинг (табл. 2), причем лучшим будет элемент с наименьшей суммой рангов.

Из данных табл. 1 видно, что 25 факторов имеют направленность «чем меньше, тем лучше», поэтому ранги распределяются вдоль оси абсцисс «ранги от 0, 1, 2 и выше» с минимального значения. Остальные 10 факторов имеют направленность «чем больше, тем больше», поэтому значения этих факторов по оси рангов убывают.

В табл. 3 представлена таблица, количество повторяющихся экспериментов для рангов 0, 1, 2.

Таблица 1

Установление кода направленности для среды РАНГ в Excel по вектору предпорядка предпочтительности «лучше → хуже»

Фактор	Наименование	Лучше меньше	Лучше больше	Код
X01	Номер месяца в году	+		1
X02	Номер суток в месяце	+		1
X03	Номер часа в сутках	+		1
X04	Время движения по участку дороги, мин	+		1
X05	Широта	+		1
X06	Долгота	+		1
X07	Высота над уровнем моря, м	+		1
X08	Стаж работы водителя, лет		+	0
X09	Возраст водителя, лет	+		1
X10	Время в пути, ч	+		1
X11	Колесная формула лесовоза	+		1
X12	Грузоподъемность лесовоза, т		+	0
X13	Тип лесовоза (тягач, прицеп, полуприцеп)		+	0
X14	Время эксплуатации лесовоза, лет	+		1
X15	Мощность двигателя, л.с.		+	0
X16	Пробег лесовоза, тыс. км	+		1
X17	Время с капремонта лесовоза, мес.	+		1
X18	Нагруженность (масса груза / грузоподъемность)	+		1
X19	Тип шин	+		1
X20	Тип покрытия дороги		+	0
X21	Ширина дорожного покрытия, м		+	0
X22	Время эксплуатации дороги с момента строительства, лет	+		1
X23	Количество капремонтов дороги, шт.	+		1
X24	Влажность дорожного покрытия (сухое; влажное; сырое; мокрое; насыщенное водой)	+		1
X25	Вид снежно-ледяного покрытия (без снега; уплотненный снег; снежное сухое; мокрый снег; снежно-ледяное)	+		1
X26	Температура воздуха, °С		+	0
X27	Атмосферное давление, мм рт. ст.	+		1
X28	Относительная влажность воздуха на высоте 2 м,%	+		1
X29	Скорость ветра, м/с	+		1
X30	Горизонтальная дальность видимости, км		+	0
X31	Температура точки росы, °С		+	0
X32	Количество осадков, выпавших за 12 ч, мм	+		1
X33	Высота снежного покрова (вне дороги), мм	+		1
X34	Уклон, ‰	+		1
X35	Скорость движения, км/ч		+	0

Таблица 2

Фрагмент (первые и последние три места) рейтинга экспериментов и их места по сумме рангов (числитель – ранг, знаменатель – значение фактора)

№ опыта	94	59	47	…	147	148	136
Место эксперимента	1	2	3	…	160	161	162
Сумма рангов	1263	1476	1515		3071	3158	3230
X1	86	86	86	…	17	17	0
	7	7	7		3	3	1
X2	151	57	64	…	27	27	124
	30	12	13		8	8	24
X3	48	144	53	...	95	99	142
	9,4	22,4	0,25		16,2	16,8	22,1
X4	4	22	36	…	125	110	88
	1	1,2	1,3		2,3	2	1,8
X5	5	110	92	…	18	21	119
	0,02378	0,73433	0,6855		0,26182	0,29795	0,7608
X6	62	89	120	…	8	18	15
	3,55743	4,459	4,56501		0,18558	0,38657	0,2397
X7	30	108	129	…	50	47	56
	149	359	417		176	172	186
X8	121	121	101	…	0	0	26
	3	3	7		34	34	22
X9	0	0	89	…	146	146	112
	25	25	44		57	57	47
X10	6	25	6	…	145	149	160
	1	1,5	1		21	22	33
X11	0	0	0	…	84	84	84
	0	0	0		1	1	1
X12	0	0	0	…	84	84	84
	56	56	56		40	40	40
X13	0	0	0	…	96	96	96
	3	3	3		2	2	2
X14	13	13	13	…	157	157	153
	2,17	2,17	2,17		5,83	5,83	5,67
X15	0	0	0	…	84	84	84
	420	420	420		300	300	300
X16	59	59	20	…	157	157	153
	42	42	24,8		220	220	215
X17	22	22	22	…	22	22	22
	9	9	9		9	9	9
X18	0	0	0	…	130	130	130
	0	0	0		0,95	0,95	0,95
X19	96	96	96	…	0	0	0
	1	1	1		0	0	0
X20	12	12	12	…	12	12	12
	1	1	1		1	1	1
X21	0	86	0	…	86	36	36
	8	6	8		6	7	7
X22	123	37	82	…	129	146	94
	31	1,75	8,75		32,75	35,75	13,4
X23	103	0	103	…	103	103	103
	2	0	2		2	2	2
X24	106	0	0	…	0	106	96
	3	0	0		0	3	2

Окончание табл. 2

№ опыта	94	59	47	…	147	148	136
Место эксперимента	1	2	3	…	160	161	162
Сумма рангов	1263	1476	1515		3071	3158	3230
X25	0	0	0	…	100	157	144
	0	0	0		1	4	3
X26	8	57	39	…	144	144	109
	23,3	14,1	16,1		-7,6	-7,6	-0,7
X27	75	90	96	…	109	109	81
	743	748	749		751	751	745
X28	32	88	46	…	65	65	156
	64	90	71		83	83	96
X29	0	0	21	…	148	148	135
	0	0	1		5	5	4
X30	0	52	0	…	145	145	128
	50	40	50		4	4	9
X31	5	40	88	…	133	133	104
	16	12,5	8,3		-10	-10	-1,3
X32	0	0	0	…	126	126	100
	0	0	0		2	2	0,9
X33	0	0	0	…	159	159	130
	0	0	0		75	75	63
X34	96	31	79	…	61	19	55
	9	-28	2		-1	-40	-7
X35	0	31	22	…	106	102	99
	69,3	45,5	49,1		26	27	28

Таблица 3

Количественное распределение экспериментов по местам в рейтинге

Место в рейтинге	Код	Количество экспериментов для рангов		
		0	1	2
1	X11	84	78	–
2	X12	66	18	42
3	X13	96	31	35
4	X15	66	18	78
5	X19	96	66	–
6	X20	12	107	43
7	X23	73	30	53
8	X18	78	2	1
9	X33	100	2	2
10	X35	1	1	2
11	X04	2	2	6
12	X21	36	50	44
13	X29	21	73	19
14	X17	2	20	105
15	X30	52	21	31
16	X34	1	1	1
17	X24	69	27	10
18	X27	1	4	14
19	X03	1	1	3
20	X28	2	1	1
21	X09	15	16	10
22	X02	12	4	2
23	X05	1	1	1

Окончание табл. 3

Место в рейтинге	Код	Количество экспериментов для рангов		
		0	1	2
24	X25	100	41	3
25	X07	1	1	1
26	X22	18	3	2
27	X14	13	43	10
28	X01	8	9	43
29	X06	1	1	1
30	X26	4	4	2
31	X31	1	4	2
32	X10	6	19	11
33	X16	16	4	20
34	X32	66	55	17
35	X08	5	21	4

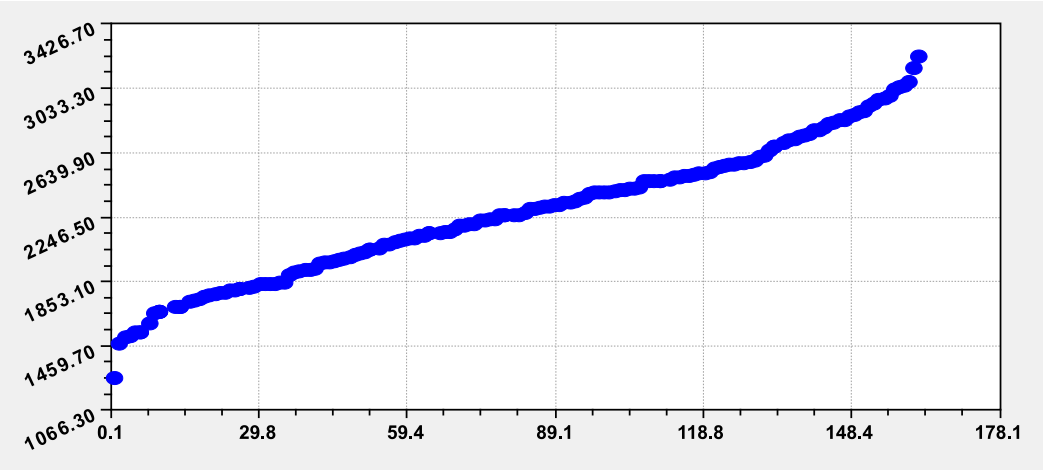


Рис. 1. Зависимость суммы ранга от эксперимента

Ранг (R = 0, 1, 2, 3,...) отличается от места в рейтинге (I = 1, 2, 3,...) добавлением цифры 0. Это позволяет использовать положительную полуось абсцисс в моделировании методом идентификации [12].

Ранжируем каждый фактор в программной среде Excel. Для этого существует функция РАНГ. В функции = РАНГ(A1;A$1:FF$1;1) для программной среды Excel приняты условные обозначения: A1 – первая ячейка в первой анализируемой строке; FF$1 – последняя ячейка в первой анализируемой строке; 0∨1 – ранжирование по убыванию (0) или возрастанию (1).

В итоге получаем распределение мест I по убыванию (10 факторов) или возрастанию (25 факторов) значений ранжируемого показателя. Ранг R будет равен $I - 1$.

В табл. 2 представлен фрагмент таблицы с рейтингом экспериментов, начиная с наименьшей суммы рангов, т.е. с наилучшим влиянием. Из этой таблицы видим, что наилучшие условия у эксперимента № 94, далее № 59 и № 47. Охарактеризуем их условия. Все лучшие рейтинговые эксперименты проведены без снежного покрова, в летнее время, без осадков или с небольшим их количеством. Движение порожнее, по гравийной дороге, с небольшим уклоном с относительно высокой скоростью движения (от 45 до 70 км/ч).

Наихудшие условия экспериментов с наибольшей суммой рангов следующие. Зимнее или весеннее (март) время года со снежным или снежно-ледяным покрытием дороги и отрицательным уклоном дороги (спуск). Температура воздуха отрицательная, но от-

носительно не низкая (от -0⁰ до -8⁰). За последние 12 ч до измерения присутствовали осадки. Автомобиль груженый со скоростью движения 26–28 км/ч.

Для дальнейшего анализа эксперименты поделим на группы по местам рангов (1 группа с 1 по 10 место, 2 группа с 11 по 20 место и т.д.). В табл. 4 представлены номера групп, суммы суммарных значений экспериментов. Так как в группе может быть различное количество экспериментов (столбец 3), то определено среднее значение суммы экспериментов (столбец 4) и построен график, отражающий среднюю сумму эксперимента в группе.

Для отображения расположения групп по отношению к эксперименту составим график, представленный на рис. 2.

Таблица 4

Характеристики групп значений

Группа	Сумма рангов	Количество экспериментов в группе	Средняя сумма
1	16997	11	1545,182
2	15630	9	1736,667
3	18034	10	1803,4
4	18781	10	1878,1
5	19843	10	1984,3
6	20767	10	2076,7
7	21614	10	2161,4
8	22300	10	2230
9	20634	9	2292,667
10	23662	10	2366,2
11	26844	11	2440,364
12	22500	9	2500
13	25746	10	2574,6
14	27011	10	2701,1
15	28292	10	2829,2
16	32369	11	2942,636
17	6388	2	3194
Итого	367412	162	2267,975

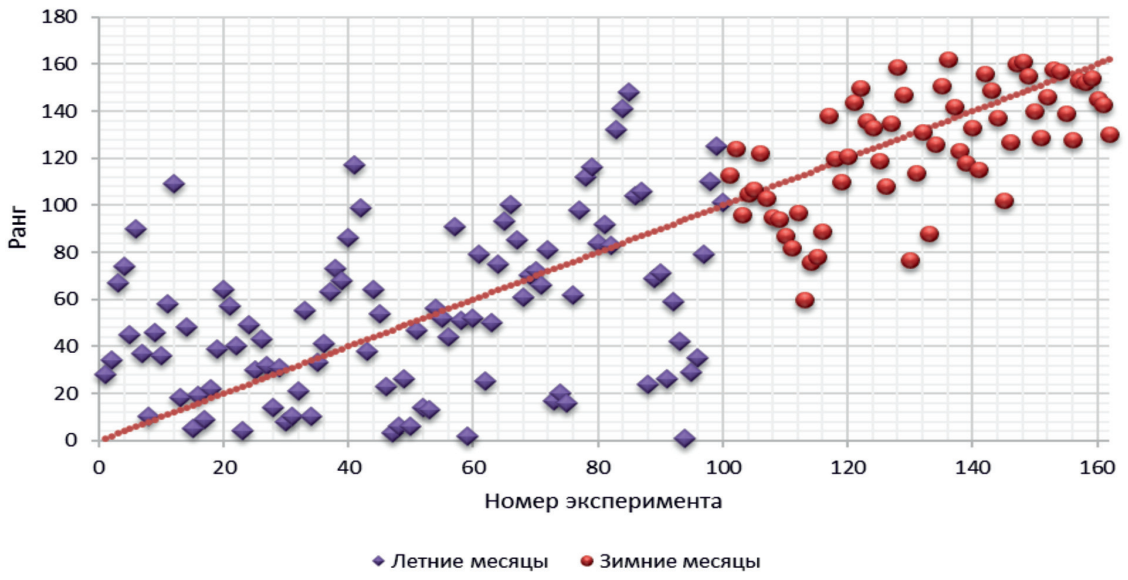


Рис. 2. Местоположение сумм экспериментов в эксперименте по группам

По графику (рис. 2) можно сделать вывод, что группы с наилучшими результатами (наименьшей суммой рангов) находятся в первых экспериментах. Однако первая половина групп имеет большой разброс, вторая половина наиболее сгруппирована. Можно отметить, что первые 100 экспериментов проводились в летнее время, остальные со 101 по 162 в зимнее и весеннее (с декабря по март включительно). В летнее время происходит наибольший разброс значений. Это объясняется большим диапазоном значений природно-климатических условий, влияющих на скорость движения в летнее время, таких как количество осадков, выпавших за последние 12 часов; тип покрытия дороги.

Заключение

Про проведенному анализу можно сделать вывод, что собирать информацию для наилучших экспериментов следует в летнее время при максимальной скорости движения автомобиля.

Полученные результаты рейтингового распределения могут в дальнейшем быть использованы при оценке добротности факторов, влияющих на скорость лесовоза.

Исследование выполнено в рамках проекта «Разработка фундаментальных основ проектирования лесной инфраструктуры как динамически изменяемой системы в условиях деятельности лесозаготовительного производства», № 19-410-240005, поддержанного за счет средств целевого финансирования, предоставленного РФФИ, Правительством Красноярского края и Краевым фондом науки.

Список литературы / References

1. Grigorev I.V., Khitrov E.G., Kalistratov A.V., Stepanischeva M.V. Dependence of filtration coefficient of forest soils to its density. Proceedings of the 14th International Multidisciplinary Scientific Geoconferences, Vol. 2 «Water Resources. Marine and Ocean Ecosystems», 16–26 June 2014, Albena, Bulgaria, 2014. P. 339–344.

2. Козлов В.Г. Методы, модели и алгоритмы проектирования лесовозных автомобильных дорог с учетом влияния климата и погоды на условия движения: дис. ... докт. техн. наук. Архангельск, 2017. 406 с.

Kozlov V.G. Methods, models and algorithms for designing logging roads taking into account the Influence of climate and weather on traffic conditions: dis. ... dokt. tekhn. nauk. Arkhanhelsk, 2017. 406 p. (in Russian).

3. Скрыпников А.В., Кондрашова Е.В., Скворцова Т.В., Дорохин С.В. Влияние условий движения на скоростные режимы транспортных потоков при вывозке древесины // Современные наукоемкие технологии. 2014. № 4. С. 153.

Skrypnikov A.V., Kondrashova E.V., Skvortsova T.V., Dorokhin S.V. Influence of traffic conditions on high-speed modes of transport flows during wood removal // Sovremennyye naukoyemkiye tekhnologii. 2014. № 4. P. 153 (in Russian).

4. Коваленко Т.В., Коточигов М.В. Использование климатической информации для организации транспортного освоения лесных массивов // Технология и оборудование лесопромышленного комплекса: сборник научных трудов. Выпуск 6. СПб.: СПбГЛТУ, 2013. С. 104–108.

Kovalenko T.V., Kotochigov M.V. Use of climate information for the organization of transport development of woodlands // Tekhnologiya i oborudovanie lesopromyshlennogo kompleksa: sbornik nauchnyh trudov. Vypusk 6. SPb.: SPbGLTU, 2013. P. 104–108 (in Russian).

5. Henningsson M., Karlsson J., Rönnqvist M. Optimization models for forest road upgrade planning. Journal of Mathematical Models and Algorithms. 2007. № 6 (1). P. 3–23.

6. Мельник М.А., Волкова Е.С. Сезонная дифференциация опасных и неблагоприятных природных явлений для сферы лесопользования Томской области // Вестник СГУГиТ. 2019. Т. 24. № 2. С. 229–237. DOI: 10.33764/2411-1759-2019-24-2-229-237.

Mel'nik M.A., Volkova E.S. Seasonal differentiation of dangerous and adverse natural phenomena for the sphere of forest management in the Tomsk region // Vestnik SGUGiT. 2019. № 24. P. 229–237 (in Russian).

7. Мохирев А.П., Рукомойников К.П., Мазуркин П.М. Многофакторное влияние природно-производственных условий на скорость движения автолесовозов // Системы. Методы. Технологии. 2020. № 4 (48). С. 88–96. DOI: 10.18324/2077-5415-2020-4-88-96.

Mokhirev A.P., Rukomoynikov K.P., Mazurkin P.M. Multifactorial impact of the natural production conditions on the speed of atalasoft // Sistemy. Metody. Tekhnologii. 2020. № 4 (48). P. 88–96. DOI: 10.18324 / 2077-5415-2020-4-88-96 (in Russian).

8. Мохирев А.П., Рукомойников К.П., Мазуркин П.М. Анализ факторов, влияющих на скорость автолесовозов // Успехи современного естествознания. 2020. № 11. С. 20–25. DOI: 10.17513/use.37509.

Mokhirev A.P., Rukomoynikov K.P., Mazurkin P.M. Analysis of factors affecting the speed of atalasoft // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. 2020. № 11. P. 20–25. DOI: 10.17513/use.37509 (in Russian).

9. Торсуев Н.П. Популярная экология (полезные советы в повседневной жизни). Казань: Изд-во «Экоцентр», 1997. 236 с.

Torsuev N.P. Popular ecology (useful tips in everyday life). Kazan', 1997. 236 p. (in Russian).

10. Mazurkin P.M., Kudryashova A.I. Factor analysis of annual global carbon dynamics (according to Global_Carbon_Budget_2017v1.3.xlsx): materials of the International Conference «Research transfer». Reports in English (part 2). November 28, 2018. Beijing, PRC. P. 192–224.

11. Mazurkin P.M., Kudryashova A.I. Factor analysis of meteoparameters on the stage of growth of birch leaves. International Journal of Current Research. 2019. № 11 (10). P. 7774–7779. DOI: 10.24941/ijcr.36856.10.2019.

УДК 630*181.28

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СЕВЕРОАМЕРИКАНСКИХ ВИДОВ СОСНЫ ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В ПРИМОРСКОМ КРАЕ

Репин Е.Н.

ФНЦ биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, Владивосток, e-mail: revnik59@yandex.ru

В статье подводятся итоги интродукции трех североамериканских видов сосны (*Pinus strobus L.*, *p. banksiana Lamb*., *p. contorta var. Murrayana Balf.)* в условиях Приморского края. Исследования проводили в дендрарии Горнотаежной станции в период 1992–1994 и 2016–2018 гг. Дендрарий расположен в лесной зоне в 25 км от г. Уссурийск. Дан сравнительный анализ климата естественных ареалов сосен и Приморского края. Изучена динамика развития растений от фазы набухания почек до одревеснения побегов. Измеряли длину и ширину хвои и женских шишек. Результаты измерений сопровождаются обработкой методом математической статистики. Имеющиеся различия климата естественных ареалов и в месте интродукции не имеют существенной величины и не приводят к повреждениям надземных частей растений. Все три вида сосны в условиях дендрария имеют свойственный виду габитус, характеризуются хорошим жизненным состоянием, наличием устойчивого семеношения. Биометрические параметры видов сосны в условиях интродукции в целом соответствуют аналогичным размерам в естественном ареале. Исключение – длина и ширина хвои сосны Банкса превышает размеры у данного вида в естественном ареале. Ритм сезонного развития интродуцированных сосен соответствует годовой динамике климатической ситуации в условиях Приморского края, а его календарные сроки близки к датам фенологических явлений местного вида – кедра корейского. Вносится предложение рекомендовать *Pinus strobus L.*, *p. banksiana Lamb*., *p. contorta var. Murrayana Balf.* в качестве лесокультурного материала для увеличения биоразнообразия рекреационных лесов, лесопарковых зон и участков озеленения населенных пунктов.

Ключевые слова: интродукция, североамериканские виды, сосны, климат, биометрия, фенология

BIOLOGICAL FEATURES OF NORTH AMERICAN PINE SPECIES IN THE PRIMORSKY KRAI

Repin E.N.

Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, e-mail: revnik59@yandex.ru

The article summarizes the introduction of three North American pine species (*Pinus strobus L.*, *p. banksiana Lamb.*, *P. Contorta var. Murrayana Balf.*) In the Primorsky Territory. The research was carried out in the arboretum of the Mountain taiga station in the period 1992-1994 and 2016-2018. The arboretum is located in a forest zone 25 km from the city of Ussuriisk. A comparative analysis of the climate of natural areas of pine trees and Primorsky Krai is given. The dynamics of plant development from the phase of bud swelling to lignification of shoots has been studied. The length and width of the needles and female cones were measured. The measurement results are accompanied by processing by the method of mathematical statistics. The existing differences in the climate of natural areas and in the place of introduction are not significant and do not lead to damage to the aboveground parts of plants. All three species of pine in an arboretum have a habit characteristic of the species, are characterized by a good state of health and the presence of stable seed production. Biometric parameters of pine species under conditions of introduction generally correspond to similar sizes in their natural range. The only exception is the length and width of the *Pinus banksiana* needles exceeds the size of this species in its natural range.The rhythm of seasonal development of introduced pines corresponds to the annual dynamics of the climatic situation in the Primorsky Territory, and its calendar dates are close to the dates of phenological phenomena of a local species – Korean cedar. A proposal is made to recommend *Pinus strobus L.*, *p.banksiana Lamb*., *P. contorta var. Murrayana Balf.* as a silvicultural material to increase the biodiversity of recreational forests, forest park zones and green areas in settlements.

Keywords: introduction, North American species, pines, climate, biometrics, phenology

Хвойные растения играют важную роль в лесном и зелено-парковом хозяйстве всех регионов России. Это связано с их большим хозяйственным значением, круглогодичной высокой декоративностью, бальнеологическими свойствами хвойных фитонцидов и другими свойствами и качествами. В Приморском крае использование интродуцированных видов хвойных развито слабо. Предпочтение в лесокультурном и садово-парковом хозяйстве традиционно отдается местным видам. Например, за период 2001–2007 гг. из всего объема (25861 га) выполненных лесных культур на кедр корейский приходится 24806 га [1].

Дальневосточные леса обладают высоким лесовосстановительным потенциалом. При соблюдении технологического регламента лесосечных работ естественное восстановление хвойных пород на вырубках обычно проходит успешно [2]. Поэтому в данной категории лесокультурного фонда

предпочтение следует отдавать естественному возобновлению хозяйственно ценных пород, а при необходимости в качестве лесокультурного материала использовать местные хвойные виды растений. При этом объектами для культивирования интродуцированных хвойных видов могут быть рекреационные леса, лесопарковые зоны и участки озеленения населенных пунктов. Это увеличит биоразнообразие существующих естественных и искусственных насаждений и усилит их эстетическое восприятие. Чтобы минимизировать возможный неудовлетворительный результат подобной деятельности, привлекать исходный материал для посадки желательно из числа видов, прошедших этап первичной интродукции в регионе. Используя метод климатических аналогов и основываясь на экобиологических и морфологических свойствах растений [3; 4], предлагаются к лесокультурному испытанию три североамериканских вида сосны: сосна веймутова *Pinus strobus L.*, сосна Банкса *p.banksiana Lamb*. и сосна скрученная *p. contorta var. Murrayana Balf.*

Интерес к данной проблеме со стороны ученых из других регионов России подтверждает актуальность данных исследований [5; 6].

Цель исследования: обобщить материал по результатам интродукции североамериканских видов сосны в дендрарии Горнотаежной станции. Для этого в сравнительном аспекте анализируется ритм сезонного роста и развития трех интродуцированных и одного местного вида сосен на фоне оценки основных параметров климата естественных ареалов.

Материалы и методы исследования

В дендрарии Горнотаежной станции проводятся постоянные стационарные исследования растений, проходящих здесь этап первичной интродукции, в том числе три североамериканских вида сосны: веймутова *Pinus strobus L.*, Банкса *p.banksiana Lamb*. и скрученная *p. contorta var. Murrayana Balf.* В дальнейшем, в ходе изложения материала при упоминании сосны скрученной, мы будем подразумевать именно одну из ее географических разновидностей – *var. Murrayana.* В качестве контроля взят местный вид – кедр корейский *p. koraiensis Siebold et Zucc.*, растущий здесь же в дендрарии. Для анализа сезонного ритма развития растений использовали общепринятые методы фенологических наблюдений. Анализ климата естественных ареалов сосен проводился на основе сведений из «Агроклиматического атласа мира» [7]. При этом под вегетационным периодом понимали промежуток времени между переходом среднесуточной температуры весной и осенью через +5 °С. Безморозный период – период года от средней даты последнего весеннего заморозка до средней даты первого осеннего заморозка. Сумма активных температур – показатель, характеризующий количество тепла и выражающийся суммой средних суточных температур воздуха или почвы, превышающий +10 °С.

Статистическую обработку данных проводили с помощью MS Excel.

Результаты исследования и их обсуждение

Основным фактором, лимитирующим процесс интродукции в Приморском крае, являются низкие зимние температуры. Поэтому важно иметь представление о климате естественных ареалов интродуцируемых видов (табл. 1). В качестве контроля взяты параметры климата местного вида – кедра корейского. По температурам самого холодного месяца и значению абсолютного минимума ареал сосны Банкса ближе всего к условиям Приморского края. Климат мест произрастания сосен веймутовой и скрученной менее суров. Безморозный период естественного ареала сосны веймутовой по сравнению с условиями Приморья имеет более ранние сроки начала и более поздние окончания вегетации. У сосны Банкса, наоборот, эти сроки имеют более позднее начало и раннее окончание. Ареал сосны скрученной по этому показателю близок к приморскому климату. Вегетационный период сосен веймутовой и скрученной продолжительнее, чем в ареале кедра корейского, а у сосны Банкса он близок по своему значению к условиям Приморского края.

Сумма температур выше +10 °С иллюстрирует обеспеченность регионов количеством тепла, необходимого для развития растений. Ареал сосны Банкса характеризуется меньшим количеством суммы активных температур по сравнению с климатом Приморского края (по усредненным показателям ареала кедра корейского). Сосна веймутова при интродукции в Приморский край может испытывать напряженность сезонного развития в связи с недостаточностью количества тепла, что выражается в удлинении периода вегетации по сравнению с местными хвойными видами.

Таблица 1

Характеристика климата естественных ареалов сосен

Виды	Средняя температура воздуха, °С		Абсолютный минимум, °С	Период с температурой выше +5°С		Безморозный период	∑t°>+10°С	Длина дня весной и летом, час
	наиболее теплого месяца	наиболее холодного месяца		календарные сроки	число дней			
Pinus strobus L.	21,2	-6,3	-31,7	08.04-08.11	215	24.04-22.10	2800	13-15
p. banksiana Lamb.	16,4	-13,8	-46,7	17.04-17.10	184	05.06-26.08	1800	15-18
p. contorta var. Murrayana Balf.	22,0	-8,0	-20,0	20.03-20.11	220	10.05-05.10	2400	13-14
p. koraiensis Siebold et Zucc.	21,0	-19,5	-43,0	11.04-20.10	186	06.05-01.10	2300	14-16

Таблица 2

Происхождение и размеры видов сосны в дендрарии

Вид	Происхождение	Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см
Pinus strobus L.	Минск	41	12,6 ± 1,35	29,7 ± 2,36
p. banksiana Lamb.	Сахалин	30	5,8 ± 1,44	13,4 ± 1,23
p. contorta var. Murrayana Balf.	Оттава	66	13,9 ± 2,03	39,3 ± 1,87
p. koraiensis Siebold et Zucc.	Горнотаежная станция	54	14.5 ± 1,08	23.6 ± 1,42

Таблица 3

Даты прохождения основных фенологических явлений сосен в дендрарии

Виды	Фенофазы													
	Набухание почек		Начало роста побегов		Появление хвои		Начало пыления		Окончание роста побегов		Формирование верхушечной почки		Полное одревеснение побегов	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Pinus strobus L.	25.04	22.04	10.05	29.04	6.06	27.05	22.06	12.06	27.06	28.06	9.08	12.08	14.10	15.10
p.banksiana Lamb.	8.04	5.04	27.04	22.04	1.06	26.05	26.05	19.05	25.06	26.06	1.08	2.08	12.10	15.10
p. contorta var. Murrayana Balf.	6.04	5.04	24.04	18.04	2.06	28.05	3.06	22.05	17.06	19.06	1.08	4.08	15.10	15.10
p. koraiensis Siebold et Zucc.	8.04	10.04	30.04	22.04	30.05	28.05	17.06	13.06	23.06	26.06	20.07	26.07	18.10	15.10

В табл. 2 приводятся средние размеры видов сосны в возрасте на момент измерений. Все виды достигли репродукционного возраста и характеризуются хорошим жизненным состоянием.

Сравнивать растения по достигнутым размерам при условии неодинакового возраста на момент измерений некорректно. Однако обращает на себя внимание тот факт, что местный вид, кедр корейский, при наибольшей средней высоте ствола имеет меньший диаметр в сравнении с соснами скрученной и веймутовой. Сосна Банкса характеризуется гораздо меньшими размерами, что естественно для данного вида и в его естественном ареале.

Фенологические наблюдения проводили в периоды 1992–1994 гг. (I) и 2016–2018 гг. (II). По каждому трехлетнему периоду для удобства изложения выведены средние даты фенологических явлений (табл. 3).

Начало вегетации у сосен Банкса, скрученной и кедра корейского в течение обоих периодов наблюдений происходит в сравнимые сроки. Вегетация сосны веймутовой начинается с задержкой более чем две недели относительно остальных видов. Это же относится и к фазе начала роста побегов. Далее в течение сезона эти различия постепенно сглаживаются, и в фазе окончания роста побегов сосна веймутова догоняет по срокам остальные виды. Это позволяет сосне веймутовой завершить вегетацию в благоприятные сроки.

Начало роста хвои в фазе активного роста побегов является биологической особенностью сосен. Период от начала роста побегов до появления хвои занимает довольно продолжительное время. Наибольший он у сосны скрученной 44 (I) и 41 (II), самый короткий у сосны веймутовой 28 (I) и 29 (II). У сосны Банкса и кедра корейского эта продолжительность составила соответственно 36 (I), 35 (II) и 31 (I), 37 (II) дней. Факт очень близких значений у каждого вида в разные периоды наблюдений может свидетельствовать о важности и наследуемости данного параметра. Набухание почек и начало роста у всех видов происходит в период, когда в условиях Приморского края еще возможны заморозки. Несмотря на это, признаков подмерзания почек или побегов за период наблюдений не отмечалось.

Табл. 4 иллюстрирует наличие зависимости продолжительности роста побегов от сроков начала их роста и даты начала вегетации. Связь между продолжительностью роста побегов и величиной их годичного прироста не прослеживается. Видимо, в этом случае обеспеченность периода вегетации теплом и влагой в виде осадков оказывается важнее, чем протяженность периода роста. При этом для всех видов сосны более благоприятным в отношении роста побегов оказался период наблюдений 2016–2018 гг. Наименьшей интенсивностью роста характеризуется сосна скрученная, наибольшей – кедр корейский.

Данные, приведенные в табл. 5, позволяют сравнить параметры хвои и женских шишек в естественном ареале и месте интродукции. Длина и ширина хвои сосен веймутовой и скрученной в дендрарии находятся в пределах характеристик сосен на их родине. Хвоя сосны Банкса в условиях интродукции несколько длиннее и шире по сравнению с показателями в естественном ареале. Средние размеры шишек всех трех видов в дендрарии целом соответствуют их размерам в естественном ареале. Небольшое исключение: шишки сосны Банкса в дендрарии оказались немного больше по длине, но эта разница не существенна и находится в пределах статистической ошибки.

Таблица 4

Развитие сосен в течение вегетационного периода

Вид	Сроки вегетации		Продолжительность вегетации, дни		Продолжительность роста побегов, дни		Годичный прирост, см	
	I	II	I	II	I	II	I	II
Pinus strobus L.	25.04-14.10	22.04-15.10	172	176	53	61	14,0	15,1
p. banksiana Lamb.	08.04-12.10	5.04-15.10	185	192	65	66	14,2	19,2
p. contorta var. Murrayana Balf.	06.04-12.10	5.04-15.10	188	192	50	63	5,7	11,0
p. koraiensis Siebold et Zucc.	08.04-18.10	10.04-15.10	192	187	51	66	18,7	20,2

Таблица 5

Размеры хвои шишек интродуцированных сосен

Вид	Длина хвои, см			Ширина хвои, мм			Длина шишки, см			Ширина шишки, см		
	I	II		I	II		I	II		I	II	
		Xср ± mx	V,%		Xср ± mx	V,%		Xср ± mx	V,%		Xср ± mx	V,%
Pinus strobus L.	6-10	8,8 ± 0,62	21,9	0,7-1,0	0,7 ± 0,051	11,4	8-15	11,6 ± 3,23	16,9	до 4	2,4 ± 0,32	8,0
p. banksiana Lamb.	2-4	4,8 ± 0,87	22,3	1-1,5	2,1 ± 0,048	7,2	3-5	5,7 ± 0,52	5,6	2-3	2,4 ± 0,24	6,2
p. contorta var. Murrayana Balf.	5-7	6,4 ± 0,77	23,1	1,5-2,2	1,5 ± 0,035	14,3	до 6	4,7 ± 0,83	10,7	2-3	2,0 ± 0,44	13,3

Примечание: I – показатели в естественном ареале; II – в месте интродукции; Xср ± mx – среднее выборочное значение признака с оценкой ошибки среднего; V – коэффициент вариации.

Заключение

Выбор трех обсуждаемых видов сосны для интродукции в Приморский край проводился в свое время с использованием метода климатических аналогов. Имеющиеся различия между климатическими показателями естественных ареалов и местом интродукции могут иметь негативные значения для развития растений в аномально холодные годы. Однако в данном случае эти различия не имеют существенной величины и при возникновении самых неблагоприятных условий могут привести лишь к задержке развития, но не к повреждениям надземных частей растений.

Биометрические параметры видов сосны в условиях интродукции в целом соответствуют аналогичным размерам в естественном ареале. Ритм сезонного развития интродуцированных сосен соответствует годовой динамике климатической ситуации в условиях Приморского края, а его календарные сроки близки к датам фенологических явлений местного вида – кедра корейского.

Сосны Банкса, веймутову и скрученную можно рекомендовать в качестве лесокультурного материала для увеличения биоразнообразия рекреационных лесов, лесопарковых зон и участков озеленения населенных пунктов.

Список литературы / References

1. Об утверждении лесного плана Приморского края на 2009–2018 годы. Распоряжение губернатора Приморского края от 10 марта 2009 года N 45-рг. [Электронный ресурс]. URL: http://docs.cntd.ru/document/430623554 (дата обращения: 28.01.2021).

On the approval of the forest plan of the Primorsky Territory for 2009–2018. Instruction of the Governor of the Primorsky Territory dated March 10, 2009 N 45-rg. [Electronic resource]. URL: http://docs.cntd.ru/document/430623554) (date of access: 28.01.2021). (in Russian).

2. Ковалёв А.П., Шелопугина С.В., Матвеева А.Г. Об эффективности восстановления лесов на Дальнем Востоке // Вестник ТОГУ. 2015. № 2 (37). С. 23–28.

Kovalev A.P., Shelopugina S.V., Matveeva A.G. On the effectiveness of forest restoration in the Far East // Vestnik TOGU. 2015. No. 2 (37). P. 23–28. (in Russian).

3. Farjon A. A handbook of the world's conifers. Leiden, the Netherlands: Koninklijke Brill. 2010. 1152 p.

4. Farjon A., Filer D. An atlas of the world's conifers: an analysis of their distribution, biogeography, diversity, and conservation status. Leiden, the Netherlands: Koninklijke Brill. 2013, 525 p.

5. Мкртчян М.А., Путенихин В.П. Биологические особенности сосны Банкса, веймутовой и желной при интродукции в башкирском предуралье // Вестник Челябинского государственного университета. 2013. № 7 (298). Биология. Вып. 2. С. 185–186.

Mkrtchyan M.A., Putenikhin V.P. Biological characteristics of the Banks pine, Weymouth and yellow when introduced in the Bashkir Urals // Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta. 2013. No. 7 (298). Biologiya. Vyp. 2. P. 185–186 (in Russian).

6. Арестова Е.А., Арестова С.В. Опыт интродукции некоторых североамериканских видов рода *Pinus* L. в саратовском поволжье // Успехи современного естествознания. 2018. № 12–1. С. 25–29.

Arestova E.A., Arestova S.V. The experience of introduction of some North American species of the genus *Pinus* L. in the Saratov Volga region // Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya. 2018. No. 12-1. P. 25–29 (in Russian).

7. Агроклиматический атлас мира. М.: Л.: Гидрометеоиздат. 1972. 128 с.

Agroclimatic Atlas of the World. M.: L.: Gidrometeoizdat. 1972. 128 p. (in Russian).

УДК 631.52

АНАЛИЗ БИОРЕСУРСНЫХ КОЛЛЕКЦИЙ ПО КЛИМАТИЧЕСКИМ РИТМАМ И ФЕНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССАМ

Семенютина А.В., Хужахметова А.Ш., Долгих А.А., Семенютина В.А., Цой М.В.

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

Эффективность мобилизации древесных растений определяется методом фенологических наблюдений, который позволяет получить массив данных об особенностях роста, сезонной периодичности и соответствии развития вегетативных и генеративных органов растений местным климатическим условиям. Биоресурсные коллекции Федерального научного центра агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук (кад. № – 34:34:000000:122, 34:34:060061:10) и его филиалов (Нижневолжская станция по селекции древесных пород; кад. № 34:36:000014:178, Западно-Сибирская АГЛОС; кад. № 22:23:010003:0014) являлись объектом исследований для прогноза их перспективности введения в культуру. Установлено увеличение дефицита осадков в период вегетации (при их годовой сумме в 262–417 мм) и показателей среднемесячных температур воздуха. Указанные условия оказали влияние на продолжительность прохождения фенологических фаз у 47 таксонов деревьев и кустарников различных ботанических семейств и географического происхождения (Северная Америка, Европа, Кавказ, Крым, Дальний Восток, Средняя Азия, Япония, Китай, Корея). Выявлено, что фаза наступления массового листопада проходит позже более чем на 20 дней (*Larix sibirica*, *Ulmus pumila*, *Quercus borealis*, *Quercus robur*, *Acer platanoides*, *Tilia platyphyllos*, *Fraxinus excelsior*). У некоторых видов – *Celtis occidentalis*, *Acer negundo*, *Juglans nigra*, *Amelanchier ovalis* отклонение в продолжительности вегетационного периода составило в среднем 13-15 дней, увеличилась продолжительность роста побегов у *Celtis occidentalis* на 37 дней, у *Amelanchier ovalis* – 29, *Tilia platyphyllos* – 22. Приведен разногодично-временной график наступления фенофаз и их частотная характеристика с учетом солнечных (12,5–16,5 часов) и тепловых ресурсов (5–24 °С) соответствующих декад апреля-октября (Волгоградская область). У 90% древесных видов наступление фазы распускания листовых почек обеспечивается при солнечном сиянии более 13,5 ч и среднесуточной температуре воздуха от 5 до 15 °С. Интегрированным количественным методом установлено соответствие биоритмов развития растений по продолжительности вегетационного периода с учетом их отставания или опережения относительно общей нормы, характерной для региона.

Ключевые слова: биоресурсные коллекции, фенологические наблюдения, биоритмы, фенофазы, интродукция, засушливые условия

ANALYSIS OF BIORESOURCE COLLECTIONS BY CLIMATIC RHYTHMS AND PHENOLOGICAL PROCESSES

Semenyutina A.V., Huzhahmetova A.Sh., Dolgih A.A., Semenyutina V.A., Tsoy M.V.

Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of Russian Academy of Sciences, Volgograd, e-mail: vnialmi@yandex.ru

The efficiency of mobilization of woody plants is determined by the method of phenological observations, which makes it possible to obtain an array of data on the characteristics of growth, seasonal frequency and the correspondence of the development of vegetative and generative organs of plants to local climatic conditions. Bioresource collections of the Federal Scientific Center of Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences (№ 34: 34: 000000: 122, 34: 34: 060061: 10) and its branches (Lower Volga Station for the selection of tree species; № 34: 36: 000014: 178, West Siberian AGLOS; № 22: 23: 010003: 0014) were the object of research to predict their prospects for introduction into culture. An increase in precipitation deficit during the growing season (with an annual amount of 262-417 mm) and indicators of average monthly air temperatures was established. These conditions influenced the duration of the passage of phenological phases in 47 taxa of trees and shrubs of various botanical families and geographic origin (North America, Europe, the Caucasus, Crimea, the Far East, Central Asia, Japan, China, Korea). It was revealed that the phase of the onset of massive leaf fall occurs more than 20 days later (*Larix sibirica*, *Ulmus pumila*, *Quercus borealis*, *Quercus robur*, *Acer platanoides*, *Tilia platyphyllos*, *Fraxinus excelsior*). In some species – *Celtis occidentalis*, *Acer negundo*, *Juglans nigra*, *Amelanchier ovalis*, the deviation in the duration of the growing season averaged 13-15 days; the duration of shoot growth in *Celtis occidentalis* increased by 37 days, in *Amelanchier ovalis* – 29, *Tilia platyphyllos* – 22. A different-year-time schedule of the onset of phenophases and their frequency characteristics are given, taking into account solar (12,5-16,5 hours) and heat resources (5-24 °C) of the corresponding ten days of April-October (Kamyshin, Volgograd region). In 90% of tree species, the onset of the budding phase is ensured with sunshine for more than 13.5 hours and an average daily air temperature of 5 to 15 °C. The integrated quantitative method established the correspondence of the biorhythms of plant development in terms of the duration of the growing season, taking into account their lag or lead in relation to the general norm characteristic of the region.

Keywords: bioresource collections, phenological observations, biorhythms, phenophases, introduction, arid conditions

При создании биоресурсных коллекций ФНЦ агроэкологии РАН важным является отбор древесных видов по хозяйственно ценным признакам. Особое место в ассортименте должны занимать комплексно устойчивые к неблагоприятным метеорологическим явлениям деревья и кустарники. Неперспективными являются растения, у которых под воздействием деструктивных факторов имеются значительные потери по хозяйственно

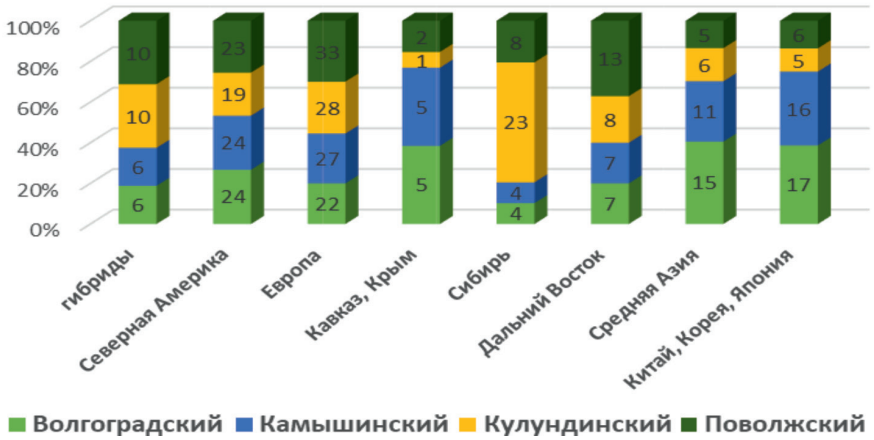
ценным признакам. Многолетние мониторинговые исследования позволили получить значительный массив данных об особенностях роста, сезонной периодичности [1, с. 1416; 2, с. 109]. Ряд авторов [3; 4, с. 167; 5, с. 1361] указывают на взаимосвязь фенологических ритмов сезонного развития растений с суммой эффективных температур и дефицитом влаги, особенно это выражено в умеренных и северных широтах. Многие авторы указывают, что биоритмы позволяют видам приспособиться к той или иной среде через комплекс механизмов и приспособлений [6, с. 54; 7, с. 21].

Успешность мобилизации древесных растений определяется методом фенологических наблюдений, который позволяет выявить соответствие развития вегетативных и генеративных органов растений местным климатическим условиям.

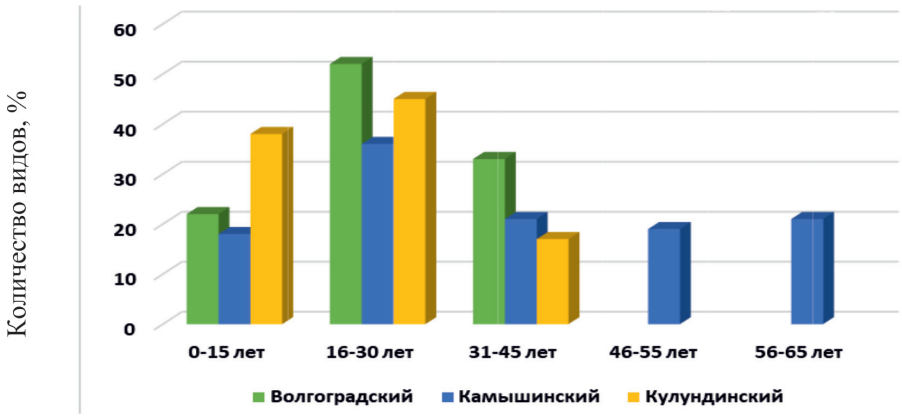
Цель исследований: провести анализ биоресурсных коллекций ФНЦ агроэкологии РАН по климатическим ритмам и фенологическим процессам.

Материалы и методы исследования

В дендрологических насаждениях ФНЦ агроэкологии РАН (кад. № 34:34:000000:122, 34:34:060061:10) и его филиалов (Нижневолжская станция по селекции древесных пород; кад. № 34:36:000014:178, Западно-Сибирская АГЛОС; кад. № 22:23:010003:0014) имеется генофонд деревьев и кустарников различных ботанических семейств и географического происхождения, который является объектом исследований для разработки мероприятий по их мобилизации и сохранению с целью оптимизации лесомелиоративных комплексов в природно-климатических зонах малолесных регионов (рис. 1).



А



Б

Рис. 1. Представленность биоресурсных коллекций ФНЦ агроэкологии РАН по происхождению (А) и возрастным категориям (Б)

Методом фенологических наблюдений проведен сбор массива многолетних показателей по фенологической программе. Для отбора образцов с продолжительным и глубоким уровнем покоя и поздними сроками распускания почек, синхронным цветением мужских и женских почек наблюдения за цветением проводили ежедневно. Степень несоответствия биоритмов интродуцентов (стенобионты, эврибионты) климату нового местообитания проводят по ранжированию фенологических дат по распределению плотности вероятностей [8, с. 88; 9, с. 12].

Для описания и сравнительной оценки природно-климатических условий пунктов интродукции и естественных ареалов растений использованы данные автономных метеостанций ФНЦ агроэкологии РАН, агроклиматических справочников, а также интернет-ресурсы [10; 11].

Результаты исследования и их обсуждение

Для прогноза перспективности введения в культуру проанализированы основные метеопоказатели местопроизрастания биоресурсных коллекций (Волгоградская обл., рис. 2).

Выявление разногодично-временных фенологических закономерностей основано на определении изменчивости наступления семи фенофаз (рис. 3). Установлены фенологические закономерности биоритмов развития 47 древесных видов за 60-летний период (1960–2019 гг.).

Показатель позволяет сравнивать сроки наступления фенофаз и интервалы между ними. Достоверно установлено увеличение периода вегетации у всех изученных видов. Фаза наступления массового листопада проходит позже более чем на 20 дней – 2-я, 3-я декада октября (*Larix sibirica*, *Ulmus pumila*, *Quercus borealis*, *Quercus robur*, *Acer platanoides*, *Tilia platyphyllos*, *Fraxinus excelsior*).

Для целей прогноза мобилизации и введения в культуру дана характеристика по наступлению фенофаз у древесных видов, указаны солнечные и тепловые ресурсы соответствующей декады (таблица). У 90% древесных видов наступление фазы РЛП обеспечивается при солнечном сиянии более 13,5 ч и среднесуточной температуре воздуха от 5 до 15 °С.

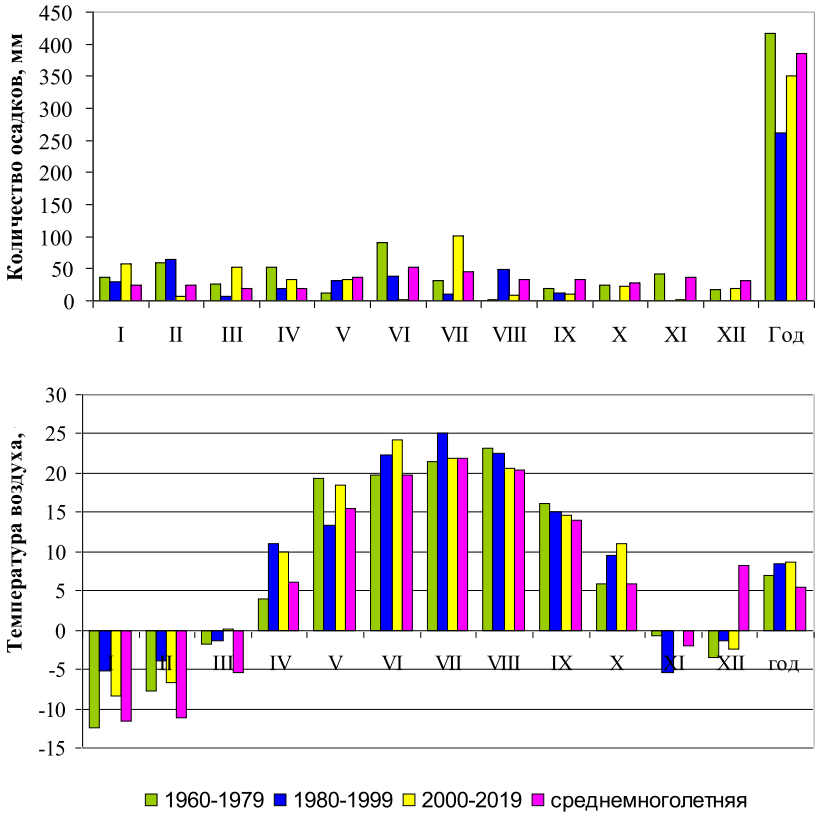


Рис. 2. Сравнительная оценка периодов исследования по основным показателям

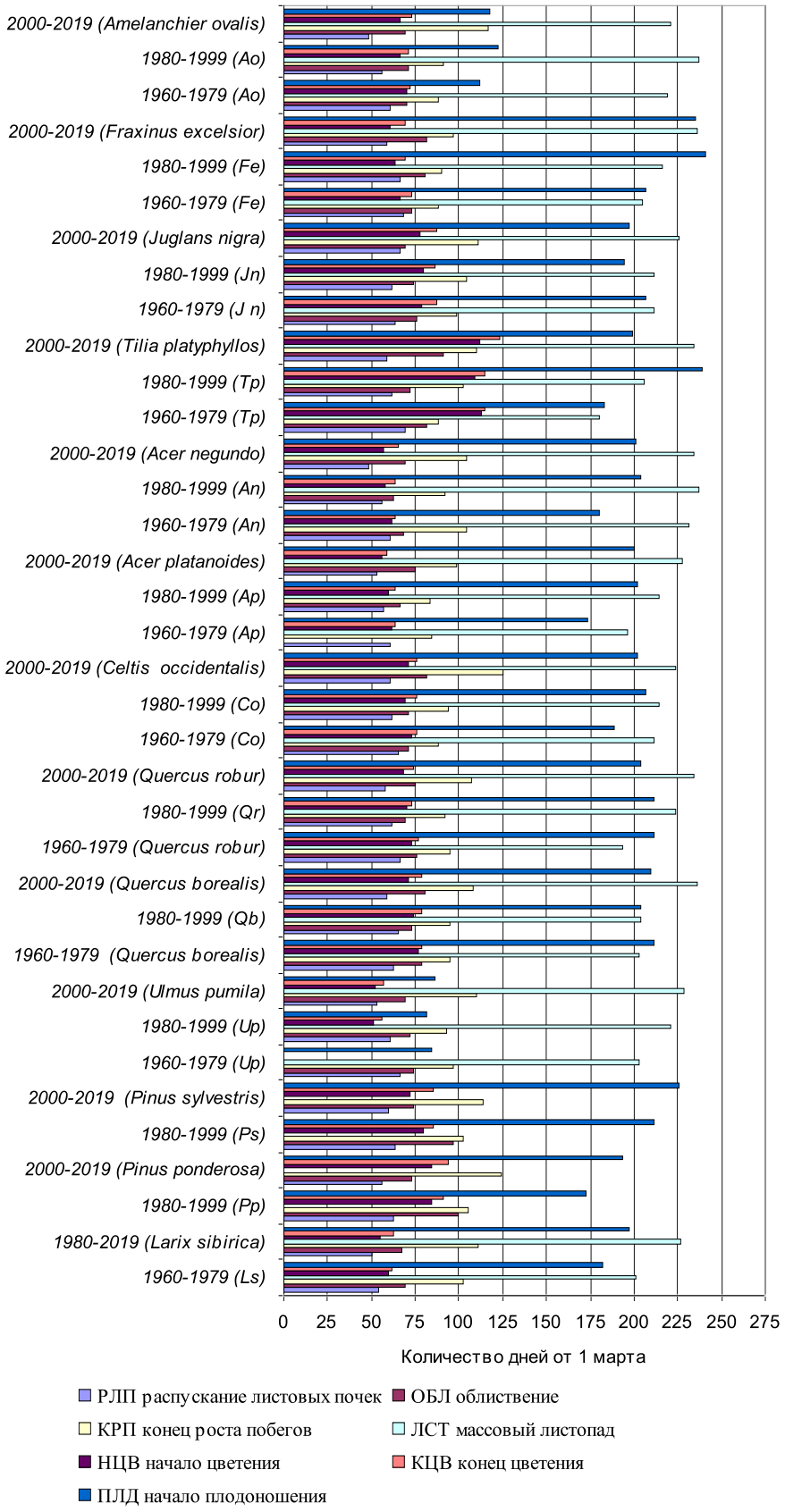


Рис. 3. Среднемноголетние показатели фенологических наблюдений (кад. № 34:36:000014:178)

Распределение видов по наступлению фенофаз

Месяц (декада)	*	**	Фенофазы						
			РЛП	НЦВ	КЦВ	ОБЛ	КРП	ПЛД	ЛСТ
			Количество видов, шт. (%)						
IV(2)	13,5	5...10	4(8,5)	1(2,1)					
IV(3)	14,5	10...15	23(49,0)	8(17,1)	4(8,5)				
V(1)			19(40,4)	17(36,2)	11(23,4)	16(34,0)			
V(2)	15,5	15...18	1(2,1)	11(23,4)	8(17,1)	25(53,2)	1(2,1)		
V(3)	16	18...21		5(10,6)	14(29,8)	6(12,8)	3(6,4)	4(8,5)	
VI(1)				3(6,4)	3(6,4)		14(29,8)		
VI(2)				1(2,1)	4(8,5)		20(42,5)		
VI(3)	16,5	21...24		1(2,1)	2(4,2)		8(17,1)	3(6,4)	
VII(1)					1(2,1)		1(2,1)	1(2,1)	
VII(2)	16	24...21						2(4,2)	
VII(3)								1(2,1)	
VIII(1)								2(4,2)	
VIII(2)								3(6,4)	
VIII(3)	14,5	21...18						8(17,1)	
IX(1)	13,5	18...15						8(17,1)	
IX(2)	12,5	15...10						4(8,5)	1(2,1)
IX(3)								6(12,8)	5(10,6)
X(1)	11,5	10...8						4(8,5)	10(21,3)
X(2)	11	8...5						1(2,1)	15(31,9)
X(3)	10	5...0							10(21,3)

Примечание. *Интенсивность солнечной радиации в сутки, ч.
**Среднедекадная температура воздуха, Т, °С.

У некоторых видов – *Celtis occidentalis*, *Acer negundo*, *Juglans nigra*, *Amelanchier ovalis* – отклонение в продолжительности вегетационного периода составило в среднем 13–15 дней, увеличилась продолжительность роста побегов у *Celtis occidentalis* на 37 дней, у *Amelanchier ovalis* – 29, *Tilia platyphyllos* – 22. Показатели длительности ростовых реакций свидетельствуют об их адаптационных возможностях в засушливых условиях (рис. 4).

Установлены соответствия фенологических ритмов развития представителей родовых комплексов по продолжительности вегетационного периода с учетом их отставания или опережения относительно общей нормы, характерной для региона. Расчеты фенологической атипичности видов показали, что сроки развития находятся в нижней половине области нормы (от +1 до 0) по реализации фенологических фаз.

Заключение

Многолетние мониторинговые исследования позволили получить значительный массив данных об особенностях роста, сезонной периодичности в развитии при пространственном нахождении участков с экспериментальными посадками (г. Волгоград, г. Камышин) при неоднородности факторов обитания.

За 60-летний период (1960–2019 гг.) зафиксированы благоприятные по погодным условиям годы, с незначительной изменчивостью дат наступления внутри и между фазами. Фаза наступления массового листопада проходит позже более чем на 20 дней – 2-я, 3-я декада октября (*Larix sibirica*, *Ulmus pumila*, *Quercus borealis*, *Quercus robur*, *Acer platanoides*, *Tilia platyphyllos*, *Fraxinus excelsior*). У некоторых видов – *Celtis occidentalis*, *Acer negundo*, *Juglans nigra*, *Amelanchier ovalis* – отклонение в продолжительности вегетационного периода составило в среднем 13-15 дней, увеличилась продолжительность роста побегов у *Celtis occidentalis* на 37 дней, у *Amelanchier ovalis* – 29, *Tilia platyphyllos* – 22. У 90% древесных видов наступление фазы распускания листовых почек обеспечивается при солнечном сиянии более 13,5 ч и среднесуточной температуре воздуха от 5 до 15 °С.

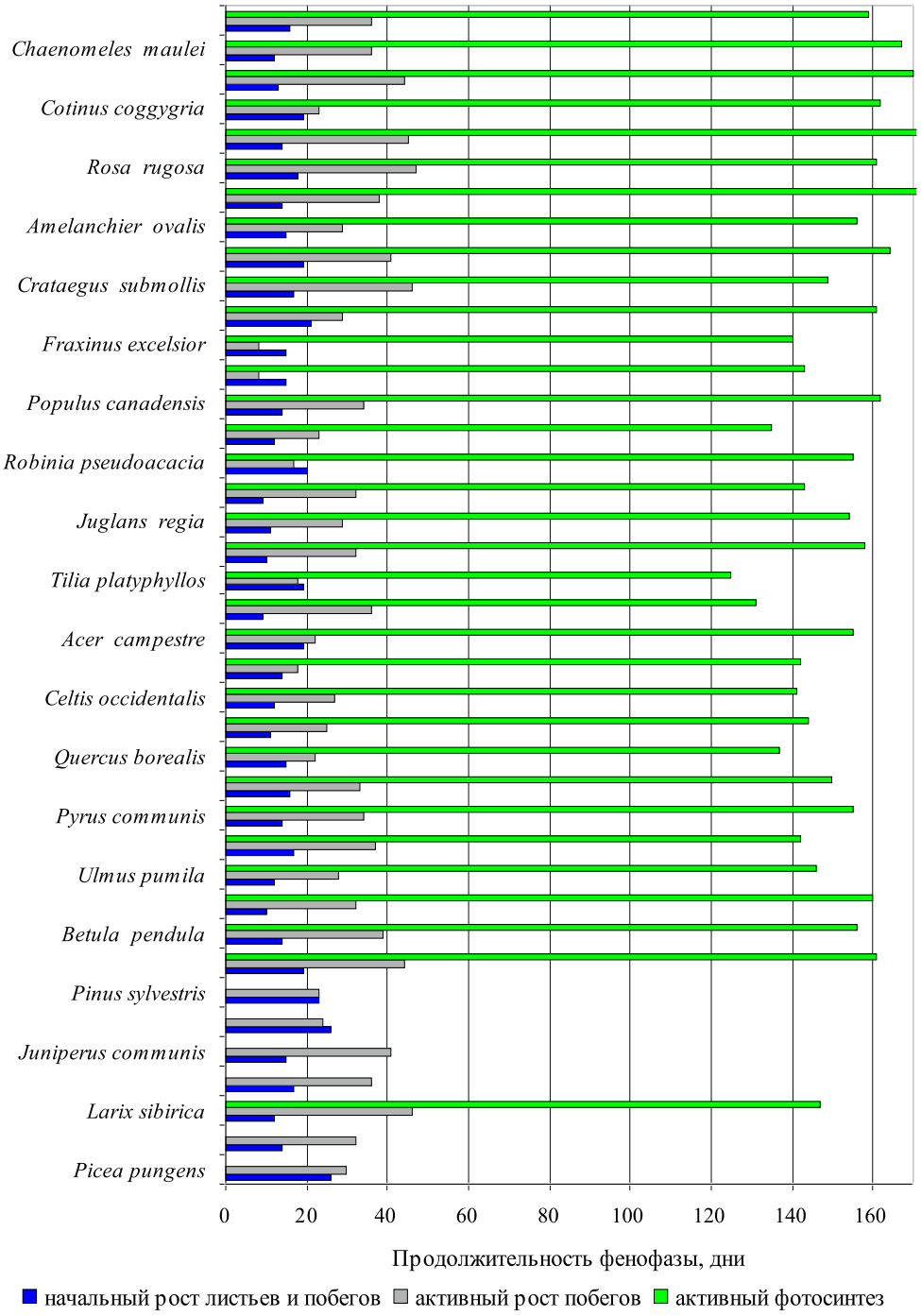


Рис. 4. Характеристика ростовых процессов древесных видов в условиях каштановых почв

Установлено соответствие биоритмов развития растений по продолжительности вегетационного периода с учетом их отставания или опережения относительно общей нормы, характерной для региона, что согласуется с видовой принадлежностью и географическим происхождением растений (Северная Америка, Европа, Кавказ, Крым, Дальний Восток, Средняя Азия, Япония, Китай, Корея).

Исследования выполнены по теме Государственного задания № 0713-2020-0004 Российской академии наук (ФНЦ агроэкологии РАН).

Список литературы / References

1. Semenyutina A.V., Podkovyrova G.V., Khuzhakhmetova A.Sh., Svintsov I.P., Semenyutina V.A., Podkovyrov I.Yu. Engineering implementation of landscaping of low-forest regions. International journal of mechanical engineering and technology. 2018. Vol. 9 (10). P. 1415–1422.

2. Хужахметова А.Ш., Таран С.С. Оптимизация лесомелиоративных насаждений засушливого региона видами родовых комплексов *Corylus* и *Juglans* // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2013. № 3 (31). С. 106–111.

Khuzhakhmetova A.Sh., Taran S.S. Optimization of forest reclamation plantations in arid region by species of the generic complexes *Corylus* and *Juglans* // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2013. № 3 (31). P. 106–111 (in Russian).

3. Miao Y., Chen A., Liu M., Wang T., Zhao X., Song Z., Miao R., Liu Y. The relationship between 35 woody plant species' spring phenology to their heights and stem tissue densities on a campus. Chinese Journal of Applied and Environmental Biology. 2017. Vol. 23 (5). P. 785–791. DOI: 10.3724 / SP.J.1145.2016.11020.

4. Renner S.S., Zohner C.M. Climate change and phenological mismatch in trophic interactions among plants, insects, and vertebrates. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics. 2018. Vol. 49. P. 165–180. DOI: 10.1146/annurev-ecolsys-110617-062535.

5. Flynn D.F.B., Wolkovich E.M. Temperature and photoperiod drive spring phenology across all species in a temperate forest community. New Phytologist. 2018. Vol. 219. P. 1353–1362. DOI: 10.1111/nph.15232.

6. Kruzhilin S.N., Taran S.S., Semenyutina A.V., Matvienko E.Yu. Growth peculiarities and age dynamics of *Quercus robur* L. formation in steppe region conditions. Kuwait Journal of Science. 2018. Vol. 45. № 4. P. 52–58.

7. Таран С.С., Матвиенко Е.Ю., Кружилин С.Н. Закономерности роста и формирования насаждений с участием *Pinus sylvestris* и *Pinus pallasiana* в условиях Нижнего Дона // Репутациология. 2017. № 1 (43). С. 19–26.

Taran S.S., Matvienko E.Yu., Kruzhilin S.N. Regularities of growth and formation with trees *Pinus sylvestris* and *Pinus pallasiana* in the Lower Don // Reputaciologiya. 2017. № 1 (43). P. 19–26 (in Russian).

8. Шитиков В.К., Розенберг Г.С. Рандомизация и бутстреп: статистический анализ в биологии и экологии с использованием R. Тольятти: Кассандра, 2013. С. 88–95.

Shitikov V.K., Rosenberg G.S. Randomization and Bootstrap: Statistical Analysis in Biology and Ecology Using R. Tol'yatti: Kassandra, 2013. P. 88–95 (in Russian).

9. Стукач О.В. Программный комплекс Statistica в решении задач управления качеством. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. 12 с.

Stukach O.V. Statistica software complex in solving quality management problems. Tomsk: Izd-vo Tomskogo politekhnicheskogo universiteta, 2011. 12 p. (in Russian).

10. Погода и климат. [Электронный ресурс]. URL: https://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php (дата обращения: 17.01.2021).

Weather and climate. [Electronic resource]. URL: https://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php (date of access: 17.01.2021) (in Russian).

11. Средние месячные и годовые температуры воздуха в Камышине. [Электронный ресурс]. URL: http//:www.pogodaiklimat.ru/history/34363.htm (дата обращения: 17.01.2021).

Average monthly and annual air temperatures in Kamyshin. [Electronic resource]. URL: http//:www.pogodaiklimat.ru/history/34363.htm (date of access: 17.01.2021) (in Russian).

УДК 633.491

УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО КЛУБНЕЙ НОВЫХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ

Усанова З.И., Лесных П.А.

ФГБОУ ВО «Тверская ГСХА», Тверь, Сахарово, e-mail: rastenievodstvo@mail.ru

В однофакторном полевом опыте выявлены наиболее продуктивные комплексно устойчивые новые сорта картофеля производства AGRICO U.A. и LANTMANNEN SW SEED BV в условиях Центрального района Нечерноземной зоны Российской Федерации. В опыте изучали 6 сортов разной скороспелости: 1) Импала, раннеспелый (контроль), 2) Аризона, среднеранний, 3) Экселенс, среднеранний, 4) Эволюшен, среднеранний, 5) Фонтане, среднеспелый, 6) Алуэт, среднеспелый. В качестве контроля взят более распространенный сорт Импала. Возделывание проводили по голландской технологии с междурядьями 75 см, густотой стояния 43,3 тыс./га, использовали рекомендованный комплекс машин. Более продолжительным вегетационным периодом отличались среднеранние сорта, что объясняется их биологическими особенностями, а также все сорта в 2019 г. в связи с более ранним цветением (на 9–10 дней раньше, чем в 2018 г.). Более урожайными являлись сорта: раннеспелый сорт Импала и среднеранний Эволюшен, которые в среднем за 2 года накопили 38,84 и 36,72 т клубней на гектаре соответственно. Данные сорта характеризовались более интенсивными ходом продукционного процесса в большинстве периодов вегетации, за исключением периода «цветение – начало созревания». Изучаемые сорта различались качеством урожая. Повышенное содержание сырого протеина в абсолютно сухом веществе имели сорта Импала, Аризона, Эволюшен (9,21–9,94 %). Самый высокий выход сухого вещества и сырого протеина обеспечил сорт Эволюшен (133,3 и 144,0 % к контролю), а крахмала – сорта Экселенс и Фонтане (122,5-125,5 % контролю).

Ключевые слова: картофель, сорт, урожайность, качество урожая

YIELD AND QUALITY OF TUBERS OF NEW POTATO VARIETIES IN THE CONDITIONS OF THE CENTRAL NON-CHERNOZEM REGION

Usanova Z.I., Lesnykh P.A.

Tver SAA, Tver, Sakharovo, e-mail: rastenievodstvo@mail.ru

Annotation. In a one-factor field experiment, the most productive complex resistant new varieties of potatoes produced by AGRICO U.A. и LANTMANNEN SW SEED BV in the Central Region of the Non-Chernozem Zone of the Russian Federation were identified. In the experiment, 6 varieties of different early maturity were studied: 1) Impala, early maturing (control), 2) Arizona, mid-early 3) Excellence, mid-early, 4) Evolution, mid-early, 5) Fontane, mid-maturing, 6) Aluet, mid-maturing. The more common Impala variety was taken as a control. The cultivation was carried out according to the Dutch technology with a row spacing of 75 cm, a planting density of 43.3 thousand / ha, using the recommended set of machines. Medium early varieties were distinguished by a longer growing season, which is explained by their biological characteristics, as well as all varieties in 2019 due to earlier flowering (9-10 days earlier than 2018). The more productive varieties were: the early-ripening Impala and the mid-early Evolution, which, on average, accumulated 38.84 and 36.72 tons of tubers per hectare in 2 years, respectively. These varieties were characterized by a more intensive course of the production process in most vegetation periods, with the exception of the period «flowering – beginning of ripening». The studied varieties differed in the quality of the harvest. The varieties Impala, Arizona, Evolution had an increased content of crude protein in absolutely dry matter (9.21– 9.94 %). The highest yield of dry matter and crude protein was provided by the Evolution variety (133.3 and 144.0 % to the control), and starch – by the Excellens and Fontane varieties (122.5 – 125.5 % to the control).

Ключевые слова: potatoes, variety, yield, crop quality

Картофель (*Solanum tuberósum L.*) – высокопродуктивная полевая клубненосная культура, обладающая большим сортоpазнообразием [1]. Относится к короткодневным растениям, но в условиях средних широт его выращивают и при большей продолжительности фотопериода [2].

Благодаря способности формировать высокие урожаи клубней (более 30 т/га) картофель имеет большое экономическое значение [2].

Клубни картофеля обладают ценным химическим составом. Они содержат около 25 % сухих веществ, в том числе от 10 до 23 % крахмала, 1,4–3,0 % белков, витамины С, В1, В2, В6, РР и К [1; 2].

Многочисленными исследованиями подтверждено высокое кормовое значение картофеля. В 100 кг клубней содержится 25–30 кормовых единиц и 2,1 кг переваримого протеина, в 100 кг ботвы – 8,5–12 корм. ед. и 1,6 кг переваримого протеина. По выходу кормовых единиц с одного гектара в 3 раза превышает зерновые культуры. По переваримости органического вещества (83–97 %) среди растительных кормов делит первое место с кормовыми корнеплодами [2].

Клубни картофеля используются в различных целях, но главным образом – в продовольственных. Их применяют для приготовления широкого спектра продуктов

питания человека: вареного картофеля, картофеля фри, чипсов и др. [2].

В настоящее время в мире насчитывается более 4 тысяч сортов картофеля, из которых в Государственном реестре селекционных достижений представлено более 400 сортов [3]. При разработке технологических схем возделывания правильный выбор сорта имеет большое значение для повышения урожайности картофеля, поскольку без существенных дополнительных затрат повышает продуктивность растений и общую рентабельность производства не менее чем на 30–70 % в зависимости от различных агроклиматических факторов [4; 5].

Кроме того, правильный выбор сорта влияет на устойчивость растений к неблагоприятным факторам окружающей среды, в частности – к болезням и вредителям. В частности, выделены образцы видов картофеля, устойчивые к таким заболеваниям, как фитофтороз, парша обыкновенная, ризоктониоз и др. [2].

От выбора сорта зависит интенсивность роста органов растения, особенности его развития, урожайность, а также качество полученной продукции. Так, только за счет возделывания высокопродуктивных сортов можно повысить урожайность более чем на 20 % [2]. В ряде исследований в условиях Верхневолжья разница в урожайности сортов в зависимости от технологий колебалась от 11,3 до 67,0 % [2].

В России большим спросом пользуются сорта зарубежной селекции [6], в связи с чем возникает потребность более детального изучения возможностей повышения урожайности и качества продукции этих сортов.

Цель исследований – провести оценку новых сортов картофеля по урожайности и качеству клубней в условиях Центрального района Нечерноземной зоны Российской Федерации.

Материалы и методы исследования

Исследования проведены в 2018–2019 гг. в полевом опыте в севообороте ООО «Агрофорвард» («Агрико-Евразия»), расположенного в Шатурском районе Московской области, на дерново-подзолистой легкосуглинистой хорошо окультуренной почве с содержанием гумуса 3,1 % (по Тюрину), P_2O_5 – 201 мг/кг и K_2O – 152 мг/кг (по Кирсанову), рНсол. – 6,1.

В опыте изучали 6 сортов разной скороспелости: 1) Импала, раннеспелый (контроль), 2) Аризона, среднеранний, 3) Экселенс, среднеранний, 4) Эволюшен, среднеранний, 5) Фонтане, среднеспелый, 6) Алуэт, среднеспелый. Сорт Импала был выбран в качестве контроля как более распространенный и известный. Все сорта столового назначения.

Оригинатором сорта Импала является ООО «Агрофорвард» («Агрико-Евразия») (AGRICO U.A.) и ряд других фирм; сортов Аризона, Экселенс, Эволюшен, Алуэт – AGRICO U.A.; сорта Фонтане – компания LANTMANNEN SW SEED BV.

Повторность в опыте четырехкратная, площадь учетной делянки – 100 м^2, размещение вариантов – рандомизированное.

В опыте отмечали фазы развития растений (фенологические наблюдения), определяли показатели фотосинтетической деятельности растений и хода продукционного процесса, учитывали урожайность, а также качество урожая по современным методикам [7].

Возделывание проводили по голландской технологии с междурядьями 75 см. Формировали густоту стояния 43,3 тыс./га. При возделывании использовали комплекс современных машин и оборудования, рекомендованных для данной технологии.

Посадку проводили картофелесажалкой «Мидема Структурал» (Miedema Structural) в 2018 г. 18 мая, в 2019 г. – 14 мая. Обработку клубней перед посадкой проводили комплексным препаратом Эместо Квантум, КС (0,35 л/т клубней). В течение вегетации проводили 6-кратную обработку растений от фитофтороза различными препаратами: Абига Пик, ВС (3,8 л/га), Танос, ВДГ (0,6 кг/га), Инфинито, КС (1,6 л/га), Ридомил Голд, ВДГ (2,5 кг/га), Акробат, ВДГ (2,0 кг/га). Учет урожая проводили: в 2018 г. – 7 сентября, в 2019 г. – 2 сентября.

Погодные условия в годы исследований были не одинаковые и отличались от среднемноголетних. 2018 год характеризовался повышенным увлажнением во время посадки картофеля, недостатком влаги в период от всходов до бутонизации и во время созревания при сравнительно ровном ходе среднесуточных температур. 2019 год отличался дефицитом влаги в первой половине вегетации картофеля в сочетании с повышенными температурами и достаточным увлажнением с умеренными температурами воздуха в период «цветение – созревание», что оказало положительное влияние на накопление урожая картофеля. Протравливание клубней перед посадкой и комплексная химическая защита растений предотвратили поражение сортов картофеля фитофторозом.

Результаты исследования и их обсуждение

Нами выявлены различия сортов в прохождении фаз развития, которые в основном соответствовали группе их спелости (табл. 1).

Общий вегетационный период (посадка – полное созревание) составлял: в 2018 г. у раннеспелого сорта 84 дня, среднеранних – 86–93, среднеспелых – 86–89; в 2019 г. соответственно 79, 81–88 и 81–84 дня. Из этой закономерности исключён среднеспелый сорт Алуэт, развитие которого проходило по типу раннеспелого сорта. Более продолжительным вегетационным периодом отличались среднеранние сорта, что объясняется их биологическими особенностями, а также все сорта в 2019 г. в связи с более ранним цветением (на 9–10 дней раньше, чем 2018 г.) в результате повышенной температуры воздуха в первый период вегетации (всходы – цветение).

Сорта отличались ходом продукционного процесса (табл. 2).

Сорта Импала, Эволюшен, Аризона характеризовались более интенсивным ростом массы клубней в начальный период. Отставали в ходе продукционного процесса среднеспелые сорта Алуэт и Фонтане (табл. 3).

Таблица 1

Даты наступления фаз развития растений сортов картофеля в 2018–2019 гг.

Сорт	Группа спелости	Посадка	Всходы	Бутонизация	Цветение	Созревание
Импала(к)	раннеспелый	18 – 14.май	01.июн – 03.июн	09.июл – 30.июн	16.июл – 07.июл	10.авг – 01.авг
Аризона	среднеранний	18 – 14.май	01.июн – 03.июн	09.июл – 30.июн	16.июл – 07.июл	12.авг – 3.авг
Экселенс	среднеранний	18 – 14.май	02.июн – 03.июн	11.июл – 02.июл	19.июл – 10.июл	19.авг – 10.авг
Эволюшен	среднеранний	18 – 14.май	01.июн – 03.июн	13.июл – 03.июл	19.июл – 10.июл	19.авг – 10.авг
Фонтане	среднеспелый	18 – 14.май	01.июн – 03.июн	09.июл – 30.июн	16.июл – 07.июл	15.авг – 6.авг
Алуэт	среднеспелый	18 – 14.май	01.июн – 03.июн	11.июл – 02.июл	19.июл – 10.июл	12.авг – 03.авг

Таблица 2

Накопление массы клубней в течение вегетации, г/раст., в среднем за 2018–2019 гг.

Сорт	Группа спелости	Даты определения, 2018-2019 гг.				
		21.06–25.06	06.07–09.07	22.07–25.07	09.08–11.08	02.09–2.09
Импала(к)	раннеспелый	0,43	214,5	481,0	796,8	1072,0
Аризона	среднеранний	0,13	173,3	377,5	706,5	947,0
Экселенс	среднеранний	0,13	150,3	323,0	689,5	867,5
Эволюшен	среднеранний	0,13	186,5	381,0	756,0	1008,5
Фонтане	среднеспелый	0,13	139,8	315,5	695,0	817,0
Алуэт	среднеспелый	0,12	129,0	361,3	661,5	671,5

Таблица 3

Суточные приросты массы клубней с одного растения, г/сутки, в среднем за 2018-2019 гг.

Сорт	Группа спелости	Период			
		бутонизация – цветение	цветение	цветение – начало созревания	созревание – уборка
Импала(к)	раннеспелый	14,81	16,66	19,15	12,11
Аризона	среднеранний	11,97	12,77	19,94	10,53
Экселенс	среднеранний	10,38	10,8	22,3	7,89
Эволюшен	среднеранний	12,9	12,16	22,78	11,08
Фонтане	среднеспелый	9,66	10,98	23,06	5,34
Алуэт	среднеспелый	8,92	14,52	18,22	0,48

Таблица 4

Урожайность клубней сортов картофеля, т/га

Сорт	Группа спелости	2018 г.	2019 г.	В среднем	±		± к контр.	
					т/га	%	т/га	%
Импала(к)	раннеспелый	41,85	35,83	38,84	0,0	0,0	-	-
Аризона	среднеранний	36,13	30,93	33,53	-5,31	-13,7	-	-
Экселенс	среднеранний	31,00	31,53	31,27	-7,57	19,5	-	-
Эволюшен	среднеранний	39,14	34,31	36,72	-2,12	-5,5	-	-
Фонтане	среднеспелый	29,69	29,73	29,71	-9,13	-23,5	-	-
Алуэт	среднеспелый	21,45	24,30	22,88	-16,0	-41,1	-	-
$НСР_{05}$		1,6	0,6	1,1				

Таблица 5

Содержание питательных веществ и нитратов в клубнях сортов картофеля, 2019 г.

Сорт	Группа спелости	Сухое вещество, %	Сырой протеин, % на а.с.в.	Крахмал, %	Нитраты, мг/кг
Импала(к)	раннеспелый	13,22 ± 1,27	9,21 ± 0,31	10,19 ± 1,92	137 ± 20
Аризона	среднеранний	15,26 ± 1,35	9,54 ± 0,32	7,57 ± 1,53	94 ± 15
Экселенс	среднеранний	18,32 ± 1,47	7,97 ± 0,27	14,18 ± 2,52	68 ± 14
Эволюшен	среднеранний	18,41 ± 1,47	9,94 ± 0,33	11,06 ± 2,05	74 ± 12
Фонтане	среднеспелый	19,27 ± 1,52	8,38 ± 0,29	15,41 ± 2,70	74 ± 12
Алуэт	среднеспелый	23,65 ± 1,64	8,44 ± 0,29	15,71 ± 2,75	89 ± 14

Сорт Импала характеризовался более интенсивным ростом клубней в течение всего периода формирования урожайности. Наибольшие показатели суточных приростов массы клубней картофеля приходились на период цветение – начало созревания, максимальными они были у сортов Фонтане, Экселенс, Эволюшен (22,30–23,06 г/сутки).

Конечная продуктивность агроценоза оценивается по урожайности хозяйственно более ценной продукции, в данном случае – клубней. У сортов с разной скороспелостью этот показатель будет различаться и определяется особенностями региона возделывания [2; 7].

Урожайность картофеля в большей степени зависела от сорта и в меньшей – от изменения погодных условий в годы исследований. Устойчивой урожайностью по годам отличались сорта: среднеранний Экселенс и среднеспелый Фонтане, которые накопили одинаковые урожаи в оба года (табл. 4).

Наиболее продуктивным в эти годы оказался сорт Импала (контроль), у которого, в среднем за 2 года, накоплено на 2,12 (Эволюшен) – 16,0 (Алуэт) т/га клубней больше, чем у других сортов, что математически доказано ($НСР_{05}$-1,1).

Самым низкоурожайным оказался сорт Алуэт, который уступил контролю на 16 т/га, или 41,1%. Выявлена закономерность: снижение урожайности от раннеспелого сорта к среднеранним и среднеспелым. Особенно значительно уступают раннеспелому среднеспелые сорта (на 9,13-16,0 т/га, или 23,5-41,1%). По группам сортов лучшими являются: из раннеспелых – Импала, среднеранних – Эволюшен, среднеспелых – Фонтане.

Сорта существенно различаются по качеству урожая (табл. 5). Более высоким содержанием сухого вещества отличались сорта Алуэт и Фонтане, у которых оно выше, чем в контроле, на 6,05–10,43%. Эти же сорта имеют более высокое количество крахмала в клубнях, которое превышает контроль на 5,22–5,52%. По содержанию сырого протеина в клубнях преимущество имеют сорта Эволюшен и Аризона, которые накопили его (9,94–9,54%), практически столько же, сколько контрольный сорт Импала (9,21%). Ошибка определения 0,31–0,33%. Все сорта отличались невысоким количеством нитратов в клубнях, больше всего (137 ± 20 мг/кг) их накопил сорт Импала, но оно значительно ниже ВДУ (250 мг/кг).

Для повышения продовольственной ценности картофеля, а также развития промышленного производства крахмала необходим выбор сорта не только с высокой урожайностью и качеством урожая, но и выходом питательных веществ с гектара посадок. Выявлено, что данный показатель зависел как от содержания элементов питания их в клубне, так и от продуктивности растений разных сортов (табл. 6).

Таблица 6

Выход питательных веществ с урожаем сортов картофеля, 2019 г.

Сорт	Группа спелости	Выход в ц/га			Выход в %		
		сухое вещество	сырой протеин	крахмал	сухое вещество	сырой протеин	крахмал
Импала(к)	раннеспелый	47,37	4,36	36,51	100,0	100,0	100,0
Аризона	среднеранний	47,20	4,50	23,41	99,6	103,2	64,1
Экселенс	среднеранний	57,76	4,60	44,71	121,9	105,5	122,5
Эволюшен	среднеранний	63,16	6,28	37,95	133,3	144,0	103,9
Фонтане	среднеспелый	57,29	4,80	45,81	120,9	110,1	125,5
Алуэт	среднеспелый	57,47	4,85	38,18	121,3	111,2	104,6

Высоким выходом сухого вещества отличались сорта среднеспелой (57,38 ц/га) и среднеранней (60,46 ц/га) групп. Эти же группы имели преимущество по выходу крахмала (42,0 и 41,33 ц/га). Сбор сырого протеина с гектара наибольшим был у сорта Эволюшен (6,28 ц/га), который превосходил контроль на 44,0 %.

Заключение

Таким образом, из исследованных сортов фирмы AGRICO U.A. и LANTMANNEN SW SEED BV в условиях Центрального Нечерноземья в 2018-2019 гг. более урожайными являлись: раннеспелый сорт Импала и среднеранний сорт Эволюшен, которые в среднем за 2 года накопили 38,84 и 36,72 т клубней на гектаре соответственно. Данные сорта отличались более интенсивными суточными приростами массы клубней в большинстве периодов вегетации.

Более высоким содержанием сырого протеина в абсолютно сухом веществе отличались сорта Импала, Аризона, Эволюшен (9,21–9,94 %). Наибольший выход сухого вещества и сырого протеина обеспечил сорт Эволюшен (133,3 и 144,0 % к контролю), а крахмала – Экселенс и Фонтане (122,5–125,5 % контролю).

Список литературы / References

1. Анисимов Б.В. Роль картофеля в питании современного человека // Картофельная система. 2019. № 3. С. 20–25.

Anisimov B.V. The role of potatoes in the diet of modern humans // Kartofel'naya sistema. 2019. No. 3. P. 20–25 (in Russian).

2. Усанова З.И., Осербаев А.К., Зияев К.И., Павлов М.Н. Клубнеплоды. Биологические особенности и технологии возделывания картофеля и земляной груши: учебное пособие. Тверь: Тверская ГСХА, 2018. 152 с.

Usanova Z.I., Oserbaev A.K., Ziyaev K.I., Pavlov M.N. Tuber crops. Biological features and technologies of cultivation of potatoes and earthen pears: uchebnoye posobiye. Tver: Tverskaya GSHA, 2018. 152 p. (in Russian).

3. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. «Сорта растений» (официальное издание). М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 516 с.

State register of breeding achievements approved for use. Vol. 1. «Plant varieties» (official publication). M.: FGBNU «Rosinformagrotech», 2019. 516 p. (in Russian).

4. Сташевски Э., Кузьминова О.А., Вологин С.Г. Гизатуллина А.Т., Гимаева Е.А., Сафиуллина Г.Ф., Киру С.Д., Шабанов А.Э., Сафонова А.Д., Полухин Н.И., Журавлева Е.В. Первые результаты эколого-географического испытания новых российских сортов картофеля // Земледелие. 2019. № 6. С. 43–48.

Stashevski E., Kuzminova O.A., Vologin S.G., Gizatullina A.T., Gimaeva E.A., Safiullina G.F., Kiru S.D., Shabanov A.E., Safonova A.D., Polukhin N.I., Zhuravleva E.V. First results of ecological and geographical testing of new zoned potato varieties // Zemledelie. 2019. No. 6. P. 43–48 (in Russian).

5. Bekele T., Haile B. Evaluation of improved potato (*Solanum tuberosum L.*) varieties for some quality attributes at Shebench Woreda of Bench-Maji Zone. Southwestern Ethiopia. 2019. Vol. 14 (7). P. 389–394.

6. Коршунов А.В., Симаков Е.А., Лысенко Ю.Н., Анисимов Б.В., Митюшкин А.В., Гаитов М.Ю. Актуальные проблемы и приоритетные направления развития картофелеводства // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 3. С. 12–20.

Korshunov A.V., Simakov E.A., Lysenko Yu.N. Anisimov B.V., Matushkin A.V., Haiti M.Yu. Actual problems and priority directions of development of potato growing // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2018. Vol. 32. No. 3. P. 12–20 (in Russian).

7. Усанова З.И. Методика выполнения научных исследований по растениеводству. Тверь: Тверская ГСХА, 2015. 143 с.

Usanova Z.I. Methodology for carrying out scientific research on crop production. Tver: Tverskaya GSHA, 2015. 143 p. (in Russian).

УДК 630*5

НОВАЯ МЕТОДИКА И АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ДИСТАНЦИОННОЙ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ЛЕСОВ

[1]Хлюстов В.К., [1,2]Ганихин А.М., [2]Хлюстов Д.В.

[1]ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», Москва, e-mail: vitakhlustov@mail.ru;
[2]Филиал ФГБУ «Рослесинфорг» «Центрлеспроект», Ивантеевка, e-mail: ganikhin.timacad@mail.ru, dimi_work@mail.ru

Предложены методические решения проведения государственной инвентаризации лесов, основанной на статистически обоснованной многомерной классификации лесничеств Костромской области по 32 ресурсно-экологическим показателям с выделением шести контуров типичных лесных районов. На примере отдельного лесного района показан алгоритм формирования выборочной совокупности пробных площадей с наличием числа деревьев в соответствии с «Общесоюзными нормативами по таксации лесов». Для определения необходимого числа деревьев на пробных площадях рекомендовано использовать авторскую информационно-справочную систему лесотаксационных нормативов (ИСС ЛТН, авторское свидетельство № 2011615418). Для адресной ориентации учётных единиц инвентаризации, обеспечивающих качественную репрезентативность выборки, предложено использовать природные естественно сформированные страты, дифференцированные по типам лесорастительных условий, преобладающим породам и классам возраста. Для расчёта необходимого числа пробных площадей в разрезе отдельных страт рекомендовано использовать формулу академика ВАСХНИЛ В.С. Немчинова, в полной мере отвечающую требованиям математической статистики. На примере конкретной страты показана вся методическая сторона формирования репрезентативной выборки. Надёжность соответствия средневзвешенных таксационных показателей выборочной совокупности выделов генеральной совокупности подтверждена статистически t-критерием Стьюдента на 95-процентном уровне доверительной вероятности. Для автоматизированной инвентаризации лесов методами дистанционного зондирования Земли и аналитического дешифрирования рекомендовано использование аэрофотосъемки с БПЛА – «Геоскан 101». Фотограмметрическая обработка материалов съемки и «сшивка» ортофотоплана выполнены в программной среде Agisoft Metashape. В результате проведения аэрофотосъёмки получены ортофотопланы сверхвысокого разрешения (10 см/пиксель) и цифровые модели высоты деревьев (ЦМВ). Сравнение результатов дешифрирования таксационных показателей древостоев: запаса, средней высоты, среднего диаметра, полноты и доли участия преобладающей породы в составе древостоя с фактическими данными, полученными на пробных площадях посредством сплошного перечёта деревьев, подтвердило достаточно высокую точность таксации древостоев по материалам ДЗЗ указанного разрешения.

Ключевые слова: информационно-справочная система лесотаксационных нормативов, государственная инвентаризация лесов, выборочная инвентаризация, цифровая модель растительности, аналитическое дешифрирование лесного полога

NEW METHODOLOGY AND ANALYTICAL SYSTEM FOR REMOTE FOREST INVENTORY

[1]Khlyustov V.K., [1,2]Ganikhin A.M., [2]Khlyustov D.V.

[1]Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, e-mail: vitakhlustov@mail.ru;
[2]Branch of FGBU «Roslesinforg» «Centerlesproject», Ivanteevka, e-mail: ganikhin.timacad@mail.ru. dimi_work@mail.ru

Methodological solutions are proposed for conducting the state forest inventory, based on a statistically based multidimensional classification of forest areas of the Kostroma region according to 32 resource and environmental indicators, with the allocation of six contours of typical forest areas. On the example of a separate forest area, an algorithm for forming a sample set of sample areas with the presence of a quantity of trees in accordance with the «All-Union standards for forest taxation» is shown. To determine the required number of trees on the test areas, it is recommended to use the author's information and reference system of forest taxation standards (IRS FTS, copyright certificate № 2011615418). For the targeted orientation of inventory accounting units that provide representativeness of the sample, it is proposed to use strata, differentiated by types of forest growing conditions, prevailing breeds and age classes. To calculate the required number of sample areas for the individual strata, it is recommended to use the formula of Academician V.S. Nemchinov, which fully meets the requirements of mathematical statistics. On the example of a specific stratum, the entire methodological side of the formation of a representative sample is shown. The reliability of the compliance of the weighted average indicators of the samples in comparison with the indicators of the general sets is confirmed by the Student's t-test at the 95 % confidence level. For automated inventory of forests by means of remote sensing of the Earth and analytical interpretation it is recommended to use aerial photography from the UAV – «Geoscan 101». Photogrammetric processing of the survey materials and creating aerial photos were performed in the software environment – «Agisoft Metashape». As a result of aerial photography, ultra-high-resolution orthophotoplanes (10 cm/pixel) and digital vegetation models (DVM) were obtained. A comparison of the results of interpretation the taxational indicators of stands: stock, average height, average diameter, completeness, and the share of the predominant species in the stand with the actual data obtained on the test areas by means of a continuous enumeration of trees confirmed a fairly high accuracy of the taxation of stands by means of remote sensing of the specified resolution.

Keywords: information and reference system of forest taxation standards, state forest inventory, sample inventory, digital vegetation model, analytical interpretation of forest code

С принятием Лесного кодекса 2006 г. в России стала внедряться «Государственная инвентаризация лесов» (далее ГИЛ). В наиболее развитых в лесном отношении странах выборочные методы учёта лесного фонда используются давно и весьма успешно, так как при высоком уровне частной собственности на леса получение информации иным способом затруднительно. В России повсеместно используется система сплошной инвентаризации лесов при лесоустройстве. Хотя лесоустройство и общепризнано наиболее эффективной системой оценки лесов, оно всё же является экономически затратным и периодическим (в лучшем случае через 10 лет), что не позволяет в ограниченные сроки дать оценку лесным ресурсам, эффективности проведённых лесохозяйственных мероприятий на больших территориях, своевременно выявлять и прогнозировать возможные изменения в лесном фонде. Решить эту проблему призвана ГИЛ, предусматривающая сокращение сроков получения сведений для органов управления лесами в межревизионный период лесоустройства. Однако следует отметить тот факт, что при разработке методических указаний проведения ГИЛ были допущены некоторые ошибки, которые в последующем сделали выборочную инвентаризацию лесов неэффективной, а её результаты недостоверными.

Так, отличительной особенностью ГИЛ в России является проведение стратификации по материалам лесоустройства [1]. При этом логически напрашивается вопрос, а как быть в случае отсутствия таксационной базы данных лесоустройства. А такие случаи нередки в условиях с климатическими аномалиями и стихийными бедствиями (лесными пожарами, ветровалами и пр.). В методических рекомендациях по выборочной инвентаризации западных стран, имеющих меньшую площадь лесов, принято закладывать пробные площади, местоположение которых зафиксировано систематической сетью координатных точек. Однако в масштабах нашей страны такой подход несколько затруднителен ввиду недостаточного развития инфраструктуры.

По этому поводу Р.Ф. Трейфельд отмечает, что затраты на проведение ГИЛ сопоставимы с затратами на лесоустройство, а это вызывает сомнение в целесообразности внедрения выборочной инвентаризации в масштабах России. Тем более что схема организации выборочной совокупности противоречит требованиям математической статистики, так как является направленной (дифференциация территории на доступную и труднодоступную), а не случайной. В отношении выходной документации автор указывает на избыточность информации, представленной 62 таблицами, что не согласуется с принятыми формами отчетности в Российской Федерации. Разница в подходах при стратификации с другими странами заключается в изначально разном определении её объекта, так как в России единицей учета является лесотаксационный выдел, в то время как в других странах – отдельное дерево. Подготовительным этапом ГИЛ в России является стратификация материалов лесоустройства, в других же странах проводится так называемая постстратификация, которая подразумевает распространение результатов инвентаризации на всю генеральную совокупность площадей лесного фонда для лесного района. Также Р.Ф. Трейфельд справедливо указывает на неверную трактовку в российской методике ГИЛ термина «стратификация», так как в других странах под этим термином подразумеваются территории, имеющие общие эколого-географические признаки [2]. В соответствии же с методическими рекомендациями по проведению ГИЛ в России признаками стратификации выступают: преобладающая порода, класс возраста и класс бонитета [3].

С.К. Фарбером и Н.В. Брюхановым рассмотрены виды ошибок, возникающие при проведении ГИЛ. Авторы указывают, что наиболее пагубными являются систематические ошибки, возникающие при неправильном подборе мест закладки пробных площадей. В частности, подбираются наиболее доступные в транспортном отношении объекты. Ошибки такого рода приводят к систематическим нарушениям при оценке долей лесных формаций [4].

А.Н. Филиппчуком и Б.Н. Моисеевым в 2014 г. дана оценка результатов проведения ГИЛ на примере отчёта по Калужской области. Так, ими отмечено, что количество пробных площадей должно быть рассчитано для лесного района, а не для отдельно взятого субъекта, как это указано в отчёте. Результат инвентаризации, по их мнению, следует считать недостоверным в связи с недостаточным количеством пробных площадей, а также отсутствием в отчёте важнейших статистических показателей, необходимых для проверки качества отбора респондентов выборки. Вместе с тем в отчётных данных запасы древостоев на 1 га

оказались завышенными в 2–3 раза и имели такие значения, которые никогда на территории субъекта не фиксировались [5].

В.М. Жирин и Н.В. Лукина, описывая развитие системы инвентаризации лесов в России, отмечают, что ГИЛ можно рассматривать как технически обновляемую систему рационального сочетания сплошного контурного дешифрирования данных дистанционного зондирования, а также оперативного учёта актуальных изменений площадных характеристик лесов и детальных выборочных измерений [6].

В «Методических рекомендациях по проведению государственной инвентаризации лесов» показан порядок расчёта необходимого числа пробных площадей для объектов ГИЛ. Формула расчёта дисперсии запасов содержит поправку, учитывающую вес каждого выдела относительно средней площади выдела, что в итоге приводит к занижению значений квадратов отклонений от среднеарифметической величины для выделов, площадь которых меньше площади среднего выдела, а также к завышению квадратов отклонений для выделов, площадь которых больше площади среднего выдела. Дифференциация территории на доступную и труднодоступную приводит к нарушению статистически важного условия при формировании выборок, а именно принципа случайности или принципа системности. В действующей методике предусматривается направленная выборка, которая является недопустимой, так как она не позволяет обеспечить репрезентативность (представительность) выборки. Наряду с этим в рекомендациях отсутствует информация о необходимом числе деревьев на пробной площади, что в итоге не позволяет делать заключения о достоверности определения запаса на 1 га [7].

Согласно методическим рекомендациям по проведению государственной инвентаризации лесов [8], объектом ГИЛ являются лесные районы. В этой части следует критически указать на отсутствие достоверных границ лесных районов в пределах отдельных субъектов РФ. В.К. Хлюстовым с соавторами [7] статистически доказано и обосновано районирование лесов на уровне субъектов ЦФО по комплексу ресурсно-экологических показателей (количество показателей варьирует от 29 (Владимирская и Тверская области) до 38 (Липецкая область)), характеризующих лесничества конкретного субъекта РФ.

Целью исследования предусмотрено разработать методические указания по проведению государственной инвентаризации лесов с учётом требований математической статистики при формировании выборочных совокупностей выделов, характеризующих в полной мере генеральную совокупность. А для обеспечения автоматизации проведения ГИЛ было предусмотрено задействовать дистанционные методы зондирования Земли с применением беспилотных летательных аппаратов, а также авторскую информационно-справочную систему лесотаксационных нормативов (ИСС ЛТН) [9].

Материалы и методы исследования

Предлагаемые методические указания по выборочной инвентаризации лесов дистанционными методами опираются на концептуальную схему (рис. 1).

На начальном этапе производится актуализация текущего состояния лесного фонда, подразумевающая внесение текущих изменений за период, прошедший с последнего лесоустройства. Картографируются изменения в лесном фонде, наносятся контуры рубок, горельников, ветровальников и пр.

Далее на актуальных материалах лесоустройства необходимо сформировать типические выборки. Для примера расчета необходимого количества пробных площадей была использована повыдельная база данных последнего лесоустройства, выполненного филиалом ФГБУ «Рослесинфорг» «Центрлеспроект» на территории Шарьинского лесничества Костромской области (Шарьинское лесничество составило отдельный лесной район при районировании, выполненном В.К. Хлюстовым с соавторами [7]).

Для апробации методики определения таксационных показателей древостоев дистанционными методами на территории Дмитриевского участкового лесничества Устьянского лесничества Архангельской области в 2017 г. был проведён сплошной перечёт с картированием месторасположения деревьев на 13 пробных площадях с измерением толщины в двух направлениях – север-юг, запад-восток ($d_{1,3}$, см), высоты (h, м), площадей проекций крон (s, м^2), протяжённости крон (l, м), а также высоты до первого живого сучка у 2600 стволов деревьев.

При решении главной методической задачи было предусмотрено получить достоверный результаты статистического соответствия данных, полученных при формировании типической выборки выделов с данными генеральной совокупности выделов.

Рис. 1. Концептуальная схема технологии выборочной инвентаризации лесов дистанционными методами зондирования Земли

Так, генеральная совокупность выделов Шарьинского лесничества Костромской области составила – 68224 ед. с общей площадью – 353356 га. Из них покрыто лесом – 57382 выдела, занимающих площадь – 339619,4 га [7]. Генеральная совокупность была дифференцирована по типам лесорастительных условий (ТЛУ), а в пределах каждого ТЛУ – по классам возраста, а в пределах классов возраста – по преобладающей породе. При организации таких выборок их общее число для лесного района составило – 76 ед.

Для демонстрации методики расчёта необходимого числа пробных площадей были сформированы выборки выделов, имеющие ТЛУ – С3 (субори сложные мезогигрофильные) с древостоями 5-го класса возраста. В указанных типических выборках преобладающие породы представлены: дубом высокоствольным (Д), ивой древовидной (ИВД), липой (ЛП), ольхой серой (ОЛС), осиной (ОС), берёзой (Б), дубом низкоствольным (ДН), пихтой (П), елью (Е) и сосной (С). Данные о площади выборок, а также о количестве выделов представлены в табл. 1.

В соответствии с «Общесоюзными нормативами для таксации лесов» достижение достоверности определения таксационных показателей древостоя обеспечивается необходимым числом стволов деревьев на пробной площади, размер которой зависит от возрастной группы составляющих пород деревьев. Так, на пробных площадях перестойные древостои должны насчитывать 120–150 шт., приспевающие и спелые – 150–200 шт., средневозрастные – 250 шт., молодняки – не менее 300 шт.

Так как достаточная площадь обследования определяется только необходимым числом деревьев, то нужно обладать информацией об их наличии. Получить такие сведения можно либо в процессе натурного перечёта, либо по специально разработанным математическим моделям.

Таблица 1

Распределение выборочных совокупностей выделов V класса возраста, имеющих ТЛУ – С3 по площади и количеству выделов

Преобладающая порода	Площадь, га	Кол-во выделов в генеральной совокупности, шт.
Сосна	712,8	142
Ель	4903,0	912
Пихта	1,1	2
Дуб низкоствольный	7,3	7
Берёза	17835,2	1847
Осина	3605,8	486
Ольха серая	98,5	39
Липа	140,4	14
Ива древовидная	10,6	3
Дуб	5,9	2
Итого	27320,6	3454

Решить такую задачу позволяет информационно-справочная система лесотаксационных нормативов (ИСС ЛТН), разработанная В.К. Хлюстовым, М.М. Устиновым и Д.В. Хлюстовым (авт. свидетельство № 2011615418 от 12.07.2011). Разработка была высоко оценена научно-техническим советом Рослесхоза, докладывалась на многочисленных форумах и научных конференциях как в России (Вологда, 2011; Казань, 2012; Новосибирск, 2013), так и за рубежом (Австрия, 2014; Финляндия, 2014) [8; 10; 11].

Входными данными в ИСС ЛТН являются: тип лесорастительных условий, класс бонитета, сомкнутость полога (с перерасчётом на относительную полноту), коэффициент состава, древесная порода, возраст элемента леса. В этом случае вся необходимая информация для рассматриваемого объекта может быть получена при формировании SQL-запроса в принятой системе управления базами данных (СУБД).

Количество стволов на 1 га позволяет определить размер средней пробной площади как отношения минимально необходимого числа деревьев к расчётному. А это, в свою очередь, нужно для определения необходимой площади обследования и расчёта конечного числа пробных площадей для объекта инвентаризации (1).

$$Sср = \frac{n_t}{N_i}, \qquad (1)$$

где $Sср$ – размер средней пробной площади, га; n_t – необходимое число стволов (шт.) для достижения точности определения запаса на 1 га в соответствии с общесоюзными нормативами для таксации древостоев (по возрастной группе); N_i – число стволов (шт./га), полученное при компьютерном моделировании по ИСС ЛТН.

Важным элементом в расчёте необходимого числа пробных площадей является применение формулы, предложенной В.С. Немчиновым (1945), использованной для целей выборочной инвентаризации лесов М.Г. Здориком (1952) и В.А. Куделей (2013) вида:

$$n = \frac{t^2 * \sigma^2 * N}{P^2 * (N-1) + t^2 * \sigma^2} \qquad (2)$$

где n – необходимое число пробных площадей;
t – значение t-критерия Стьюдента (1,96) для 95-процентного уровня доверительной вероятности;
σ – стандартное отклонение, куб.м/га;
N – число выделов, составляющих генеральную совокупность, ед.;
$\pm P$ – допустимая абсолютная погрешность определения запаса, куб.м/га [11].

Чтобы достичь достоверного определения среднего значения запаса на 1 га, необходимо по формуле (2) определить число пробных площадей, имеющих среднюю площадь пробы, которая определена по формуле (1).

Итак, размер средней пробной площади для конкретной выборки и их необходимое количество позволяют путем перемножения получить площадь необходимого обследования для каждой выборки.

С целью обеспечения указанными параметрами выборочной совокупности требуемой репрезентативности нужно получить отношение площади необходимого обследования к размеру пробной площади (0,05 га), принятой в действующих методических указаниях для проведения ГИЛ.

Результаты исследования и их обсуждение

Для расчета средневзвешенных таксационных показателей выборочных совокупностей выделов в ГИС Topol-L2, имеющей в своем составе модуль СУБД, был выполнен SQL-запрос, согласно которому получены средневзвешенные таксационные показатели для сформированных типических выборок для лесного района, представленного Шарьинским лесничеством (табл. 2).

В результате моделирования таксационных показателей по ИСС ЛТН было определено среднее число стволов деревьев для конкретных выборок (табл. 3).

Определение среднего размера пробной площади для рассматриваемых выборок (табл. 4) выполнено путём расчёта отношения минимально необходимого числа стволов деревьев для возрастной группы к моделируемому по ИСС ЛТН числу стволов на 1 га.

Так, рассматриваемые выборки относятся к 5-му классу возраста, и в условиях защитных лесов древостои с преобладанием – С, Е, П, ОС, ОЛС, ИВД относятся к приспевающим, а в условиях эксплуатационных лесов к спелым.

Древостои с преобладанием в составе Б, ДН, ЛП в обоих случаях относятся к средневозрастным. Древостои с преобладанием Д в условиях защитных лесов следует отнести к средневозрастным, а в условиях эксплуатационных лесов к приспевающим, в соответствии с возрастами рубок, указанными в Приказе Рослесхоза от 09.04.2015 г. № 105 «Об установлении возрастов рубок» [12]. Однако при расчете древостои 5-го класса возраста по всем породам условно отнесены к приспевающим и спелым (соответственно минимально необходимое количество стволов деревьев на пробной площади составило – 200 шт.).

После расчёта среднего размера пробной площади переходим к расчёту их необходимого количества. Для примера возьмем типическую выборку, представленную древостоями с преобладанием соснового элемента леса (3–10 ед.), пятого класса возраста, произрастающими в ТЛУ(C_3), имеющими средний класс бонитета выборки I,4 и среднюю относительную полноту 0,6 ед., сумма площадей выделов равна 712,8 га.

Необходимое количество пробных площадей, имеющих среднюю площадь пробы, определяется из условия постоянства радиуса круговой площадки размером 0,05 га. Для её расчёта по формуле (2) необходимо оперировать величиной ошибки определения среднего арифметического запаса на 1 га, которая не должна превышать ±20 % в соответствии с требованиями, установленными действующей лесоустроительной инструкцией для сочетания аналитико-измерительного дешифрирования и глазомерного методов таксации при 95-процентном уровне доверительной вероятности [13].

Таблица 2

Средневзвешенные таксационные показатели для рассматриваемых выборок

Преобладающая порода	Средневзвешенный возраст древостоя, лет	Средневзвешенный класс бонитета	Средневзвешенная полнота 1-го яруса, ед.	Средневзвешенный запас 1-го яруса, куб.м/га	Средневзвешенный состав древостоя
Сосна	89,9	I,4	0,6	274,8	4.84С2.41Б1.49Е1.15ОС0.09ОЛС 0.02П
Ель	91,3	II,0	0,6	278,7	5.58Е2.36Б1.21ОС0.48С3П0.05ЛП0.01ОЛС0.01ДН
Пихта	95,5	II,6	0,6	263,6	6.03П2.52Е0.97ЛП0.48ОС
Дуб низкоствольный	50,0	III,0	0,6	122,7	4.64ДН2.45Б1.62С0.96ОЛС0.33ОС
Берёза	48,0	I,4	0,8	183,9	5.01Б2.76ОС1.42Е0.26ЛП0.24ОЛС 0.17ИВД0.14С
Осина	46,9	I,2	0,8	245,7	5.44ОС2.65Б1.18Е0.27ЛП0.21ОЛС 0.16С0.09ИВД
Ольха серая	46,8	I,7	0,6	133,8	6.28ОЛС2.28Б0.63ОС0.51Е0.21С 0.09ИВД
Липа	49,0	I,4	0,7	243,7	4ЛП2.78Е2.01Б0.73ОС0.48ИВД
Ива древовидная	45,0	II,8	0,6	108,5	9.91ИВД0.09Б
Дуб	85,0	II,8	0,5	148,3	4.32Д2.84ОС2Б0.84ИВД

Таблица 3

Среднее число стволов на 1 га для выборочных совокупностей

Преобладающая порода	Средневзвешенный состав древостоя	Число стволов на 1 га										
		С	Е	Б	ОС	ОЛС	ЛП	ИВД	П	Д	ДН	∑
Сосна	4.84С2.41Б1.49Е1.15ОС0.09ОЛС0.02П	163	53	58	24	3	-	-	1	-	-	302
Ель	5.58Е2.36Б1.21ОС0.48С0.3П0.05ЛП0.01ОЛС 0.01ДН	19	234	70	29	0	1	-	13	-	-	366
Пихта	6.03П2.52Е0.97ЛП 0.48ОС	-	87		9	-	21	-	209	-	-	326
Дуб низкоствольный	4.64ДН2.45Б1.62С0.96 ОЛС0.33ОС	26		160	17	46	-	-	-	-	247	495
Берёза	5.01Б2.76ОС1.42Е0.26ЛП0.24ОЛС0.17ИВД 0.14С	15	175	408	182	17	24	7	-	-	-	828
Осина	5.44ОС2.65Б1.18Е0.27ЛП0.21ОЛС0.16С 0.09ИВД	16	132	185	336	14	23	3	-	-	-	709
Ольха серая	6.28ОЛС2.28Б0.63ОС0.51Е0.21С0.09ИВД	17	49	146	33	320	-	3	-	-	-	568
Липа	4ЛП2.78Е2.01Б0.73ОС 0.48ИВД	-	289	139	41	-	291	16	-	-	-	778
Ива древовидная	9.91ИВД0.09Б	-	-	7	-	-	-	347	-	-	-	354
Дуб	4.32Д2.84ОС2Б0.84ИВД	-	-	57	61	-	-	10	-	74	-	203

Таблица 4

Информация о дисперсии запаса на 1 га, размере средней площади пробы, их необходимом количестве и суммарной площади обследования по каждой выборке

Преобладающая порода	Средняя площадь пробы, га	Дисперсия запаса на 1 га	Количество выделов в генеральной совокупности, шт.	Необходимое количество ПП (при допустимом отклонении по запасу ±20%), шт.	Суммарная площадь проб, га
Сосна	0,66	2558,45	142	3,2	2,12
Ель	0,55	1934,98	912	2,4	1,31
Пихта	0,61	453,72	2	0,8	0,47
Дуб низкоствольный	0,40	1688,21	7	4,5	1,82
Берёза	0,24	1346,32	1847	3,8	0,92
Осина	0,28	1860,76	486	3,0	0,84
Ольха серая	0,35	958,62	39	4,7	1,64
Липа	0,26	1571,12	14	2,3	0,59
Ива древовидная	0,56	403,42	3	1,9	1,06
Дуб	0,99	71,85	2	0,5	0,47

Генеральная совокупность выделов с преобладанием соснового элемента леса в условиях ТЛУ(C_3) представлена 142 выделами. Средний арифметический запас древостоев равен 274,8 м^3/га (табл. 2). Стандартное отклонение запаса от средней арифметической величины по данным генеральной совокупности (как корень квадратный из дисперсии) составляет 50,58 м^3/га (табл. 4). В соответствии с требованиями лесоустроительной инструкции допустимая ошибка определения среднего запаса (как произведение среднеарифметической величины запаса на 0,2) составляет ±54,96 м^3/га. В этом случае численность площадей случайной выборки должна насчитывать 3,2 единицы, размером 0,66 га, что соответствует средней площади пробы (табл. 4):

$$n = \frac{1,96^2 * 50,58^2 * 142}{54,96^2 * (142-1) + 1,96^2 * 50,58^2} = 3,2 \text{ (3 ед.)} \quad (3)$$

Таблица 5

Объем работ по предлагаемой методике

Преобладающая порода	Площадь, га	Число выделов в генеральной совокупности, шт.	Дисперсия запаса на 1 га	Число ПП, шт.	Сумма площадей проб, га
Сосна	712,8	142	2558,45	42	2,12
Ель	4903	912	1934,98	26	2,12
Пихта	1,1	2	453,72	9	1,31
Дуб низкоствольный	7,3	7	1688,21	36	0,47
Берёза	17835,2	1847	1346,32	18	1,82
Осина	3605,8	486	1860,76	17	0,92
Ольха серая	98,5	39	958,62	33	0,84
Липа	140,4	14	1571,12	12	1,64
Ива древовидная	10,6	3	403,42	21	0,59
Дуб	5,9	2	71,85	9	1,06
Итого:				225	11,23

Таблица 6

Допустимые отклонения и фактические ошибки определения средневзвешенных величин коэффициента состава преобладающей породы и запаса на 1 га по предлагаемой методике

Преобладающая порода	Площадь типической выборки, га	Минимально необходимая площадь обследований, га	Допустимые отклонения по лесоустроительной инструкции 2018 г.		Ошибки определения показателей по предлагаемой методике	
			коэффициент состава преобладающей породы, ед.	запас на 1 га, куб.м (±20%)	коэффициент состава преобладающей породы, ед.	запас на 1 га, куб.м
Сосна	712,8	2,12	1,5	55,0	0	6,7
Ель	4903	1,31	1,5	55,6	0	-4,8
Пихта	1,1	0,47	1,5	52,7	0	7,9
Дуб низкоствольный	7,3	2,27	1,5	24,5	0	-1,9
Берёза	17835,2	1,15	1,5	36,8	0	-5,7
Осина	3605,8	0,84	1,5	49,0	0	9,0
Ольха серая	98,5	1,64	1,5	26,8	0	-2,8
Липа	140,4	0,74	1,5	48,7	0	11,8
Ива древовидная	10,6	1,06	1,5	21,7	0	-0,4
Дуб	5,9	0,59	1,5	29,7	0	1,2

Количество проб размером 0,05 га определяется отношением площади необходимого обследования к указанному размеру пробной площади. Площадь необходимого обследования равна 2,12 га и рассчитана перемножением числа проб, полученных по формуле (3), на среднюю площадь пробы – по формуле 1. В конечном итоге необходимое число пробных площадок постоянного радиуса площадью 0,05 га равно 42 ед. (2,12/0,05 = 42,4).

Для достоверного определения запаса, соответствующего генеральной совокупности выделов (712,8 га) с преобладанием соснового элемента леса в лесорастительных условиях (C_3), необходимо случайным образом охватить площадь – 2,12 га (42*0,05 = 2,1), соответствующую 0,3 % площадей выделов генеральной совокупности.

Исходные данные также подверглись расчёту по действующей методике ГИЛ, в результате чего было выявлено, что разница в объёме работ между предлагаемым и базовым вариантами методики является значительной (более чем в 8 раз). Это связано, прежде всего, с тем, что авторы действующей методики ГИЛ изначально задались размером пробной площади в 0,05 га, а всё последующее определение объёма работ производилось без учёта необходимой площади обследования. А эта площадь может быть получена только при наличии необходимого числа стволов деревьев для соответствующей возрастной группы древостоев. Данное условие является обязательным для достоверного определения наиболее важного таксационного показателя древостоев – запаса на 1 га.

Таблица 7

Допустимые отклонения и фактические ошибки определения средневзвешенной относительной полноты, средней высоты и среднего диаметра по преобладающим породам

Преобладающая порода	Площадь типической выборки, га	Минимально необходимая площадь обследований, га	Допустимые отклонения показателей по лесоустроительной инструкции 2018 г.			Ошибки по предлагаемой методике		
			средняя высота, м (±10%)	средний диаметр, см (±12%)	полнота, ед.	средняя высота, м	средний диаметр, см	полнота, ед.
Сосна	712,8	2,1	2,6	3,6	0,2	0,0	-0,8	0,0
Ель	4903	1,3	2,4	3,0	0,2	-0,6	-0,5	0,0
Пихта	1,1	0,5	2,6	3,1	0,2	0,3	1,0	0,0
Дуб низкоствольный	7,3	2,3	1,6	2,7	0,2	-0,1	-0,3	0,0
Берёза	17835,2	1,2	2,0	2,1	0,2	-0,4	-0,5	0,0
Осина	3605,8	0,8	2,1	2,4	0,2	0,6	1,2	0,0
Ольха серая	98,5	1,6	1,9	2,1	0,2	0,1	0,4	0,0
Липа	140,4	0,7	1,9	2,1	0,2	0,5	0,8	0,0
Ива древовидная	10,6	1,1	1,5	1,9	0,2	0,0	0,0	0,0
Дуб	5,9	0,6	2,0	3,1	0,2	-0,2	0,0	0,0

Таблица 8

Сравнительные данные расчетных значений t-критерия Стьюдента с теоретическими на 5-процентном уровне значимости

Преобладающая порода	Расчетное значение t-критерия Стьюдента по таксационным показателям					Теоретическое значение t_{05}
	запас на 1 га	средняя высота	средний диаметр	полнота	коэффициент состава преобладающей породы	
Сосна	0,75	0,09	1,33	0,89	0,94	**1,96**
Ель	0,55	1,75	1,01	0,24	0,83	**1,96**
Пихта	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	**1,96**
Дуб низкоствольный	0,13	0,22	0,20	0,07	0,14	**1,96**
Берёза	0,66	0,95	1,17	0,55	1,11	**1,96**
Осина	0,85	1,50	1,59	0,82	0,19	**1,96**
Ольха серая	0,40	0,16	0,78	1,21	0,26	**1,96**
Липа	0,81	0,85	0,77	0,08	0,48	**1,96**
Ива древовидная	0,04	0,03	-	0,01	0,04	**1,96**
Дуб	0,23	0,23	1,28	0,23	-	**1,96**

Примечание. *Прочерки указывают, что средние арифметические, соответственно дисперсии генеральной и выборочной совокупностей по рассматриваемым показателям, абсолютно идентичны, и расчет t-статистики в этом случае не может быть произведен.

Статистическая оценка различий между таксационными показателями, полученными по выборочной и генеральной совокупностям, проведена по *t-критерию Стьюдента*, рассчитанному по формуле (4), расчетные значения которого указывают на то, что различия между ними несущественны и недостоверны на 5-процентном уровне значимости. Это позволяет принять нулевую гипотезу и утверждать, что выборочная совокупность выделов репрезентативна и соответствует генеральной совокупности выделов (табл. 8).

$$t_{ф} = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{\frac{\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right) * \left((n_1 - 1) * \sigma_1^2 + (n_2 - 1) * \sigma_2^2\right)}{(n_1 + n_2 - 2)}}}, \quad (4)$$

где σ – стандартное отклонение, куб.м/га (нижний индекс, является идентификатором выборки);

n_1 – число выделов в генеральной совокупности, ед.;
n_2 – число выделов в выборочной совокупности, ед.;
M_1 – средневзвешенная величина таксационного показателя, по генеральной совокупности выделов;
M_2 – средневзвешенная величина таксационного показателя, по выборочной совокупности выделов.

В случае если значение средневзвешенного таксационного показателя по выборочной совокупности является бóльшим по отношению к средневзвешенному значению по генеральной, расчетное значение числителя формулы берется по модулю числа.

Предлагаемые методические указания по выборочной инвентаризации, несомненно, увеличивают объем работ, однако являются существенной альтернативой натурным обследованиям, так как могут быть выполнены по более совершенной технологии с обработкой материалов аэрофотосъёмки (АФС), обеспечивая при этом высокую производительность и достоверность результатов инвентаризации.

Наиболее перспективным вариантом получения АФС является использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Технологии фотограмметрической обработки аэрофотоснимков дают возможность создания 3D-модели местности – цифровой модели местности (ЦММ). Разница в параметрах цифровой модели местности (ЦММ) с цифровой моделью рельефа (ЦМР) позволяет получить цифровую модель растительности.

Цифровая модель растительности позволяет дешифрировать как высоту отдельных деревьев, так и среднюю высоту древостоя (рис. 2).

Преимуществом использования БПЛА при выборочной инвентаризации насаждений является возможность проведения съемки в условиях низкой облачности, что является большим препятствием для пилотируемой авиации. При цифровой аэрофотосъёмке с высоты 200–400 метров над земной поверхностью становится возможным получение снимков сверхвысокого разрешения – 10 см/пиксель (рис. 3).

Использование АФС сверхвысокого разрешения позволяет повысить качество дешифрирования таксационных показателей. С достаточной точностью могут быть определены: породный состав, сомкнутость полога, а через неё – относительная полнота древостоя, верхняя и средняя высота, средний диаметр и запас по элементам леса.

Апробация дистанционной инвентаризации (оценки таксационных показателей с использованием аналитико-измерительного дешифрирования) проводилась в 2017 г. на территории Дмитриевского участкового лесничества, Устьянского лесничества Архангельской области. Д.В. Хлюстовым и А.М. Ганихиным в составе группы соисполнителей в лице сотрудников филиала ФГБУ «Рослесинфорг» «Центрлеспроект» при выполнении лесоустроительных работ было осуществлено картирование и измерение дендрометрических показателей более чем у 2600 деревьев на 13 дешифровочных пробных площадях. На указанных пробных площадях, расположенных в различных лесорастительных условиях, выполнено картирование месторасположения деревьев и проекций их крон, а также получены ведомости сплошного перечёта деревьев.

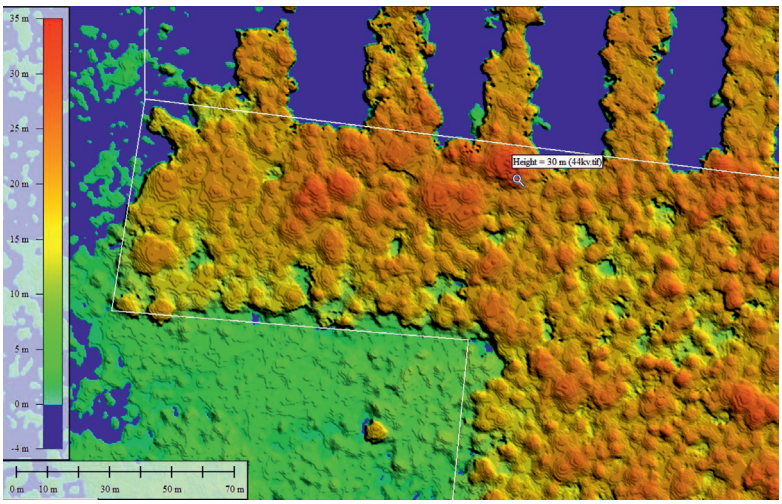


Рис. 2. Дешифрирование высотной характеристики лесного полога методами компьютерного зрения

Картирование деревьев и проекций их крон осуществлено по технологии Field Map. При измерении морфометрических показателей каждого дерева оценивались: диаметр ствола на высоте груди, высота, древесная порода, категория технической годности. У отдельных деревьев с помощью возрастного бурава извлекались керны древесины для подсчёта годичных слоев и определения возраста деревьев.

Аэрофотосъёмка объекта обследования была получена при использовании БПЛА – «Геоскан 101». Фотограмметрическая обработка материалов съемки, а также «сшивка» ортофотоплана выполнены в программной среде Agisoft Metashape. Перед натурными измерениями проведено предварительное дешифрирование таксационных показателей древесного полога, определены места закладки пробных площадей, затем осуществлено сопоставление результатов дешифрирования и результатов натурных измерений.

Таксационные показатели, полученные при аналитико-измерительном дешифрировании, а также рассчитанные при использовании ИСС ЛТН, были сопоставлены с результатами сплошного перечёта на пробных площадях. В итоге получены результаты, позволяющие сделать вывод о высокой надежности предлагаемых методических решений при определении таксационных показателей для отдельно взятых элементов леса. Отклонения таксационных показателей, полученных при аналитико-измерительном дешифрировании, не превышают допустимых отклонений при наземной глазомерно-измерительной и перечислительной таксации, соответствующей требованиям лесоустроительной инструкции 2018 г. (табл. 9–11).

Рис. 3. Фрагмент АФС сверхвысокого разрешения

Таблица 9

Сравнение запаса, определяемого по предлагаемой методике, с запасом, полученным при сплошном перечете на пробных площадях

Древесная порода	Запас древостоя по породам, куб.м/га		Отклонение, %	Допустимые ошибки по лесоустроительной инструкции 2018 г.		
				Методы таксации		
	по данным перечета	по ИСС ЛТН		Сплошной перечислительный	Выборочный измерительно-перечислительный	Глазомерно-измерительный
ОС	261	274	5	5	5-10	10-15
Б	106,2	112	5,5			
Е (1 ярус)	4,5	4,8	6,7			
Е (2 ярус)	60,5	60,1	-0,7			

Таблица 10

Сравнение диаметра, определяемого по предлагаемой методике, с диаметром, полученным при сплошном перечете на пробных площадях

Древесная порода	Средний диаметр, см		Отклонение, %	Допустимые ошибки по лесоустроительной инструкции 2018 г.		
				Методы таксации		
	по данным перечета	по ИСС ЛТН		Сплошной перечислительный	Выборочный измерительно-перечислительный	Глазомерно-измерительный
ОС	25,6	25,5	-0,4	3-5	5-10	10-12
Б	18,4	17,8	-3,3			
Е (1 ярус)	23,2	23,0	-0,9			
Е (2 ярус)	13,0	13,1	+0,8			

Таблица 11

Сравнение высоты, определяемой по предлагаемой методике, с высотой, полученной при сплошном перечете на пробных площадях

Древесная порода	Средняя высота, м		Отклонение, %	Допустимые ошибки по лесоустроительной инструкции 2018 г.		
				Методы таксации		
	по данным перечета	по ИСС ЛТН		Сплошной перечислительный	Выборочный измерительно-перечислительный	Глазомерно-измерительный
ОС	25,7	26,4	2,7	3-5	5-10	10-12
Б	23,0	22,0	-4,3			
Е (1 ярус)	23,3	23,0	-1,3			
Е (2 ярус)	13,5	13,0	-3,7			

В целях соответствия требуемой точности проведения ГИЛ методическими указаниями предусмотрено проведение проверки не менее чем на 5% пробных площадей, распределённых по субъекту.

Считаем целесообразным в новых методических рекомендациях сохранить указанное требование, а также в процессе таких контрольных проверок получать сведения о подпологовой растительности, не видимой на аэрофотоснимке. Так, данные о подросте, подлеске, живом напочвенном покрове, детрите разной степени разложения и т.д. следует учитывать отдельно и распределять их в соответствии с особенностями лесорастительных условий в конкретной выборочной совокупности выделов.

Выводы

1. Предлагаемый подход к стратификации лесных площадей, а также использование формулы В.С. Немчинова гарантирует достоверное определение объёма работ по выборочной инвентаризации лесов, что в итоге обеспечит достоверное определение средневзвешенных значений таксационных показателей древостоев.

2. Проведение выборочной инвентаризации лесов дистанционно, путём закладки фотопроб в типических выборках, дифференцированных по типам лесорастительных условий, преобладающим породам, классам возраста, позволит сохранить принцип случайности при выборе мест закладки пробных площадей, свести до минимума изменчивость запаса на 1 га, оценить продуктивность и с достаточной точностью определить средние значения таксационных показателей древостоев.

3. Статистическая достоверность расчёта средневзвешенных величин основных таксационных показателей по случайным выборкам выделов доказана при использовании t-критерия Стьюдента на 95-процентном уровне доверительной вероятности, что подтверждает соответствие таксационных показателей, полученных по случайным выборкам, параметрам генеральных совокупностей.

4. Использование информационно-справочной системы лесотаксационных нормативов (ИСС ЛТН В.К. Хлюстова и др., 2011) даёт возможность повысить оценку точности значений таксационных

показателей древостоев, полученных при аналитико-измерительном дешифрировании, а также произвести комплексную оценку древесных ресурсов с последующей автоматизацией процесса расчета их товарно-денежной структуры и биоэнергетического потенциала как при сплошной, так и при выборочной инвентаризации лесов.

Рекомендации производству

Для практического использования предложена поэтапная методика проведения выборочной (государственной) инвентаризации лесов. Предварительно должна быть взята на вооружение разработанная авторами региональная карта-схема комплексного лесного ресурсно-экологического районирования субъекта РФ. Далее в пределах отдельного лесного района по предложенному алгоритму формируются выборки пробных площадей с числом деревьев в соответствии с «Общесоюзными нормативами по таксации лесов». Затем по формуле академика В.С. Немчинова проводится расчёт необходимого числа пробных площадей в разрезе страт, дифференцированных по типам лесорастительных условий, преобладающим породам и классам возраста. Выборочную инвентаризацию предлагается проводить дистанционно средствами ДЗЗ, используя беспилотные летательные аппараты, для получения аэрофотосъёмки сверхвысокого разрешения (10 см/пиксель) с последующим построением цифровой модели высот (ЦМВ).

Список литературы / References

1. Вдовин Е.С. Совершенствование выборочного метода таксации при государственной инвентаризации лесов: дис. … канд. с.-х. наук. Йошкар-Ола, 2011. 162 с.

Vdovin E.S. Improvement of the sampling method of taxation in the state forest inventory: dis. … kand. s.-kh. nauk. Yoshkar-Ola, 2011. 162p. (in Russian).

2. Трейфельд Р.Ф. Государственная инвентаризация лесов. Кто виноват, что она такая? Лесной форум Гринпис России. 31.05.2015. [Электронный ресурс] URL: http://www.forestforum.ru/viewtopic.php?t=18065 (дата обращения: 01.02.2021).

Trayfeld R.F. State forest inventory. Who's to blame for her being like this? Forest forum Greenpeace of Russia. 31.05.2015. [Electronic resource]. URL: http://www.forestforum.ru/viewtopic.php?t=18065 (date of access: 01.02.2021) (in Russian).

3. Приказ ФАЛХ от 10 ноября 2011 года N 472 «Об утверждении методических рекомендаций по проведению государственной инвентаризации лесов (с изменениями на 15 марта 2018 года). [Электронный ресурс]. URL: http://docs.cntd.ru/document/902325555 (дата обращения: 02.02.2021).

Order of the Federal forestry Agency from November 10, 2011 № 472 «About the approval of methodical recommendations on carrying out the state inventory of the forests (with changes for March 15, 2018)». [Electronic resource]. URL: http://docs.cntd.ru/document/902325555 (date of access: 02.02.2021) (in Russian).

4. Фарбер С.К., Брюханов Н.В. Материалы массовой таксации и государственной инвентаризации лесов: Характеристика расхождений, причины, анализ // Сибирский лесной журнал. 2014. № 5. С. 16–28.

Farber S.K., Brukhanov N.V. Materials of mass taxation and state forest inventory: Characteristics of discrepancies, causes, analysis // Sibirskiy lesnoy zhurnal. 2014. № 5. P. 16–28 (in Russian).

5. Филипчук А.Н., Моисеев Б.Н. Проблема репрезентативности стратифицированной выборки на примере отчёта по ГИЛ Калужской области // Точка зрения. ВНИИЛМ. 2014. № 4. С. 34–38.

Filipchuk A.N., Moiseev B.N. The problem of representativeness of a stratified sample on the example of a report of the GIL on the Kaluga region // Tochka zreniya. VNIILM. 2014. № 4. P. 34–38 (in Russian).

6. Жирин В.М., Лукина Н.В. Развитие системы инвентаризации лесов в России // Лесной вестник. 2017. № 2. С. 4–14.

Zhirin V.M., Lukina N.V. Development of the forest inventory system in Russia // Lesnoy vestnik. 2017. № 2. P. 4–14 (in Russian).

7. Хлюстов В.К., Ганихин А.М., Хлюстов Д.В. Ресурсно-экологическое районирование и государственная инвентаризация лесов: учебное пособие. М.: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2018. 185 с.

Khlyustov V.K., Ganikhin A.M., Khlyustov D.V. Resource and ecological zoning and state forest inventory: uchebnoye posobiye. M.: RGAU-MSKHA im. K.A. Timiryazeva, 2018. 185 p. (in Russian).

8. Хлюстов В.К. Концепция научно-методического сопровождения инвентаризации лесов в XXI в. // Государственный лесной реестр, государственная инвентаризация лесов и лесоустройство: материалы 3-й Междунар. научно практич. конф. (Новосибирск, 29 ноября–1 декабря 2012 г.). М.: ФГУП «Рослесинфорг», 2013. С. 28–33.

Khlyustov V.K. The concept of scientific and methodological support of forest inventory in the XXI century // Gosudarstvennyy lesnoy reyestr, gosudarstvennaya inventarizatsiya lesov i lesoustroystvo: materialy 3-y Mezhdunar. nauchno praktich. konf. (Novosibirsk, 29 noyabrya–1 dekabrya 2012 g.). M.: FGUP «Roslesinforg», 2013. P. 28–33 (in Russian).

9. Хлюстов В.К., Устинов М.М., Хлюстов Д.В. Информационно-справочная система комплексной оценки древесных лесных ресурсов // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2013. Вып. 2. С. 148–166.

Khlystov V.K., Ustinov M.M., Khlystov D.V. Information and reference system of integrated assessment of wood forest resources // Izvestiya Timiryazevskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii. 2013. Is. 2. P. 148–166 (in Russian).

10. Хлюстов В.К., Хлюстов Д.В. Автоматизация инвентаризации лесных ресурсов с применением технологий дистанционного зондирования Земли // Государственный лесной реестр, государственная инвентаризация лесов и лесоустройство: материалы 3-й Междунар. научно практич. конф. (Новосибирск, 29 ноября – 1 декабря 2012 г.). М.: ФГУП «Рослесинфорг», 2013. С. 185–188.

Khlyustov V.K., Khlyustov D.V. Automation of forest resources inventory using remote sensing technologies // Gosudarstvennyy lesnoy reyestr, gosudarstvennaya inventarizatsiya lesov i lesoustroystvo: materialy 3-y Mezhdunar. nauchno praktich. konf. (Novosibirsk, 29 noyabrya – 1 dekabrya 2012 g.). M.: FGUP «Roslesinforg», 2013. P. 185–188 (in Russian).

11. Khlyustov V. Information system of forest growth and productivity by site quality type and elements of forest. Austria Center Vena (Bruno-Kreisky-Platz 1, 1220 Vienna, Austria). EGU General Assembly 2012. 22.04.12-27.04.2012 (in English).

12. Приказ ФАЛХ от 9 апреля 2015 года № 105 «Об установлении возрастов рубок». [Электронный ресурс]. URL: http://docs.cntd.ru/document/420275076 (дата обращения: 01.02.2021).

Order of the Federal forestry Agency from April 9, 2015 № 105 «On setting the age of cutting». [Electronic resource]. URL: http://docs.cntd.ru/document/420275076 (date of access: 01.02.2021) (in Russian).

13. Приказ Минприроды России от 29.03.2018 N 122 «Об утверждении Лесоустроительной инструкции». [Электронный ресурс] URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_296757 (дата обращения: 01.02.2021).

Order of the Ministry of Natural Resources of the Russian Federation from 29.03.2018 № 122 «About the approval of the forest Management instruction». [Electronic resource] URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_296757 (date of access: 01.02.2021) (in Russian).

СТАТЬИ

УДК 622.34

СПОСОБ ЗАКЛАДКИ ВЫРАБОТАННОГО ПРОСТРАНСТВА ПРИ ВОСХОДЯЩЕМ ПОРЯДКЕ ОТРАБОТКИ РУДНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ

Аллабердин А.Б.

ФГБОУ ВО «Сибайский институт (филиал) Башкирского государственного университета», Сибай, e-mail: Allaberdinazamat@mail.ru

В работе приводится положительный опыт применения восходящего порядка ведения горных работ и отмечаются его преимущества по сравнению с традиционным нисходящим способом. Следует отметить, что на больших глубинах область применения камерно-целикового порядка ограничена из-за высоких значений напряженно-деформированного состояния массива, что обуславливает применение систем разработок в сплошном порядке. Применительно к восходящей геотехнологии предложен способ формирования комбинированного закладочного массива на основе пустой породы и твердеющей смеси в пределах границ камеры. Особенностью разработанного способа возведения комбинированного массива является последовательная организация закладочных работ и использование автосамосвалов, оснащенных метательным механизмом. Формирование комбинированного массива предложенной конструкции позволяет вести горные работы в пределах горизонта в сплошном порядке без оставления рудных целиков. При этом применение автосамосвалов, оснащенных метателем, позволяет вести управляемый сброс породы в камеру. Несмотря на сложность организации закладочных работ, основным преимуществом применения автосамосвалов с метательным устройством является обеспечение безопасности ведения горных работ – автосамосвал не подъезжает к краю транспортного заезда при разгрузке по сравнению с использованием традиционных автосамосвалов с опрокидным кузовом. Приведенная методика и расчетная схема позволяют определить требуемый угол установки метателя относительно горизонтальной оси, скорость движения породы для заданного угла и скорость движения ленты метателя. Все искомые параметры метания обеспечат равномерное распределение закладываемой породы по всей площади камеры. Расчет параметров закладочного массива по представленной в работе методике обеспечит его устойчивость при вертикальном обнажении, безопасность восходящей геотехнологии и снижение себестоимости закладочных работ.

Ключевые слова: восходящий порядок отработки, комбинированный закладочный массив, пустая порода, автосамосвал, оснащенный метателем, сплошной порядок, бутобетонный массив

METHOD OF LAYING THE WORKED-OUT SPACE IN THE ASCENDING ORDER OF MINING OF ORE DEPOSITS

Allaberdin A.B.

Sibai Institute (Branch) of Bashkir State University, Sibai, e-mail: Allaberdinazamat@mail.ru

The paper presents the positive experience of using the ascending order of mining operations, and notes its advantages in comparison with the traditional descending method. It should be noted that at great depths, the scope of application of the chamber-whole order is limited, due to the high values of the stress-strain state of the array, which causes the use of development systems in a continuous order. In relation to the ascending geotechnology, a method for forming a combined laying array based on waste rock and a hardening mixture within the boundaries of the chamber is proposed. A feature of the developed method of constructing a combined array is the consistent organization of laying works and the use of dump trucks equipped with a throwing mechanism. The formation of a combined array of the proposed design allows mining operations within the horizon in a continuous order without leaving ore pillars. At the same time, the use of dump trucks equipped with a thrower allows you to conduct a controlled discharge of rock into the chamber. Despite the complexity of the organization of laying works, the main advantage of using dump trucks with a throwing device is to ensure the safety of mining operations – the dump truck does not drive up to the edge of the transport entrance when unloading compared to using traditional dump trucks with a tipped body. The method and calculation will determine the installation angle of the thrower relative to the horizontal axis, the speed of the rocks for a given angle, and belt speed of the thrower. All the required throwing parameters will ensure a uniform distribution of the laid rock over the entire area of the chamber. The calculation of the parameters of the laying array according to the method presented in this paper will ensure its stability during vertical exposure, the safety of ascending geotechnology and the reduction of the cost of laying operations.

Keywords: ascending mining order, combined laying array, empty rock, dump truck equipped with a thrower, solid order, butobetonny array

При технологической необходимости извлечения наиболее богатых частей залежи, которые обычно подстилают более бедные руды, восходящий порядок ведения горных работ является единственно возможным способом. Это обстоятельство следует считать важнейшей особенностью разработки месторождений разносортных руд, наблюдаемой в значительном большинстве практических случаев.

Опережающая выемка богатых руд, залегающих на нижних горизонтах, позволяет сократить сроки получения максимума прибыли за счет получения большого количества металла при переработке только богатых руд. При этом сокращается срок строительства и стоимость рудника за счет отсутствия необходимости на каждом шаге вскрытия проходить концентрационные горизонты.

Еще одним преимуществом восходящего порядка по сравнению с классическим нисходящим вариантом ведения горных работ является возможность вовлечения в закладочный процесс значительного объема пород отвалов и от проходческих работ, без оставления междуэтажных целиков, при переходе к отработке следующего вышележащего этажа. Экономический эффект при данной технологии достигает 40% от общих затрат на закладочные работы.

Накоплен значительный опыт восходящего порядка отработки месторождений. Так, за последние 30 лет на зарубежных рудниках «Garpenberg» и «Zinkgruvan» (Швеция), «Пихасальми» (Финляндия), «Asikoy» (Турция), «Грейтон» (Канада), «Витватерсранд» (ЮАР), «Кристенберг» и «Ренстрём» успешно реализуется восходящий порядок отработки запасов как отдельных рудных тел и участков, так и месторождений в целом.

Экономически эффективный и безопасный восходящий порядок отработки запасов залежей может быть осуществлен на ряде месторождений Урала [1]: Юбилейном, Озерном, Александринском, Гайском, Джусинском, Тарньерском, Естюнинском, Комсомольском и Глубоченском. Исследование, полученное программой Ural-Mining-Invest применительно для месторождения Комсомольское, показывает неэффективность существующей технологии отработки месторождения. Данные обстоятельства свидетельствуют о необходимости отработки в первую очередь основных запасов рудного тела № 1, которые располагаются на глубоких горизонтах. Это позволит покрыть капитальные затраты и получить значительную прибыль в начальный период отработки месторождения.

Следует отметить, что на больших глубинах область применения камерно-целикового порядка ограничена [2, 3] из-за высоких значений напряженно-деформированного состояния массива, что обуславливает применение систем разработок в сплошном порядке [4]. При данном порядке ведения горных работ вовлечение пустых пород с целью снижения себестоимости закладки технически выполнимо при сочетании ее с гидравлической закладкой в пределах одной камеры.

Цель исследования: разработка технологии формирования комбинированного закладочного массива при отработке рудных залежей камерными системами разработки в восходящем порядке.

Материалы и методы исследования

Для отработки рудных залежей снизу вверх, в сплошном порядке извлечения запасов горизонта камерными системами разработки предложен способ формирования закладочного массива [5]. Прототипом конструкции закладочного массива является работа Д.Ю. Минаева. Идея работы основана на сочетании твердеющей и породной закладок в пределах одной камеры, особенностью данной технологии является организация закладочных работ и использование автосамосвалов, оснащенных метательным механизмом (рис. 1).

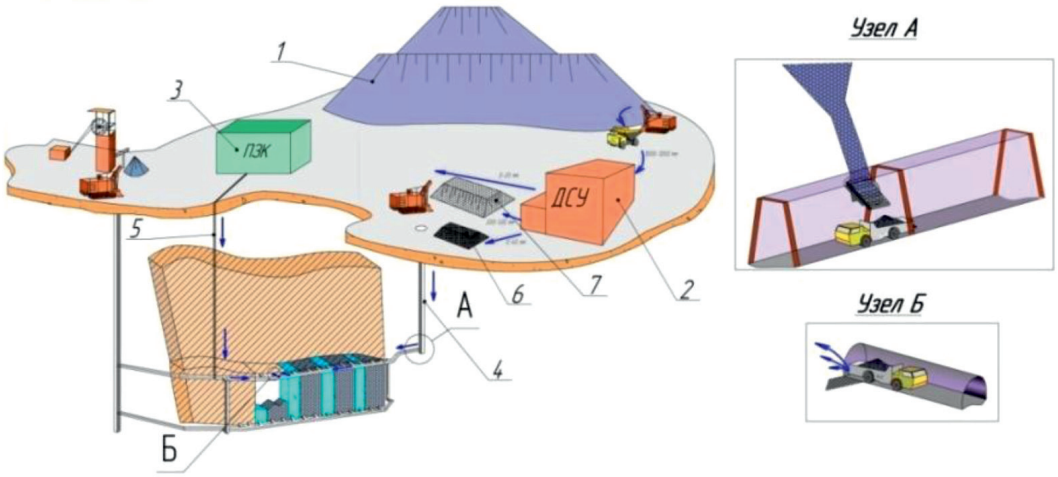


Рис. 1. Технология ведения закладочных работ: 1 – отвалы пород; 2 – дробильно-сортировочный узел; 3 – поверхностно-закладочный комплекс; 4 – породоспуск; 5 – закладочная скважина; 6 – штабель мелкой фракции; 7 – штабель крупной фракции

Технологический процесс закладки выработанного пространства предложенным способом заключается в последовательно-параллельном заполнении отработанной камеры закладочными материалами. Первоначально из центрального заезда закладочного горизонта в камеру осуществляется управляемый сброс породы объемом ($V_{1п}$). Важным моментом является осуществление сброса породы, используя автосамосвал, оборудованный метателем сыпучего материала. Используя возможность изменения параметров метания, уплотненный породный штабель формируется в виде тригональной призмы. Второй и последующие этапы включают одновременную закладку твердеющей смеси и сброс породы в выработанное пространство камеры. Постоянно формируемые штабели из пустых пород предотвращают растекание твердеющей смеси по всей площади камеры. При этом с торца камеры формируется упрочненный бутобетонный массив, который в последующем обеспечивает устойчивость при его вертикальном обнажении [6]. Требуемые объемы того или иного вида компонентов комбинированного закладочного массива расчитываются графически на этапе проектирования закладочных работ.

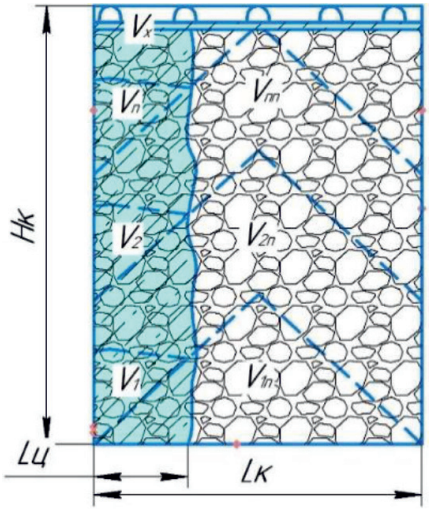


Рис. 2. Конструкция комбинированного закладочного массива

Расчетный объем твердеющей смеси на камеру:

$$V_{\Sigma т} = V_1 + V_2 + \ldots + V_N + V_x, \text{ м}^3, \quad (1)$$

где V_1, V_2, ..., V_N – объемы твердеющей смеси, м³;
V_x – объем твердеющей смеси для формирования потолочины, м³;
*H*к – высота камеры, м.

Требуемый объем пустой породы для закладки камеры:

$$V_{\Sigma п} = V_{1п} + V_{2п} + V_{3п} + \ldots + V_{nп}, \text{ м}^3, \quad (2)$$

где $V_{1п}$, $V_{2п}$, $V_{3п}$, …,$V_{nп}$ – объемы породы на слой, м³.

К закладываемой пустой породе предъявляются определенные требования, в частности по крупности (≤ 50 мм) и содержанию серы (≤ 8 %). Если первое ограничение обусловлено техническими возможностями разгрузочного механизма автосамосвалов с метательным устройством, второе связано с предотвращением возгорания техногенного массива. Дробление породы производится на земной поверхности в дробильно-сортировочном узле с дальнейшим перепуском по породоспуску на закладочный горизонт.

Определение параметров метания породы в камеру осуществляется по схеме (рис. 3). Расчетная схема и методика позволяют определить требуемый угол установки метателя относительно горизонтальной оси, скорость движения породы для заданного угла и скорость движения ленты метателя. Все искомые параметры метания позволят распределять закладываемую породу равномерно по всей площади камеры.

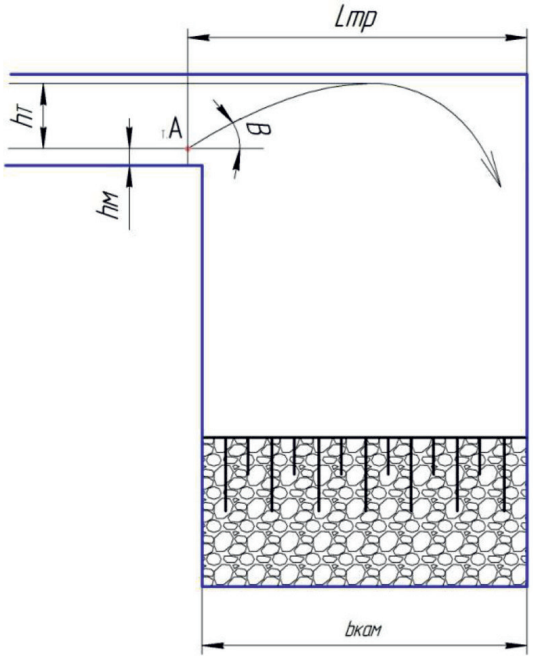


Рис. 3. Схема метания породы:
lтр – дальность метания, м;
hм – высота сброса породы, м; β – угол, град;
hтр – высота траектории полета, м

Угол установки метателя относительно горизонтальной оси:

$$tg\beta = \frac{2 \cdot h_{тр}}{l_{тр}}. \quad (3)$$

Скорость движения породы для заданного угла:

$$V_M = \sqrt{\frac{2 \cdot g}{\sin 2\beta}} \cdot l_{тр}, \text{ м/с}. \quad (4)$$

Скорость движения ленты метателя:

$$V_M = e^{fa}\sqrt{V\text{н} + 14{,}2 \cdot R}, \text{ м/с}. \quad (5)$$

где α – угол между лентой и точкой поступления породы, рад;
f – коэффициент трения (принимается 0,5÷0,7);
R – радиус барабана, м;
$V_н$ – скорость движения породы, начальная скорость материала в точке входа на участок ленты, м/с.

Несмотря на сложность организации закладочных работ, основным преимуществом применения автосамосвалов с метательным устройством является обеспечение безопасности ведения горных работ – автосамосвал не подъезжает к краю транспортного заезда при разгрузке по сравнению с использованием традиционных автосамосвалов с опрокидным кузовом.

Результаты исследования и их обсуждение

Оценка устойчивости разработанного комбинированного закладочного массива при отработке соседней камеры производится по нижеприведенной методике.

Расчет величины бокового давления на бутобетонный массив от породной закладки определяется по формуле

$$P = n_g \cdot \varepsilon \cdot \kappa \cdot (h - h_o)\gamma,$$

где n_g, ε, κ – коэффициенты соответственно бокового давления и зависания от взаимодействия с породной закладкой; g – гидравлический радиус.

$$h_0 = \frac{2\tau_0}{\gamma} \cdot \frac{1 + \sin\varphi}{\cos\varphi}, \text{ м}, \quad (6)$$

$$n_g + 1 + j/g, \quad (7)$$

где τ_0 – начальное сопротивление сдвигу, Па; φ – угол внутреннего трения;

$$\kappa = \frac{1}{1 + 2f^2 + \sqrt{1 + f^2 \cdot (f + \sqrt{f^2} - f_1^2)}}; \quad (8)$$

$$\chi = \frac{\kappa(h - h_0)}{g}; \quad (9)$$

$$\varepsilon = \frac{1}{\chi}\left(1 - \frac{1}{e^{\chi}}\right); \quad (10)$$

$$g = \frac{A \cdot B}{2(A + B)}, \text{ м}. \quad (11)$$

Оптимальная ширина бутобетонного массива, обеспечивающего вертикальную устойчивость под действием породной закладки:

$$\delta = \sqrt{\frac{6W}{t}}, \text{ м}. \quad (12)$$

При расчетах t равен h (W по M_1) и t равен, a (W по M_2).

Момент сопротивления бутобетонного массива:

$$W = \frac{M \cdot k}{G_{рас}}, \text{ Мпа}, \quad (13)$$

где к – коэффициент перегрузки, (к = 1);
M – коэффициент условий работы, (M = 0,2);
$G_{рас}$ – прочность бутобетонного массива на растяжение, МПа.

Прочность бутобетонного массива:

$$G_{сж} = 2{,}5 \cdot \sqrt{(G_{рас})^3}, \text{ МПа}. \quad (14)$$

Максимальный изгибающий момент по горизонтальному (M_1) и вертикальному (M_2) сечениям бутобетонного массива:

$$M_1 = \frac{p \cdot a^2}{Y_1}, \text{ Нм}; \quad (15)$$

$$M_2 = \frac{p \cdot h^2}{Y_2}, \text{ Нм}, \quad (16)$$

где p – величина давления пустой породы на бутобетонный массив МПа, λ – отношение высоты (h, м) к ширине камеры (a, м).

Аппроксимированием величин табличных коэффициентов построены зависимости коэффициентов Y_1 и Y_2 от отношения высоты к ширине камеры:

– при защемленном контуре:

$$Y_1 = 67.48x^{-2{,}23}, R^2 = 0{,}957, \quad (17)$$

$$Y_2 = 171x^2 - 212{,}6x + 95{,}26, R^2 = 0{,}996, \quad (18)$$

– при свободно опертом контуре:

$$Y_1 = 30{,}4x^{-2{,}16}, R^2 = 0{,}982, \quad (19)$$

$$Y_2 = 57x^2 - 54{,}95x + 24{,}79, R^2 = 0{,}998. \quad (20)$$

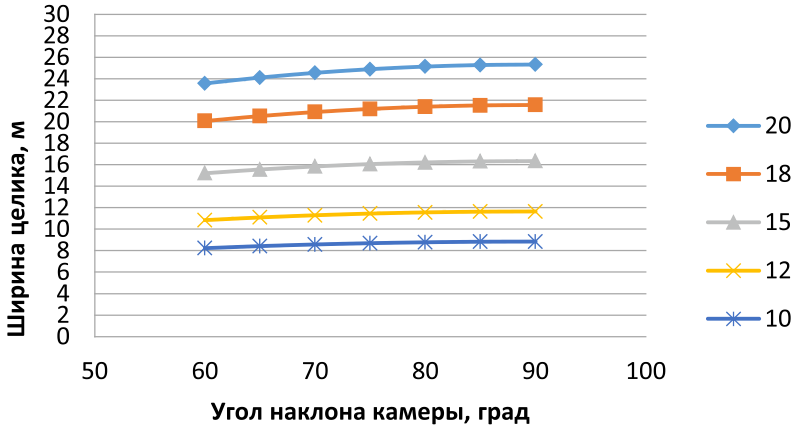


Рис. 4. Влияние угла наклона камеры на ширину бутобетонного массива

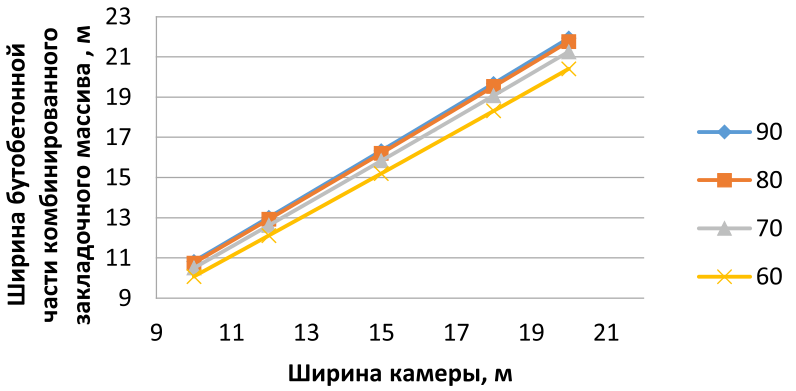


Рис. 5. Влияние ширины камеры на параметры бутобетонного массива

Проведенными исследованиями оценивалось влияние ширины и угла наклона камеры на параметры бутобетонного массива. Формирование наклонных камер при отработке крутопадающих рудных тел предложенной технологией влияет на требуемую ширину бутобетонного массива, обеспечивающую устойчивость незначительно (рис. 4).

Основное влияние на параметры бутобетонного массива, сохраняющего устойчивость при обнажении, оказывает ширина камеры (рис. 5).

Исследования свидетельствуют о прямой зависимости данных параметров. Уменьшение параметров камеры способствует уменьшению геометрических размеров бутобетонного массива, обеспечивающих устойчивость при обнажении.

Установлено также влияние двух параметров камеры на ширину бутобетонного массива – высоты и ширины камеры.

Полученные значения объединены в поверхность и представлены на рис. 6.

Данная поверхность позволяет (при фиксированной нормативной прочности бутобетонной части комбинированного закладочного массива на сжатие $G_{сж}$ = 3 МПа) графическим методом определить требуемую ширину возводимой бутобетонной части комбинированного закладочного массива в зависимости от ширины и угла наклона камеры.

Заключение

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать вывод, что способ извлечения запасов месторождения снизу вверх является оправданным при ряде случаев и находит все большее распространение. Наряду с этим являются актуальными варианты систем разработок с закладкой выработанного пространства, адаптированные под данный порядок ведения горных работ.

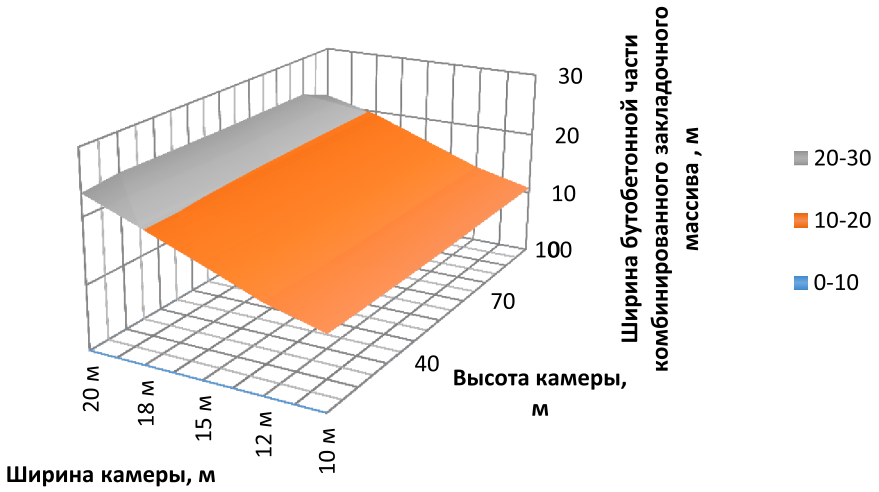


Рис. 6. Влияние высоты и ширины камеры на ширину бутобетонного массива

Предложенный способ возведения комбинированного закладочного массива с использованием автосамосвалов, оборудованных метателем, обеспечивает вовлечение в закладочный процесс пустых пород до 70 %. Приведенная методика расчета параметров укладки породы позволит распределять закладываемую породу равномерно по всей площади камеры, а определение параметров закладочного массива обеспечит безопасность восходящей геотехнологии и снижение себестоимости закладочных работ.

Список литературы

1. Танков М.С. Перспективы применения восходящего порядка отработки в условиях медноколчеданных месторождений Урала // Комбинированная геотехнология: теория и практика реализации полного цикла комплексного освоения недр: тезисы докладов VI Международной конференции. 2011. С. 51.

Tankov M.S. Prospects for the application of the ascending order of mining in the conditions of copper-chipped deposits of the Urals // Kombinirovannaya geotekhnologiya: teoriya i praktika realizatsii polnogo tsikla kompleksnogo osvoyeniya nedr: tezisy dokladov VI Mezhdunarodnoy konferentsii. 2011. P. 51 (in Russian).

2. Трубецкой К.Н., Чантурия В.А., Каплунов Д.Р., Рыльникова М.В. Комплексное освоение месторождений и глубокая переработка минерального сырья: Институт проблем комплексного освоения недр РАН. М.: Наука, 2010. 437 с.

Trubetskoy K.N., Chanturia V.A., Kaplunov D.R., Rylnikova M.V. Complex field development and deep processing of mineral raw materials: Institute of problems of comprehensive exploitation of mineral resources Russian Academy of Sciences. M.: Nauka, 2010. 437 p. (in Russian).

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

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

4. Аллабердин А.Б., Валеев А.С. Геомеханическое обоснование восходящего порядка отработки запасов залежи № 6 медноколчеданного месторождения «Юбилейное» // Опыт реализации Федерального государственного образовательного стандарта в образовательных учреждениях: материалы III Всероссийской научно-практической конференции. 2015. С. 177–179.

Allaberdin A.B., Valeev A.S. Geomechanical justification of the ascending order of mining of reserves of the deposit No. 6 of the Yubileynoye copper-coal deposit // Opyt realizatsii Federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo standarta v obrazovatel'nykh uchrezhdeniyakh: materialy III Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. 2015. P. 177–179 (in Russian).

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

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

6. Соколов И.В. Обоснование конструкции и параметров подземной геотехнологии при комбинированной разработке рудных месторождений Урала: дис. … докт. техн. наук, Екатеринбург, 2012. 377 с.

Sokolov I.V. Substantiation of the design and parameters of underground geotechnology in the combined development of ore deposits in the Urals: dis. ... dokt. tehn. nauk. Ekaterinburg, 2012. 377 p. (in Russian).

УДК 502/504(470.341-25)

НАУЧНЫЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К АНАЛИЗУ СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ СПОРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ (НА ПРИМЕРЕ ПОЧАИНСКОГО ОВРАГА ГОРОДА НИЖНЕГО НОВГОРОДА)

[1]Арефьева С.В., [1]Кротова Е.А., [2]Петрова Е.Н.

[1]ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный педагогический университет им. Козьмы Минина», Нижний Новгород, e-mail: svbaranova@yandex.ru

[2]ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет», Нижний Новгород, e-mail: petrova-e1@yandex.ru

В статье рассмотрены подходы к анализу социально-экологической ситуации, которая, с одной стороны, является результатом взаимоотношений общества и природы какой-либо территории, а с другой – оказывает влияние на дальнейшее развитие данной территории. Выделены необходимые условия формирования социально-экологической ситуации и проанализированы возможности физико-географических, геоэкологических и социально-географических групп методов изучения социально-экологической ситуации. Объясняется важность учета социального фактора, особенно в условиях урбанизированных территорий. На основании выделенных структурных элементов формирования социально-экологической ситуации определен алгоритм действий по ее изучению. Предложенный алгоритм анализа данных ситуаций может быть использован как типовой в сходных условиях. Его применение позволяет рассмотреть проблемы, связанные с загрязнением, благоустройством, а также, что не менее важно, определить отношение общества, социальных групп к этой ситуации и к решению вопросов развития территории. Определение характера проявления различных сторон формирования социально-экологической ситуации позволяет выделить и обосновать наиболее приемлемый вариант развития спорных территорий. Почаинский овраг, который был выбран в качестве объекта исследования, является ярким примером взаимосвязи экологической и социальной составляющих, сформировавших спорную ситуацию, связанную с его дальнейшим существованием и использованием. Обозначены основные функции, выполняемые рассматриваемой территорией, которые определили ее уникальность. В статье предложен комплексный анализ экологических и социальных аспектов, оказавших влияние на формирование социально-экологической ситуации вокруг Почаинского оврага. Полученная характеристика является необходимым условием при принятии решений по дальнейшему использованию территории, что должно стать фундаментом формирования благоприятной социально-экологической ситуации.

Ключевые слова: социально-экологическая ситуация, социальные условия, экологические условия, антропогенно измененная территория, методы исследования, Почаинский овраг

SCIENTIFIC AND PRACTICAL APPROACHES TO ANALYSIS OF SOCIAL AND ENVIRONMENTAL SITUATIONS ON DISPUTED TERRITORIES (BASED ON AN EXAMPLE OF THE POCHAINSKIY OVRAG RAVINE IN NIZHNY NOVGOROD, RUSSIA)

[1]Arefyeva S.V., [1]Krotova E.A., [2]Petrova E.N.

[1]Kozma Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University, Nizhny Novgorod, e-mail: svbaranova@yandex.ru;

[2]Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering, Nizhny Novgorod, e-mail: petrova-e1@yandex.ru

This article studies approaches to analysis of social and environmental situations. On the one hand, a social and environmental situation is formed as a result of interaction between a society and the nature of a given territory. On the other hand, it influences further development of this territory. The article singles out the necessary conditions for creation of a social and environmental situation and analyses the potential of studying a social and environmental situation by such groups of research methods as physico-geographical, geo-environmental and socio-geographical. The article explains the importance of taking into account the social factor, especially for the urbanized territories. Based on the singled out structural elements forming a social and environmental situation, an algorithm of actions to study such a situation is defined. The proposed algorithm of analysis of such situations can be employed as a typical one for similar conditions. It allows analysing the problems related to pollution, territory improvement, and, what is equally important, it allows studying the attitude of the society and its social groups to the occurred situation and to the issues related to the territory development. Analysing various manifestations of a forming social and environmental situation makes it is possible to substantiate the most acceptable variant for development of a disputed territory. A situation around Pochainskiy Ovrag (a ravine in the historical part of Nizhny Novgorod, a city in Russia) was selected for this study. It exemplifies the relationship between the environmental and social factors forming a dispute related to the future development of a territory. The article demonstrates the main functions fulfilled by the considered territory, which made this territory unique. The article presents a comprehensive analysis of the environmental and social aspects of the social and environmental situation formed around the Pochainskiy Ovrag ravine. The presented analysis aimed at facilitating decisions on further use of this territory in a manner that would form a favourable social and environmental situation.

Keywords: social and environmental situation, social conditions, environmental conditions, anthropogenically modified territory, research methods, Pochainskiy Ovrag

Формирование и проявление современной экологической ситуации обусловлены пересечением и взаимодействием разнородных факторов, которые формируются вследствие включения природной среды в процессы человеческой жизнедеятельности, ее социализацией, когда эта среда, в свою очередь, оказывает воздействие на ход общественных явлений посредством механизмов обратных связей. В связи с этим любые изменения природной среды приобретают социальную значимость, а изучение экологического состояния территории в условиях той или иной социальной системы необходимо рассматривать во взаимосвязи с определенной экосистемой. Таким образом, интегральным отображением взаимоотношений общества и природы какой-либо территории можно считать социально-экологическую ситуацию, которая в дальнейшем будет оказывать влияние на развитие рассматриваемой территории, а ее анализ позволит повысить эффективность использования спорных территорий [1].

Цель исследования: на основании теоретических данных выделить основные моменты в определении социально-экологической ситуации и на данной основе сформировать алгоритм по ее анализу. Провести комплексный анализ влияния как экологических, так и социальных аспектов на формирование ситуации, сложившейся вокруг территории Почаинского оврага, и обозначить возможные пути по ее оптимизации.

Материалы и методы исследования

Исходя из основных подходов к пониманию формирования ситуаций экологического характера, основанных на анализе работ Э.В. Гирусова [2], Ю.Г. Маркова и А.Н. Кочергина [3], Н.Ф. Реймерса [4] и иных, можно сделать вывод о том, что формирование социально-экологической ситуации обусловлено взаимодействием социальных и экологических условий и факторов – как объективно сформировавшихся на конкретной территории, так и с точки зрения субъективного восприятия их влияния на различные стороны жизни. Именно этот факт провоцирует возникновение спорных, критических вопросов к оценке, анализу и использованию сложившихся геосистем. Особенно остро данные проблемы стоят на антропогенно измененных городских территориях [5].

Социально-экологическая ситуация территории является отражением состояния окружающей среды, которое обычно формируется с учетом следующих моментов: компонентов природы, как биотических так и абиотических; территориальных особенностей, обусловленных спецификой местных природно-климатических условий; факторов (условий), определяющих состояние окружающей среды и формирующих социально-экологическую ситуацию территории [6].

К условиям формирования социально-экологической ситуации относятся социальные факторы (социальный строй, производственная сфера, бытовая сфера, образование и культура, народонаселение, здравоохранение и медицина, историко-культурное наследие и т.д.) и экологические факторы, а также острота проявления ситуации, ее социально-экологическая напряженность, отражающая уровень сложности взаимодействия духовных, социальных и экологических составляющих общества.

Определенную проблему представляет выбор методов изучения социально-экологической ситуации территории, поскольку существует необходимость совместного определения многоаспектных сторон ее проявления. При непосредственном анализе объекта исследования были изучены возможности нескольких подходов: физико-географического, геоэкологического, социально-географического. Причем акцентировалось внимание на применении различных показателей или их совокупности, позволяющих совместно учитывать экологическую и социальную составляющую проявления ситуации, складывающейся на рассматриваемой территории.

Параметры, применяемые в физико-географической группе методов, предоставляют возможность изучать влияние окружающей среды на характер ее восприятия, демонстрируя изменчивость перцепции с изменением самого природно-территориального комплекса. В рамках данного подхода используются следующие оценочные признаки (А. Меллум, Л.И. Мухина, Т.А. Федорцова, К.И. Эрингис и А.Р. Будрюнас): преобладание холмов на линии горизонта, их лесистость, долинность, озерность, наличие памятников природы, архитектуры, этнографии, истории, контрастность, панорамность, композиционность, детальность, наличие видовых точек для обзора широких и дальних пейзажей; уровень и состав лесообразующих пород и т.д.

Несколько отдельно от физико-географической группы стоят геоэкологические

подходы (Б.И. Кочуров, Н.В. Бучацкая [7]), при использовании которых анализ эстетических характеристик ландшафта происходит на основе выделения особой территориальной единицы – пейзажного комплекса, где сочетание различных ландшафтов и их компонентов формирует однородный внешний вид с характерными красотами местности.

Методы социально-географической группы (К.Н. Горб, К.Д. Файн, Рудольф де Грут) акцентируются на выявлении эстетических свойств ландшафтов через анкетирование, опрос, экспертную оценку пейзажных образов как целостных визуальных систем.

Исходя из сопряженного обзора возможности использования представленных методических подходов можно определить, что исследование социально-экологической ситуации должно включать как качественное описание рассматриваемой территории, основанное на эколого-географическом анализе, так и эстетическую оценку природных ресурсов, включающую выявление эстетических и социальных потребностей населения. При качественном анализе учитываются географические факторы, влияющие на формирование потребностей населения, такие как ландшафтные, историко-культурные, социально-экономические, экологические. Оценка эстетико-потребительских параметров среды проводится на основе анализа участия общественности в решении вопросов использования спорной территории с учетом как экологических, так и социальных аспектов. В этом направлении исследуются взаимодействие жителей с компонентами окружающей среды и особенности их эстетического восприятия, что позволяет выявить потенциал возможностей и ограничений использования территории, особенно при разработке программ благоустройства городских территорий.

Представленные подходы позволяют выработать определенный алгоритм изучения социально-экологической ситуации территории.

1. Анализ географического положения. Особое внимание уделяется геопространственному отношению к элементам внешней среды, которые испытывают на себе влияние рассматриваемой территории или же оказывают на нее существенное влияние.

2. Анализ природной основы территории. Обусловлен необходимостью учета влияния природных факторов на качество природной и создаваемой градостроительной среды, позволяющего прогнозировать возможное ухудшение условий вследствие застройки и ее эксплуатации и на данной основе обосновать наиболее эффективные варианты ее использования.

3. Анализ социально-экономических особенностей – позволяет спрогнозировать возможные последствия социального, демографического, экономического характера.

4. Анализ антропогенной нагрузки – позволяет выявить возможные экологические проблемы, возникающие при разностороннем использовании территории.

5. Анализ негативных изменений в природе – основывается на данных экологического мониторинга.

6. Анализ важнейших экологических проблем, в том числе аспектов городской среды, которые могут оказать существенное влияние на здоровье людей.

7. Прогнозирование развития негативных процессов – позволяет осуществить выбор наиболее вероятных вариантов (сценариев) состояния системы в будущем из множества возможных.

8. Пути оптимизации сложившейся социально-экологической ситуации. В качестве путей оптимизации рассматриваются варианты использования территории и выделяются наиболее перспективные. При анализе подходов развития зоны следует рассматривать их последующие угрозы и возможности для развития территории, а также учесть плюсы и минусы проектов [8].

Результаты исследования и их обсуждение

Поскольку социальные и экологические факторы находятся в постоянной взаимосвязи, формируя те или иные итоговые условия существования человека, т.е. социально-экологическую ситуацию, то предложенный алгоритм позволяет выявлять антропогенные, технологические, социальные факторы развертывания таких ситуаций и находить оптимальные пути и средства преодоления их неблагоприятных последствий.

Почаинский овраг, расположенный на территории города Нижнего Новгорода, является ярким примером взаимосвязи экологической и социальной составляющих, сформировавших ситуацию, сложившуюся вокруг него, которая отражает не только проблемы, связанные с загрязнением, благоустройством, но и, что не менее важно,

проблемы социального плана – отношение общества, социальных групп к решению вопросов развития территории. Овраг выполняет ряд жизненно значимых функций: средообразующую, историко-природную, эстетическую.

Средообразующая функция. Почаинский овраг представляет собой природный комплекс, в котором поддерживается видовое разнообразие, формируется микроклимат, поглощается углекислый газ, выделяется кислород, очищается воздух. Расположенный в центральной части города, Почаинский овраг является единственным крупным зеленым массивом. Поэтому нормализация газового состава первичной атмосферы, преобразованного в процессе антропогенного развития, является значимой и основной функцией оврага. Овраг выступает связующим звеном с другими зелеными территориями города, его ликвидация приведет к разрыву этой связи и постепенной гибели экосистемы в целом. Данная связь важна для поддержания природного баланса как на локальном уровне, так и на региональном.

Историко-природное значение. Почаинский овраг – ключевой природный акцент исторического центра Нижнего Новгорода. Овраг был назван в честь протекающей по его дну реки, названной Почайной основателем города князем Юрием Всеволодовичем, который увидел сходство Дятловых гор с приднестровскими и рекой Почаиной в районе Киева. Зона оврага являлась исторической территорией – участком, на котором были сосредоточены исторические объекты с окружающим их историческим природно-антропогенным ландшафтом. В устье оврага располагалась древняя церковь Казанской иконы Божьей Матери. В целом Почаинский овраг как природно-исторический ландшафт способствует развитию рекреационного природопользования.

Эстетическая функция. Красота и девственность природы Почаинского оврага в условиях современного сильнейшего антропогенного пресса города на территорию становятся дефицитным эстетическим ресурсом. Данная территория способна своими эстетическими качествами воздействовать на психоэмоциональную сферу человека, вызывая у посетителей положительные эмоции. Из важных эстетических свойств оврагов в целом и применительно непосредственно к Почаинскому оврагу большое значение имеет разграничение продольного пространства оврага на отдельные части, представляющие собой архитектурно замкнутые пространства – архитектурные бассейны. Структурные части оврага, поверхность склона, бровка вершинной поверхности, отдельные вершины и иное становятся элементами некого пейзажа и формируют пейзажный сюжет [9].

Формирование напряженной социальной ситуации возникло при разногласиях в принятии решений по вопросам использования территории Почаинского оврага.

Природный характер и отсутствие построек на рассматриваемой территории определили включение Почаинского оврага в планы администрации города по развитию парковых зон. За последние десятилетия был создан ряд проектов парка в Почаинском овраге, но ни один из них так и не был реализован [10]. Данный факт вызывает периодически возобновляющиеся попытки покорить естественную логику оврага – начиная от забора реки в коллектор и заканчивая проектами ликвидации оврага и строительства на его месте несколько кварталов многоэтажек, чему также способствует бесстатусность территории.

Оценка социально-экологической ситуации Почаинского оврага осуществлялась согласно сформированному алгоритму.

1. Анализ географического положения. Преимуществом географического расположения оврага является его центральное положение. При этом происходит расчленение городской территории, что не нарушает пешеходную связь между отдельными объектами центрального района города, но может затруднять транспортную связь.

2. Анализ природной основы территории (природные факторы). Природная основа территории определяет те или иные возможности ее использования. Так, наличие отложений четвертичных лессовидных и покровных суглинков обусловливает возможность возникновения оползневых процессов и суффозии. Выпоты грунтов вод, расположенных в верхней части оврага, приводят к обвалам грунта. Исходя из этого можно спрогнозировать, что застройка оврага приведет к угрозе постоянного подтопления и проблемам устойчивости строений.

3. Анализ социально-экономических особенностей. Территория оврага является довольно перспективной для дальнейшего использования. Эстетические и природные свойства Почаинского оврага позволяют развивать на его территории рекреационную деятельность, что также дает возможность сохранить экологический потенциал

данной зоны, и в дальнейшем овраг продолжит выполнять свои важнейшие функции.

4. Анализ антропогенной нагрузки. В районе расположения Почаинского оврага наблюдается существенная нехватка зеленых насаждений. Данная ситуация усугубляется интенсивными автомобильными выбросами. Тем не менее территория оврага способна справиться с антропогенными нагрузками, которые также влияют на жителей исторического района города, что ведет к возникновению сложной экологической, санитарно-гигиенической обстановки. Поддержание природного баланса и сохранение чистого воздуха возможны только при возвращении к концепции развития парковой зоны в Почаинском овраге.

5. Анализ негативных изменений в природе. Образование оврага уже является последствием негативных процессов в природе. В большинстве случаев его рассматривают с отрицательной стороны и считают нежелательным для развития территорий. Почаинский овраг – это не просто продукт эрозии, а целый природный комплекс, который образовывался в течение многих лет. Основным негативным фактором давления на территорию Почаинского оврага является антропогенное воздействие, а именно складирование мусора, засыпка одного склона, следовательно, уничтожение растительности на его месте.

6. Анализ важнейших экологических проблем. Основными проблемами, возникшими на территории расположения оврага, являются: изменение микроклимата в результате нехватки зеленых массивов, в противовес которым все больше увеличивается площадь зданий, заасфальтированных улиц; изменение природного ландшафта вследствие преобразования всех природных компонентов; загрязненность воздуха.

7. Прогнозирование развития негативных процессов. Негативные изменения на территории оврага, в его структурных элементах будут происходить в процессе антропогенных воздействий (таких как засыпка склонов, уничтожение деревьев и кустарников и т.д.), а также в связи с отсутствием комплексных мероприятий по противодействию деструктивным процессам (противоэрозионных мероприятий, ремонта коллектора и т.д.). Данные процессы могут возобновляться в разные периоды и наносить ущерб как природной, так и социальной среде.

8. Пути оптимизации сложившейся социально-экологической ситуации. В качестве путей оптимизации данной ситуации следует рассмотреть варианты использования территории Почаинского оврага и выделить наиболее перспективный. При анализе подходов развития зоны нужно проанализировать их последующие угрозы и возможности для развития территории, а также учесть плюсы и минусы проектов. К настоящему времени земли Почаинского оврага, площадь которых довольно велика, оказались пустыми и запущенными, что характерно для внутригородских территорий. Заброшенность оврага вызвала потери в экономической, социальной, административной сферах. Тем не менее благодаря пересеченному рельефу и разнообразной растительности территория обладает высокой привлекательностью и живописностью, что позволяет использовать ее в качестве ключевого элемента экологического каркаса в городской черте; она должна выполнять эстетическую функцию и играть роль места для отдыха горожан, являться неотъемлемым элементом системы озеленения в городе, так как представляет собой уникальную территорию для преобразования ее в ландшафтный парк.

Заключение

В вопросе рационального природопользования важна реабилитация зеленых зон в городской среде, которая позволяет разрешить ряд экологических проблем. Территорию Почаинского оврага можно отнести к зеленой зоне, которую следует реабилитировать, использовать в качестве места для разнообразного отдыха жителей и преобразовать в ландшафтный парк с целью сохранения его в системе природного каркаса города. К сожалению, подобная перспектива не всегда имеет поддержку, так как продолжается практика уничтожения зеленных массивов в городах, которые ликвидируются под натиском домов, магазинов, торгово-офисных центров, парковок.

Следовательно, проблема рационального природопользования и охраны окружающей среды, а также в целом экологическое состояние территории находятся в прямой зависимости от социальной сферы жизнедеятельности человека, формирующей социально-экологический комфорт, который является в настоящее время очень важным показателем уровня жизни.

Список литературы / References

1. Полищук О.Н. Управление социально-экологической ситуацией региона. Белгород: БУКЭП, 2017. 153 с.

Polishchik O.N. Managing the socio-ecological situation in the region. Belgorod: BUKEP, 2017. 153 p. (in Russian).

2. Гирусов Э.В. Социальная экология в системе современного научного знания // Философские науки. 2011. № 6. С. 65–76.

Girusov E.V. Social ecology in the system of modern scientific knowledge // Filosofskiye nauki. 2011. No. 6. P. 65–76 (in Russian).

3. Марков Ю.Г. Функциональный подход в современном научном познании. Новосибирск: Наука: Сиб. отд-ние, 1982. 255 с.

Markov Yu.G. Functional approach in modern scientific cognition. Novosibirsk: Nauka: Sib. otd-nie, 1982. 255 p. (in Russian).

4. Реймерс Н.Ф. Экология: Теории, законы, правила, принципы и гипотезы. М.: Россия молодая, 1994. 364 с.

Reimers N.F. Ecology: Theories, laws, rules, principles and hypotheses. M.: Rossiya molodaya, 1994. 364 p. (in Russian).

5. Бабаева А.В., Крашенинников А.А. Антропологическое измерение пространства современного города // Вестник Мининского университета. 2019. Т. 7. № 2. С. 14.

Babaeva A.V., Krasheninnikov A.A. Anthropological dimension of the space of a modern city // Vestnik Mininskogo universiteta. 2019. Vol. 7. No. 2. P. 14 (in Russian).

6. Ситаров В.А. Социальная экология. Учебник для бакалавров. Для студентов высших педагогических учебных заведений. М.: Юрайт, 2013. 517 с.

Sitarov V.A. Social ecology. Textbook for bachelors. For students of higher pedagogical educational institutions. M.: Urait, 2013. 517 p. (in Russian).

7. Кочуров Б.И., Бучацкая Н.В. Оценка эстетического потенциала ландшафтов // Юг России: экология, развитие. 2007. Т. 2. № 4. С. 25–33.

Kochurov B.I., Buchatskaya N.V. Assessment of the aesthetic potential of landscapes // Yug Rossii: ekologiya, razvitiye. 2007. Vol. 2. No. 4. P. 25–33 (in Russian).

8. Сенющенкова И.М. Теория формирования и методы развития урболандшафтов на овражно-балочном рельефе: для строительства: автореф. дис. ... докт. тех. наук. Москва, 2011. 40 с.

Senyushenkova I.M. Theory of formation and methods of development of urban landscapes on gully-beam relief: for construction: avtoref. dis. ... dokt. tekh. nauk. Moskva, 2011. 40 p. (in Russian).

9. Блинова Ю.М., Бредихин А.В. Роль оценки рекреационно-геоморфологического потенциала природных памятников в ресурсной структуре территории // Проблемы региональной экологии. 2012. № 5. С. 83–88.

Blinova Yu.M., Bredikhin A.V. the Role of assessing the recreational and geomorphological potential of natural monuments in the resource structure of the territory // Problemy regional'noy ekologii. 2012. No. 5. P. 83–88 (in Russian).

10. Фуфаева И. Пусть будет парк в центре города // Берегиня. 2017. № (290) 05. С. 3.

Fufaeva I. Let there be a Park in the center of the city // Bereginya. 2017. No. (290) 05. P. 3 (in Russian).

УДК 528:338.43:004.9(470.345)

ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УПРАВЛЕНИИ АГРОПРОМЫШЛЕННЫМ КОМПЛЕКСОМ РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ

[1]Беляева А.В., [1]Тесленок С.А., [2]Печнов В.И.

[1]ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева», Саранск, e-mail: teslenok-sa@mail.ru;

[2]Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Мордовия (Геоаналитический центр управления АПК Республики Мордовия), Саранск

Высокая устойчивая продуктивность сельского хозяйства (прежде всего земледелия) возможна на основе комплексного учета агрохимических и агроэкологических факторов формирования урожая соответствующих уровня и качества, при недопущении процессов экологической деградации земель, что дает выход на управление земельными ресурсами и агропромышленными комплексами (АПК) разных уровней. При этом важна роль геоанализа с использованием геоинформационных технологий и сервисов получения и обработки данных дистанционного зондирования (ДДЗ). В статье представлены результаты выявления и анализа опыта и перспектив использования инновационных технологий и пространственных геоданных в управлении АПК Республики Мордовия. Прежде всего, это возможности специализированного веб-сервиса Геоаналитического центра управления АПК республики, включающего данные отчетов хозяйствующих субъектов АПК, дополнительную пространственную информацию, информационные ресурсы республиканской агрохимслужбы и др. Главные решаемые с его помощью задачи – управление и мониторинг АПК Мордовии. Имеется возможность получения обновляемых ДДЗ и другой геопространственной информации и работы с их архивами. Использование космоснимков обеспечивает мониторинг каждого поля и отслеживание всех происходящих изменений, включая определение вегетационных индексов NDVI. Наиболее важные характеристики, получаемые с цифровых карт полей: их идентификационные данные, общие площади и площади возделываемых культур, характеристики почв и содержание в них макро- и микроэлементов и др. Результаты применения инновационных технологий при организации и ведении сельскохозяйственного мониторинга и в управлении АПК могут использоваться для оперативного анализа состояния разнообразных параметров полей, определения состава, объемов и мест внесения удобрений, проведения агротехнических мероприятий и операций и др.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, управление, новые технологии, инновации, геоинформационные технологии, информационные сервисы, данные дистанционного зондирования, Республика Мордовия

EXPERIENCE AND PROSPECTS OF USING NEW TECHNOLOGIES IN THE MANAGEMENT OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX OF THE REPUBLIC OF MORDOVIA

[1]Belyaeva A.V., [1]Teslenok S.A., [2]Pechnov V.I.

[1]National Research Ogarev Mordovia State University, Saransk, e-mail: teslenok-sa@mail.ru;

[2]Ministry of Agriculture and Food of the Republic of Mordovia (Geoanalytical Centre of the Republic of Mordovia), Saransk

High sustainable agricultural productivity (primarily agriculture) is possible on the basis of a comprehensive account of agrochemical and agroecological factors of crop formation of the appropriate level and quality, while avoiding the processes of environmental degradation of land, which gives access to the management of land resources and agro-industrial complexes (agribusiness) at different levels. At the same time, the role of geo-analysis using geoinformation technologies and services for receiving and processing remote sensing data is important. The article presents the results of identifying and analyzing the experience and prospects of using innovative technologies and spatial GEODATA in the management of the agro-industrial complex of the Republic of Mordovia. First, the capabilities of a specialized web service geo-analytic center of the Department of agriculture of the Republic, including data reports of business entities Agro-industrial complex, additional spatial information, information resources of the Republican Agrochemical service etc. The main tasks to be solved with its help are management and monitoring of the Republic's agro-industrial complex. It is possible to obtain updated remote sensing data and other geospatial information and work with their archives. The use of composites provides monitoring of each field and tracking all changes that occur, including the determination of vegetation indices NDVI. The most important characteristics obtained from digital maps of fields are their identification data, total areas and areas of cultivated crops, soil characteristics and the content of macro- and microelements in them, etc. The results of the application of innovative technologies in the organization and conduct of agricultural monitoring and control Agro-industrial complex, can be used for the operational analysis of the state of a variety of field settings, composition, volumes and locations of fertilizer application, land treatment and operations.

Keywords: agro-industrial complex, management, new technologies, innovations, geoinformation technologies, information services, remote sensing data, Republic of Mordovia

Высокий и устойчивый уровень продуктивности современного сельского хозяйства (прежде всего земледелия) возможен лишь на основе комплексного учета всех агрохимических и агроэкологических факторов, необходимых для нормального роста

и развития растений, формирования урожая соответствующих уровня и качества, при недопущении процессов экологической деградации земель. В конечном счете этим обеспечивается непосредственный выход на управление земельными ресурсами разных территориальных уровней. При этом управление понимается как совокупность функций сложно организованной системы, направленной на рациональное использование ресурсов в целях обеспечения эффективного функционирования [1, 2]. Важную роль играет геопространственный анализ с использованием геоинформационных технологий и сервисов получения и обработки данных дистанционного зондирования (преимущественно отечественных), в значительной степени снижающих финансовую нагрузку на деятельность хозяйствующих субъектов агропромышленного комплекса (АПК) по организации и ведению сельскохозяйственного мониторинга и управлению земельными ресурсами [1, 2].

Повышение эффективности управления земельными ресурсами является одной из основных задач в концепции развития агропромышленного комплекса (АПК) Российской Федерации [3]. Внедрение геоинформационных технологий, использование облачных вычислительных сред позволяют ускорить цифровую трансформацию сельского хозяйства, снижая при этом финансовую нагрузку на деятельность сельхозпроизводителей по организации и ведению сельскохозяйственного мониторинга и управлению земельными ресурсами [2, 3].

Целью исследования является выявление и анализ существующего опыта и перспектив использования новых технологий и пространственных геоданных в управлении АПК Республики Мордовия.

Материалы и методы исследования

В настоящее время на территории Российской Федерации в целом и Республики Мордовия в частности накоплен определенный практический опыт использования новых технологий и пространственных геоданных в управлении АПК. Важными факторами, способствующими инновационному развитию в целом, являются процессы глобализации политики, экономики, техники и технологий; рост зависимости отраслей экономики от современного уровня знаний; форсирование темпов научно-технического прогресса; увеличение доли и роли высококвалифицированных специалистов; тенденции динамичного развития информационно-коммуникационных технологий, глобальных коммуникаций и формирование информационного общества [4].

Результаты исследования и их обсуждение

Прежде всего, это возможности специализированного веб-сервиса, базирующегося на архитектуре и функциях «ГеоС. Объекты на карте» и используемого в работе Геоаналитического центра управления АПК республики [5]. Важным его достоинством является то, что он включает данные различных отчетов всех хозяйствующих субъектов АПК Мордовии (в первую очередь сельскохозяйственные данные согласно форме 4-сх – статистике по посевным площадям, где представлена вся имеющаяся информация по каждому из имеющихся полей), дополнительно подгружаемую разнообразную пространственную (прежде всего картографическую и дистанционную) информацию – сервисов Яндекс.Карты, OpenStreetMaps, моделей SRTM и создание на их базе цифровых моделей рельефа и др.), информационные ресурсы республиканской агрохимслужбы и др. Веб-сервис ориентирован на специалистов Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Мордовия, аграриев широкого профиля, управленческие и научные кадры. Главные решаемые с его помощью задачи в настоящее время – управление и мониторинг АПК в части оценки состояния посевов возделываемых культур и прогнозирования их урожайности.

Веб-сервис обеспечивает доступ к данным информационной системы коллективного пользования. Архитектурно включает три сервера, расположенных в DATA-центре г. Саранска. Один из них отвечает за программное обеспечение и проработку данных на платформе «1С: Предприятие», на двух других организован весь комплекс работ с базами данных, включающими статистическую и пространственную информацию по всем предварительно проанализированным «вручную» обрабатываемым 33670 полям сельскохозяйственных предприятий муниципальных районов Мордовии. Данный веб-сервис интегрирует пространственные и картографические данные и сведения различных информационных баз, ведущихся Министерством сельского хозяйства и продовольствия Республики Мордовия, Росреестром, сервисом ВЕГА. Последний позиционируется его разработчиками как уникальный инструмент на-

учного анализа данных спутниковых наблюдений. Это информационный сервис для профессиональной работы с архивами спутниковых данных, обновляемыми в режиме, близком к режиму реального времени, а также другой геопространственной информацией. Он обеспечивает решение широкого круга задач оценки и мониторинга возобновляемых биологических ресурсов, относящихся, прежде всего, к сфере интересов АПК, лесного хозяйства и лесной промышленности [6].

В основу электронных карт сельскохозяйственных угодий и истории полей севооборота положены экспликации агрохимслужбы республики начиная с 1990 г. и до настоящего времени. Эти материалы откорректированы по данным дистанционного зондирования, представленным космическими снимками спутников серий Landsat-7, Landsat-8 и Sentinel-2 (последние более предпочтительны, поскольку имеют пространственное разрешение до 10 м и маску облаков, позволяющую снимать «шум», вызванный наличием облачности, дымки, теней и прочими помехами), сенсора MODIS на космических аппаратах Terra и Aqua (с разрешением от 250 м до 1 км) [6, 7]. Использование космоснимков позволяет вести мониторинг каждого конкретного поля начиная с 2014 г. Периодичность обновления составляет 3 дня (снимки Sentinel-2 позволяют устанавливать фазы развития отдельных сельскохозяйственных культур), 16 дней (снимки Landsat-7 и Landsat-8 дают возможность выявлять состояние растительности и условия произрастания возделываемых сельскохозяйственных культур) и конкретных запросов по сезонам (снимки MODIS позволяют определять температуру подстилающей поверхности, физико-механические и физико-электрические параметры снежного покрова, состояние выращиваемых культур в весенний период после возобновления вегетации) [8, 9].

Инструментарий анализа спутниковых данных включает, прежде всего, классификацию геоизображений, их сегментацию, синтез и др. При этом преимуществом специализированного веб-сервиса является то, что пользователи не нуждаются в установке на свои компьютеры специального дорогостоящего программного обеспечения, необходимого для проведения полноценного анализа спутниковой информации. Таким образом, появляется реальная возможность отслеживания всех происходящих в пределах полей севооборотов изменений, включая определение разнообразных вегетационных индексов.

Наиболее важными характеристиками полей являются их идентификационные данные, общие площади, площади посева возделываемых культур, характеристики почвенного покрова, содержание в почвах макро- и микроэлементов [1] и др. – позволяющие осуществлять инвентаризацию, вести учет и контроль фактических площадей возделываемых сельскохозяйственных культур, выявлять нарушения землепользования и ухудшение качества почв [10] или использование земель сельскохозяйственного назначения с нарушениями законодательства [11] (рис. 1). При этом выявляется ряд проблем, связанных с точностью определения границ по космоснимкам, имеющим невысокое пространственное разрешение и с низкой достоверностью кадастровых данных, предоставляемых сервисом «Публичная кадастровая карта» Росреестра.

На этой основе возможно создание электронного севооборота (рис. 2).

Кроме того, могут быть получены разнообразные тематические электронные карты, включая картограммы отдельных агрохимических показателей [1] (рис. 3).

Важную роль играет ежедневный накопительный мониторинг важнейших агрометеорологических показателей, обеспечивающих определение оптимальных сроков осуществления агротехнических мероприятий. Это такие показатели, влияющие на продуктивность возделываемых сельскохозяйственных культур, как характеристики освещенности, температура и влажность почвы, количество выпавших атмосферных осадков, мощности снегового покрова, направление и скорость ветра, различные вегетационные индексы и др. [12]. Мониторинг агрометеорологических показателей осуществляется на разных территориальных уровнях: от отдельного поля до территории республики в целом (рис. 4).

На основе этих данных возможен анализ состояния сельскохозяйственной растительности по вегетативному индексу NDVI, а также хода текущего сезона вегетации (в том числе в сравнении с многолетними данными) (рис. 5).

И, наконец, для осуществления функций управления АПК республики представляют интерес материалы геоинформационного картографирования [1, 2, 10], визуализирующие особенности территориальной организации отраслей АПК.

Рис. 1. Информация, получаемая из базы данных цифровой карты полей

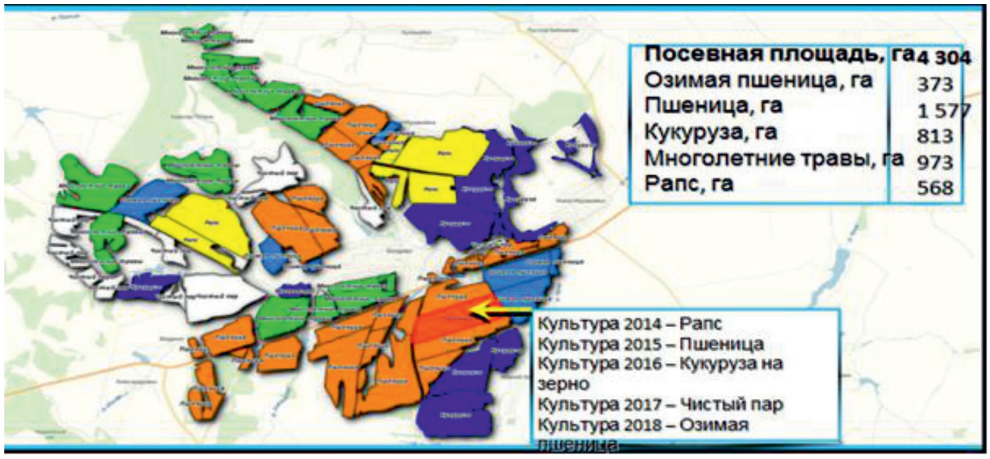


Рис. 2. Реализация электронного севооборота на основе базы данных цифровой карты полей

Рис. 3. Картограммы отдельных агрохимических показателей, полученные на основе базы данных цифровой карты полей

Рис. 4. Мониторинг важнейших агрометеорологических показателей на разных территориальных уровнях

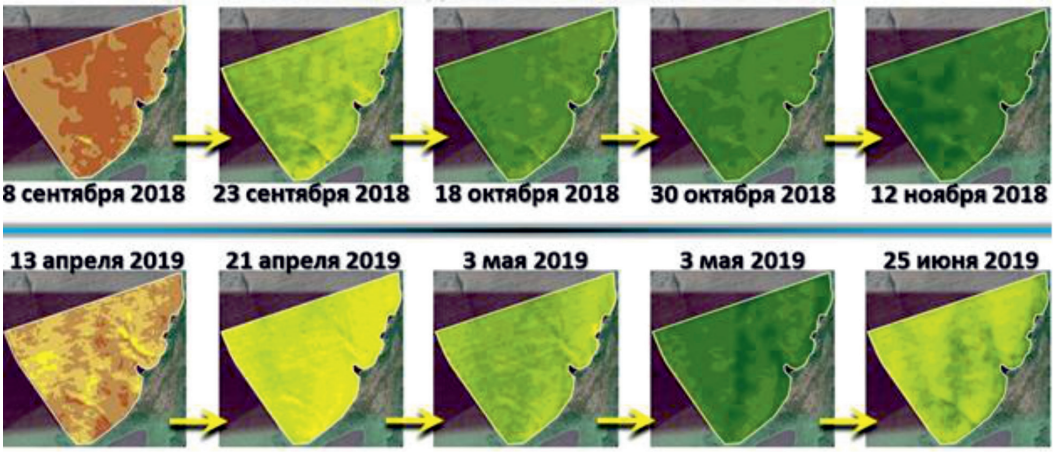


Рис. 5. Отслеживание динамики роста культур на примере озимой пшеницы

Имеет веб-сервис и хорошие перспективы: точное (прецизионное) земледелие (внедрение которого в условиях республики ограничивается в первую очередь недостатком финансовых средств на приобретение и внедрение соответствующей «умной» техники), его перевод в разряд мобильных приложений для обеспечения мобильности использования, более наглядного и оперативного получения, просмотра и анализа данных непосредственно в поле, организация на основе приложения личного кабинета специалиста, справочников, отчетов, аналитики, мониторинга и др. Важную роль призваны сыграть организация и осуществление комплекса мероприятий по разработке тестового поля с целью отработки методик дифференцированного внесения удобрений, практически реализуемая на базе АО «Медаевское». На основе специализированного веб-сервиса планируется расширение сотрудничества с научными и исследовательскими организациями, их сотрудниками и аграриями-практиками с целью улучшения качества работы сервиса, совершенствования методик обработки снимков в системе регионального мониторинга для оценки состояния посевов сельхозкультур и выявления пахотных земель. Дальнейшее его существование тесно коррелирует с развитием и практической реализацией ряда перспективных инновационных концепций в связи с выходом на этап технологического развития «Сельское хозяйство 4.0» [13].

Заключение

Результаты анализа опыта применения инновационных технологий при организации и ведении сельскохозяйственного мониторинга, а также в управлении АПК могут быть использованы в первую очередь

для оперативного анализа состояния разнообразных параметров каждого поля, определения качественного и количественного состава и объемов вносимых удобрений и мест их применения, агротехнических мероприятий и операций. Создание инновационно-технологического комплекса по мониторингу земель сельскохозяйственного назначения в Республике Мордовия – одном из субъектов РФ по внедрению пилотных проектов цифрового обеспечения сельского хозяйства – способствует научно-технологическому развитию управления земельными ресурсами разных территориальных уровней [1, 2, 14].

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-05-00066.

Список литературы / References

1. Алферина А.В., Ткачёва А.Ю., Тесленок С.А. Карты агрохимических показателей как основа управления земельными ресурсами (на примере Рузаевского района Республики Мордовия) // Актуальные проблемы науки и образования в области естественных и сельскохозяйственных наук: материалы международ. науч.-практич. конф. (Петропавловск, 21 февраля 2020 г.): в 3-х т. Петропавловск: СКГУ им. М. Козыбаева, 2020. С. 109–114.

Alferina A.V., Tkacheva A.Yu., Teslenok S.A. Maps of agrochemical indicators as a basis for land management (on the example of Ruzaevsky district of the Republic of Mordovia) // Aktual'nye problemy nauki i obrazovanija v oblasti estestvennyh i sel'skohozjajstvennyh nauk: materialy mezhdunarod. nauch.-praktich. konf. (Petropavlovsk, 21 fevralya 2020 g.): v 3-h t. Petropavlovsk: SKGU im. M. Kozybaeva, 2020. P. 109–114 (in Russian).

2. Тесленок К.С. Возможности геоинформационных систем в управлении инновациями, ресурсами и природопользованием // Вестник Казахского университета экономики, финансов и международной торговли. 2014. № 3. С. 135–138.

Teslenok K.S. Geographic information systems in the management of innovation, resources and environmental management // Vestnik Kazahskogo universiteta jekonomiki, finansov i mezhdunarodnoj torgovli. 2014. № 3. P. 135–138 (in Russian).

3. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 25.09.2007 г. № 342 «О концепции развития аграрной науки и научного обеспечения АПК России до 2025 года». [Электронный ресурс]. URL: http://www.innovbusiness.ru (дата обращения: 14.01.2021).

The order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation from 25/09/2007 of No. 342 «Concept of development of agricultural science and scientific support of the agro-industrial complex of Russia until 2025». [Electronic resource]. URL: http://www.innovbusiness.ru (date of access: 14.01.2021) (in Russian).

4. Сергеев В.А., Бабкина Е.В. Тройная спираль инновационного развития: опыт США и Европы, возможности для России // Инновации. 2011. № 12. С. 68–78.

Sergeev V.A., Babkina E.V. The triple helix of innovation development: the experience of the USA and Europe, opportunities for Russia // Innovacii. 2011. № 12. P. 68–78 (in Russian).

5. Сайт системы АГРО ГИС. [Электронный ресурс]. URL: http://agrogis.e-mordovia.ru/gis/ru_RU (дата обращения: 14.01.2021).

AGRO GIS system website. [Electronic resource]. URL: http://agrogis.e-mordovia.ru/gis/ru_RU (date of access: 14.01.2021).

6. Сервис Вега. Спутниковый сервис анализа вегетации. [Электронный ресурс]. URL: http://dev.vega.smislab.ru (дата обращения: 14.01.2021).

VEGA Service. Vegetation analysis satellite service. [Electronic resource]. URL: http://dev.vega.smislab.ru (date of access: 14.01.2021).

7. Толпин В.А., Лупян Е.А., Барталев С.А., Плотников Д.Е., Матвеев А.М. Возможности анализа состояния сельскохозяйственной растительности с использованием спутникового сервиса «ВЕГА» // Оптика атмосферы и океана. 2014. № 27 (7). С. 581–586.

Tolpin V.A., Loupian E.A., Baratalev S.A., Plotnikov D.E., Matveev A.M. Possibilities of agricultural vegetation condition analysis with the «VEGA» satellite service // Optika atmosfery i okeana. 2014. № 27 (7). P. 581–586 (in Russian).

8. Рогачев А.Ф. Методические подходы к получению и обработке данных дистанционного зондирования для обоснования мелиоративных мероприятий // Известия. 2018. № 4 (52).

Rogachev A.F. Methodological approaches to obtaining and processing remote sensing data to substantiate reclamation measures // Izvestija. 2018. № 4 (52) (in Russian).

9. Михайлов С.И. Применение данных дистанционного зондирования Земли для решения задач в области сельскохозяйственного производства // Земля из космоса. Наиболее эффективные решения. Вып. 9. Весна 2011. С. 17–23.

Mikhailov S.I. Application of remote sensing data Lands for solving problems in the field of agricultural production // Zemlja iz kosmosa. Naibolee jeffektivnye reshenija. Issue. 9. Spring 2011. P. 17–23 (in Russian).

10. Беляева А.В. Обновление фонда данных о состоянии и использовании земель Республики Мордовия // Научное обозрение. Международный научно-практический журнал. 2020. № 2. [Электронный ресурс]. URL: https://srjournal.ru/wpcontent/uploads/2020/04/ID225. pdf (дата обращения: 14.01.2021).

Belyaeva A.V. Updating the Database on te Status and Land Use in the Republic of Mordovia // Nauchnoe obozrenie. Mezhdunarodnyj nauchno-prakticheskij zhurnal. 2020. № 2. [Electronic resource]. URL: https://srjournal.ru/wp-content/uploads/2020/04/ID225.pdf (date of access: 14.01.2021) (in Russian).

11. Федеральный закон от 24.07.2002 № 101-ФЗ (ред. от 06.06.2019) «Об обороте земель сельскохозяйственного назначения». [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_37816/2b2c4472c2ae9d05ef211d956c6810af49989f79/ (дата обращения: 14.01.2021).

Federal Law of 24.07.2002 No. 101-FZ (as amended on 06/06/2019) «On the turnover of agricultural land». [Electronic resource]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons _doc_LAW_37816/2b2c4472c2ae9d05ef211d956c6810af49989f79/ (date of access: 14.01.2021) (in Russian).

12. Савин И.Ю., Лупян Е.А., Барталев С.А. Оперативный спутниковый мониторинг состояния посевов сельскохозяйственных культур в России // Геоматика. 2011. № 2. С. 69–76.

Savin I.Yu., Lupyan E.A., Bartalev S.A. Operational satellite monitoring of the state of agricultural crops in Russia // Geomatika. 2011. № 2. P. 69–76 (in Russian).

13. Орлова Н.В., Серова Е.В., Николаев Д.В и др. Инновационное развитие агропромышленного комплекса в России. Agriculture 4.0 // Докл. к XXI Апр. междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества / Под ред. Н.В. Орловой. М.: Изд. дом Высшей школы экономики. 2020. 128 с. [Электронный ресурс]. URL: https://conf.hse.ru/mirror/pubs/share/361056435.pdf (дата обращения: 14.01.2021).

Orlova N.V., Serova E.V., Nikolaev D.V. And others. Innovative development of the agro-industrial complex in Russia. Agriculture 4.0 // Dokl. k XXI Apr. mezhdunar. nauch. konf. po problemam razvitija jekonomiki i obshhestva / Pod red. N.V. Orlova. M.: Izd. dom Vysshej shkoly jekonomiki, 2020. [Electronic resource]. URL: https://conf.hse.ru/mirror/pubs/share/361056435.pdf (date of access: 14.01.2021) (in Russian).

14. Носонов А.М. Факторы формирования предпринимательских университетов в России // Современные проблемы науки и образования. 2020. № 4. [Электронный ресурс]. URL: http://science-education.ru/ru/article/view?id=29978 (дата обращения: 14.01.2021).

Nosonov A.M. Factors of the formation of entrepreneurial universities in Russia // Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya. 2020. № 4. [Electronic resource]. URL: http://science-education.ru/ru/article/view?id=29978 (date of access: 14.01.2021) (in Russian).

УДК 911.53:81'373.215:913(470.61)

К ВОПРОСУ О КЛАССИФИКАЦИИ ГИДРОНИМОВ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Бессмертный И.В., Меринова Ю.Ю., Петров В.В.

ФГБОУ ВО «Южный федеральный университет», Ростов-на-Дону, e-mail: bessmertny74@gmail.com

В настоящее время ономастика в целом и ее отрасль топонимика – наука, изучающая географические названия, переживают некоторый подъём. Изучение топонимов – междисциплинарное направление, которым занимаются представители различных отраслей научного знания: филологии, этнографии, истории, географии, социологии, литературоведения и др. Исследованиям этимологии географических понятий и объектов в Ростовской области в большей степени посвящены работы лингвистов и историков, в то время как географы в меньшей степени вовлечены в данный процесс, несмотря на широкое пространство для деятельности. Авторы представленного исследования, основываясь на топонимических изысканиях специалистов различных отраслей науки, приводят классификацию гидронимов Нижнего Дона через изучение пространственных особенностей их распределения. В качестве методологической основы работы использовались этимологический и семантический методы, методы сравнительного анализа и зонирование территории. В процессе исследования была собрана и проанализирована широкая база гидронимов Ростовской области (свыше 350 наименований водных объектов рассматриваемой территории). Результатом работы стала семантическая классификация гидронимов рассматриваемой территории. Данная классификация основана на лингвистических закономерностях образования и развития географического названия как единицы языковой системы с учётом пространственной компоненты исследования. По мнению авторов, классификация имеет потенциал для дальнейшего развития и уточнения дополнительных подкатегорий. Она может использоваться как географами в качестве вспомогательного инструмента для изучения истории развития и освоения регионов, культурного ландшафта территории, взаимосвязей между природными и социальными процессами, так и специалистами смежных направлений, занимающихся изучением топонимов.

Ключевые слова: топонимия, классификация топонимов, семантика, этимология топонимов, славянские гидронимы, калмыцкие гидронимы, Нижний Дон, Ростовская область

TO THE ISSUE OF LOWER DON HYDRONYMS CLASSIFICATION

Bessmertnyy I.V., Merinova Yu.Yu., Petrov V.V.

Southern Federal University, Rostov-on-Don, e-mail: bessmertny74@gmail.com

Currently, onomastics in general and its branch – toponymy (the science that studies geographical names) are experiencing some growth. The study of toponyms is an interdisciplinary field that involves representatives of various branches of scientific knowledge: philology, ethnography, history, geography, sociology, literary studies, etc. Studies of etymology of geographical concepts and objects in the Rostov region are mostly devoted to the work of linguists and historians, while geographers are less involved in this process. The authors of the presented study, based on toponymic research of specialists in various branches of science, give a classification of the hydronyms of the Lower Don, through the study of the spatial features of their distribution. A methodological basis for the work includes etymological and semantic methods, methods of comparative analysis and zoning of the territory. The authors collected and analyzed a wide database of hydronyms of the Rostov region (over 350 names of water bodies in the territory under consideration). The result of this work is a semantic classification of hydronyms. This classification is based on the linguistic regularities of the formation and development of a geographical name as a unit of the language system, taking into account the spatial component of the study. According to the authors, the classification has the potential for further development and refinement of additional subcategories. It can be used both by geographers for studying the history and development of regions, the cultural landscape, the relationship between natural and social processes, and by specialists in related fields dealing with the study of toponyms.

Keywords: toponyms, classification of toponyms, semantics, etymology of toponyms, Slavic hydronyms, Kalmyk hydronyms, Lower Don, Rostov Region

В последние десятилетия в системе гуманитарного знания определенный научный подъём переживает ономастика – научная дисциплина, изучающая имена собственные. В своих исследованиях А.В. Суперанская небезосновательно указывает, что ономастика, находящаяся на стыке научных направлений, характеризуется чрезвычайной междисциплинарностью и комплексностью предмета исследования, специфика которого «состоит в том, что, лингвистический в своей основе, он включает также этнографический, исторический, географический, социологический, литературоведческий компоненты» [1].

Среди направлений ономастики наибольший интерес для исследователя-географа представляет топонимика, предметом изучения которой являются происхождение, развитие, современное состояние, этимология, написание и произношение географических названий – топонимов. Являясь неотъемлемой частью системы языка, географические названия формируются, жи-

вут и развиваются по её лингвистическим закономерностям, однако не стоит недооценивать влияние географических и социокультурных факторов на процесс топонимизации. Можно сказать, что топонимический спектр является лингвистическим отражением в контексте исторического развития социоприродной системы своей местности. Как отмечает М.В. Голомидова, топонимы, в отличие от других онимов, отличаются «триединством» и имеют специфические семантические функции: именование – индивидуализирующее называние; локация – указание на место и индексация – выделение частного из ряда однотипных объектов [2].

Учитывая особенные семантические функции топонимов, особую актуальность приобретает их исследование в контексте культурной и гуманистической географии, ибо, как утверждает С.Н. Басик, сама дефиниция термина – «имя места» дает отсылку к географическому пространству и месту – ключевым понятиям географии культуры [1–3]. Изначально в гуманистической географии определение места производится через визуальность, однако позднее понятие расширилось и теперь место определяется следующим образом: «…это не только единица, объясняемая в поле содержащего ее пространства, это также и реальность, объясняемая и понимаемая с позиции людей, которые и наделили его значением». Как пишет И-Фу Туан, «пространство трансформируется в место, как только получает определение и значение» [4], следовательно, место конструируется человеком посредством означивания или, говоря топонимическим языком, номинации.

Гидронимы, как наиболее древние и часто этимологически непрозрачные топонимы, представляют наибольший интерес для авторов. Гидронимы обладают необычайным языковым и этимологическим разнообразием и предоставляют информацию для исторической географии, реконструирующей природные условия прошлого. Также и для гуманистической и критической географии, изучающей взаимосвязи между процессами в окружающей среде и общественными практиками, понимание этимологии, классификации и процесса топонимизации может предоставить дополнительные возможности для анализа текущих социоприродных процессов.

Целью данной работы является представление классификации гидронимов Ростовской области на основе их семантики.

В качестве объекта исследования в работе рассматривается часть Нижнего Дона, проходящего по территории Ростовской области. Область, расположенная на юге России, граничит с Краснодарским и Ставропольским краями, республикой Калмыкия, Волгоградской и Воронежской областями, а также с Донецкой и Луганской областями Украины. Рассматриваемый регион имеет достаточно насыщенную историю освоения, в разные исторические эпохи он заселялся различными народами и культурами, большое количество этносов, мигрируя, пересекало его территорию, что определило существенное многообразие топонимов, сохранившихся и по сей день на его территории.

Материалы и методы исследования

Исследование выполнено на основании картографических (Google Maps, Bing Maps, Яндекс Карты) материалов и фондовых источников, посвященных географической номенклатуре. В процессе работы была собрана база гидронимов Ростовской области. С помощью этимологического и семантического анализа была произведена классификация исследуемых гидронимов, проведена статистическая обработка полученного распределения.

Первичный сбор информации заключался в работе с интерактивными картами, печатными атласами и фондовыми краеведческими источниками. В результате была собрана база гидронимов, включающая в себя 369 наименований водных объектов.

Результаты исследования и их обсуждение

Длительная и сложная история освоения современной Ростовской области обусловила большое разнообразие её топонимии. В целом на территории Дона можно выделить три основных топонимических пласта: славянский, тюркский и калмыцкий. Основной топонимический фон региона – славянский, однако среди гидронимов основными являются славянский и калмыцкий пласты, в то время как тюркские гидронимы представлены единичными наименованиями. Доля названий калмыцкого происхождения в гидронимии, как самой консервативной части топонимии, будет выше, нежели в других ее частях.

Для рассмотрения различных лексико-семантических групп гидронимов необходима их классификация. Однако на данный момент в научном сообществе нет единой

универсальной и общепризнанной классификации, а попытки её создания вызывают много противоречий и являются весьма дискуссионными. Как писал профессор В.А. Жучкевич, «…в идеальной форме единая классификация должна отвечать на три ключевых вопроса: что называется, какие объекты; каким образом называется, на каком языке и какими средствами языка; почему называется, в чём смысл названий. Это отражает интегральность топонимики как науки – ответ на первый вопрос принадлежит географии, на второй – лингвистике, на третий – топонимике как таковой».

Хотя и не существует универсальной классификации топонимов, разработан ряд отраслевых классификаций, от которых авторы отталкивались в процессе исследования. Впервые принцип классификации топонимов по лексико-семантическому принципу был применен в 1924 г. русским географом В.П. Семеновым-Тянь-Шанским, который разделил географические названия на семь классов: от языческого культа; от личных имен и прозвищ; от исторических имен; от церковных праздников; от предметов, составляющих типичный географический пейзаж местности; от древних племен; присвоенные в честь различных событий.

В 1939 г. советский славист А.М. Селищев в своей работе «Из старой и новой топонимии» выделяет топонимы антропонимического происхождения, этнического происхождения, названия по именам церквей, топонимы, выражающие социально-имущественные и сословные признаки. Большая группа топонимов отражает особенности ландшафта, природные особенности местности, растительность и животный мир [5].

Вопрос классификации топонимов рассматривался и через призму исторической науки. Польские историки Тадеуш Войцеховский и Франчишек Буйяк, основываясь на значениях географических названий, выделили пять топонимических классов: отображающие топографические особенности местности; патронимические, первоначально обозначающие группу людей, подданных или потомков человека от имени которого происходило данное название; притяжательные, означающие собственность человека, от имени которого был образован топоним; служебные, отображающие феодальные повинности проживающего на определенной местности населения; родовые топонимы, изначально являвшиеся собирательными названиями семьи или рода, а затем перенесенные на место проживания. Выдающийся славист и полонист Витольд Ташицкий внес изменения в классификацию Т. Войцеховского и Ф. Буйяка, предложив дифференцировать географические названия на топографические, притяжательные, культурные, этнические и уменьшительные [6].

Интересной представляется классификация географических названий американского топонимиста Дж.Р. Стюарта, предложившего разделить топонимы на следующие классы: притяжательные, мемориальные, искусственные, ошибочные, рекомендательные, перенесенные, народно-этимологические, ассоциативные, описательные, связанные с происшествиями.

Важной вехой в истории отечественной топонимики стала разработка семантической классификации географических названий В.А. Жучкевичем, который предложил дифференцировать топонимы на несколько крупных категорий, включающих уточняющие подкатегории [5]:

1. Отражающие природные условия и процессы (гидронимические, оронимические, почвенно-грунтовые топонимы, фитотопонимы, зоотопонимы, погодно-климатические топонимы).
2. Связанные с человеком и его деятельностью (антропотопонимы, торгово-транспортные, мемориальные, религиозно-культовые, производственные, этнотопонимы).
3. Топонимы типов поселений.
4. Топонимы-мигранты.
5. Другие, не поддающиеся объяснению или классификации.

Также заметной является классификация угорских гидронимов С.Н. Сорокиной, которая дифференцировала названия водных объектов на три большие группы: гидронимы, отражающие физико-географические свойства объекта; гидронимы, отражающие особенности окружающей его среды; гидронимы, связанные с жизнедеятельностью его населения. В свою очередь первая группа подразделяется на гидронимы, отражающие существо реалии гидрографического объекта; гидронимы, отражающие свойства и качества объекта (качество воды и характер течения, форма объекта, глубина и размер, характеристика дна, особенности рельефа и ландшафта, гидронимы, выражающие эмоциональную оценку, содержащие цветовые обозначения); гидронимы, отражающие связь объекта с другими объектами. Ко второй группе относят, в частности, гидронимы, названия которых произошли от окружающей флоры и фауны.

К последней группе С.Н. Сорокина относит географические названия в состав которых входят антропонимы, этнонимы, названия, включающие в себя отсылку к духовной культуре и религиозным верованиям [7].

Для предлагаемого исследования наибольшую актуальность представляют классификация В.А. Жучкевича, классификация гидронимов С.Н. Сорокиной и классическая классификация А.М. Селищева. В этой связи за основу классификации гидронимов Ростовской области авторы берут вышеупомянутые разработки с некоторыми изменениями и дополнениями, внесенными исходя из топонимических реалий рассматриваемой территории. Вследствие вышесказанного авторы предлагают к рассмотрению следующую семантическую классификацию гидронимов Нижнего Дона (таблица).

Из представленной таблицы можно увидеть, что самым многочисленными наименованиями водных объектов Ростовской области являются гидронимы, отражающие свойства и качества объекта (34,1% от общего числа), при этом крупнейшим подклассом являются топонимы, характеризующие глубину и размер объекта (8,5%). Несмотря на консерватизм гидронимии, вторым по распространённости классом являются гидронимы, отражающие жизнедеятельность человека (22,8%), а наиболее многочисленным подклассом – антропонимические гидронимы (13,5%). Наименее представлены гидронимы, содержащие в своем составе числительное, таковых насчитывается 1,6%.

Во всех выделенных топонимических классах преобладают этимологически прозрачные гидронимы славянского происхождения (Сергеевка, Монастырское, Безымянное и т.д.), однако название крупнейшего водного объекта региона, реки Дон, этимологически непрозрачно. Это слово встречается уже в древнеиранском в форме *dānu* «капель, роса», русское же название произошло непосредственно от скифо-сартматского слова *dānu* (вода, река). [8] Представленное распределение можно охарактеризовать как закономерное, учитывая относительно недавнее в историческом контексте заселение территории Нижнего Дона казаками (начиная с конца XV в.), русскими и другими славянскими народами, которые и давали названия водным объектам в местах своего расселения, многие из которых были антропонимическими или связанными с видами человеческой деятельности или реалиями повседневной жизни.

Тюркские гидронимы на исследуемой территории имеют только единичные случаи упоминания – Егорлык (тюрк. ручей), Аксай (тюрк. белое русло), Цимлянское вдхр. (от тюрк. чим – водоросли, тина), Кагальник (тюрк. поросший осокой) и ряд других более мелких объектов [8].

Наибольший интерес, по мнению авторов, представляет автохтонная калмыцкая гидронимия рассматриваемой территории. Именно калмыцкие географические названия могут дать представление о природных условиях прошлого и будут особенно ценны для исторической географии. Ещё в XVII в. отмечается появление первых калмыцких топонимов на территории Дона, что историки связывают с освоением ойратскими племенами (предками современных калмыков) междуречья Урала и Волги. К 1660-м гг. ими были уже заняты территории обоих берегов Дона. Часть калмыков в этот исторический период присоединилась к казачьему Войску Донскому. В последующие годы эта тенденция только нарастала, и к началу XX в. на Дону проживало более 100 янусов (родов) калмыков, которые уже считались одной из трех коренных народностей наряду с казаками и русскими крестьянами. В эпоху советской власти на Дону практически все донские калмыки были репрессированы и насильственно депортированы в Калмыкию, на Урал и в Сибирь. 17 марта 1956 г. калмыки были реабилитированы, им было разрешено вернуться на родину [9]. Отсутствие оседлости и постоянный кочевой образ жизни калмыков на ранних этапах освоения Донских степей обусловили необходимость в детальном обозначении гидрографических объектов и их дифференциации по большому количеству признаков [10].

В свете вышесказанного авторы видят необходимость раскрыть этимологию ряда наиболее характерных калмыцких гидронимов:

1. Озеро Давсун – название происходит от калм. *давсн* – «соль» и указывает на характеристику воды.

2. Река Амта – название происходит от калм *амтта* – «вкусный», также относится к характеристике воды в реке.

3. Реки Малый и Большой Гашун – получили свое название от калм. *hашун* – «горький», «соленый».

4. Балки Мокрая и Сухая Кугульта – берут свое название от калм. *көгл* – «терновник», на русский язык названия можно интерпретировать как Мокрая и Сухая Терновая Балка.

Семантическая классификация гидронимов Нижнего Дона (составлено авторами)

Признак деления первого порядка	Признак деления второго порядка	Примеры	Количество, % (ед.)
Гидронимы, отражающие особенности окружающей среды	Гидронимы, обусловленные названиями флоры	Берёзовая, Грушевка, Бурьяновское, Яблоновая, Цимла	6,2% (24)
	Гидронимы, обусловленные названиями фауны	Сусликово, Табунное, Грачи, Салак, Баклан	5,1% (19)
Гидронимы, обозначающие существо реалии гидрографического объекта	–	Дон, Аюта, Булукта, Водная Музга, Ильмень	5,8% (22)
Гидронимы, отображающие особенности рельефа и ландшафта	–	Подгорное, Голый, Крутой, Разрытое, Рассыпанная, Большой Лог	5,6% (21)
Гидронимы, отражающие свойства и качества объекта	Форма объекта	Кривой, Рогалик, Длинное	4,9% (18)
	Качество и количество воды в русле	Сухая, Грязнуха, Гнилуша, Таловая, Водная	8,5% (32)
	Характеристика дна	Каменная, Песчанка	1,8% (7)
	Глубина и размер	Узкая, Малый, Глубокая	8,5% (32)
	Характер течения	Быстрая, Тихая	0,8% (3)
	Цветовые обозначения	Чёрный, Голубое, Белая, Аксай	4,8% (18)
	Эмоциональная оценка	Свободное, Живописный, Смеловский	4,8% (18)
Гидронимы, отражающие связь объекта с другими объектами	Расстояние	Ближние Копани, Ближняя Россошь	1,1% (4)
	Положение относительно какого-либо объекта	Западная, Средняя, Нижний, Левый Тузлов, Верхнечёрная	4,5% (17)
	Принадлежность к какому-либо объекту	Башанта, Ростовский, Маныч-ский, Таганрогский	6,4% (24)
Гидронимы, отражающие вкусовую характеристику воды	–	Сладкая, Гашун-Давста, Амта, Маныч-Гудило, Далсун, Солёное	3,7% (14)
Гидронимы, отражающие жизнедеятельность человека	Антропономические гидронимы	Сергеевка, Орловский, Попова Яма, Савдя	13,5% (51)
	Этнонимические гидронимы	Сарматское, Грузинская, Черкасская	1,1% (4)
	Национально-культурные гидронимы	Пролетарская, Есаульское, Мечетная, Монастырское,	4,8% (18)
	Отражающие функциональность и хозяйственную значимость объекта	Платина, Хомуток, Донской Магистральный, Рунное	3,4% (13)
Гидронимы, содержащие числительную часть	–	Второй, Пятый Ростовский, Четвёртый Магистральный, Двойная, Семибалочная	1,6% (6)
Гидронимы с неуточненной этимологией и единичные названия	–	Пирожок, Дружба, Безымянная	3,1% (9)

5. Река Бургуста – топоним образован от калм. *бурһсн(-а)* – «верба (вербовый)» и постфикса совместного падежа *-та*, что можно перевести на русский язык как «место, где растёт верба».

6. Балка Худжурта – гидроним восходит к калм. *хуҗр* – «солончак», «солонцы».

7. Река Булукта – топоним происходит от калм. *булг* – «источник», «родник» и постфикса совместного падежа *-та*.

8. Река Сал – получила свое название от калм. *сала* – «рукав реки» и обозначает само существо гидрографического объекта.

9. Балка Аюта – топоним происходит от калм. *аю* – «течение» и постфикса совместного падежа *-та*, обозначающего принадлежность к месту.

10. Балка Башанта – этимология прослеживается от калм. *бәәшң* – «дворец», «башня» и постфикса совместного паде-

жа *-та*, дословно переводится как «место с дворцом».

11. Балка Савдя – название было образовано от имени *Сәвдә*, которое в свою очередь происходит от калм. *сәвх* – «взмахивать» [10].

Рассматривая представленные выше типичные гидронимы калмыцкого происхождения, можно заметить, что, в отличие от гидронимов славянского происхождения, большая их часть характеризует физико-географические и химические свойства воды или окружающего ландшафта, при этом выявлено всего два топонима с отличной семантикой.

Заключение

На территории Ростовской области численно преобладают гидронимы, происхождение названий которых отражает свойства и качества водных объектов, вкусовые характеристики их вод, при этом большинство из них являются славянскими по своему языковому происхождению. Второй по величине является группа гидронимов, названия которых так или иначе отражают различные аспекты жизнедеятельности человека. Среди них большинство также славянского происхождения. Помимо этого, выделяется группа топонимов калмыцкого происхождения, большая часть которых в своей этимологии отражают физико-географические параметры водного объекта или характеристику его вод.

Наиболее значимыми для развития исторической географии являются топонимы отражающие физико-географические характеристики объекта или окружающего его ландшафта, а для целей гуманистической и критической географии – гидронимы, отражающие жизнедеятельность человека.

Разработанная классификация гидронимов территории Нижнего Дона по семантическому признаку отличается лаконичностью при сохранении максимальной детализации, в особенности по физико-географическому принципу в номинации гидрографических объектов. Она даёт представление о семантической дифференциации спектра названий гидрографических объектов и их процентном соотношении. Классификация имеет потенциал для дальнейшего уточнения посредством введения дополнительного признака деления третьего порядка.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-35-90094.

Список литературы / References

1. Басик С.Н. Критическая топонимика как направление географических исследований: проблемы и перспективы // Географический вестник. 2018. № 1 (44). С. 56–63. DOI: 10.17072/2079-7877-2018-1-56-63.

Basik S.N. Critical toponymics as a direction of geographic research: problems and perspectives // Geograficheskiy vestnik. 2018. № 1 (44). P. 56–63. DOI: 10.17072/2079-7877-2018-1-56-63 (in Russian).

2. Басик С.Н. Структура ономастического слоя в геокультурном пространстве // Научное обозрение. 2018. № 4. С. 1.

Basik S.N. The structure of the onomastic layer in the geocultural space // Nauchnoye obozreniye. 2018. № 4. P. 1 (in Russian).

3. Басик С.Н. Имя и место: топонимический палимпсест в геокультурном пространстве // Современные проблемы территориального развития. 2018. № 3. [Электронный ресурс]. URL: https://terjournal.ru/2018/id51/ (дата обращения: 17.01.2021).

Basik S.N. Name and place: toponymic palimpsest in geocultural space // Sovremennyye problemy territorial'nogo razvitiya. 2018. № 3. [Electronic resource]. URL: https://terjournal.ru/2018/id51/ (date of access: 17.01.2021) (in Russian).

4. Tuan Yi-Fu Space and Place. The Perspective of Experience. 9th ed. Minneapolis – L.: University of Minnesota Press, 2002. 229 p.

5. Евсеева О.С. Вопрос о классификации топонимов русско-белорусского приграничья // Вестник МГОУ. Серия «Русская филология». 2014. № 4. С. 61–65.

Evseeva O.S. Classification of toponyms of the russian-belarusian border // Vestnik MGOU. Seriya «Russkaya filologiya». 2014. № 4. P. 61–65 (in Russian).

6. Rzetelska-Feleszko E. Patrząc na nazwy własne. W świecie nazw własnych. Warszawa; Kraków: Wydawnictwo naukowe PWN. 2006. P. 185–198.

7. Сорокина С.Н. Угорские гидронимы Среднего Приобья (Семантика и структура): монография. Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. гуманит. ун-та, 2009. 175 с.

Sorokina S.N. Ugrian hydronyms of the Middle Ob region (Semantics and structure): monografiya. Nizhnevartovsk: Izd-vo Nizhnevart. gumanit. un-ta, 2009. 175 p. (in Russian).

8. Vasmer M. Russisches etymologisches Wörterbuch. 3 Bd. 3., unveränd. Aufl. Heidelberg: Universitätsverlag Winter GmbH Bd. II: L. Ssuda. 2017. 712 p.

9. Супрун В.И. История калмыцкой топонимии: материалы к словарю // Известия ВГПУ: Филологические науки. 2017. № 3. С. 94–101.

Suprun V.I. History of Kalmyk Toponymy: materials for the Dictionary // Izvestiya VGPU: Filologicheskiye nauki. 2017. № 3. P. 94–101 (in Russian).

10. Манджиева Э.Б., Кичикова Н.А. Гидронимы калмыцкого происхождения на Юге России // Известия Волгоградского государственного педагогического университета. Серия: Филологические науки. 2017. № 8 (121). С. 86–90.

Mandzhieva E.B., Kichikova N.A. Hydronyms of Kalmyk origin in the South of Russia // Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Seriya: Filologicheskiye nauki. 2017. № 8 (121). P. 86–90 (in Russian).

УДК 502/504(571.15)

К ИЗУЧЕНИЮ ГЕОГРАФИЧЕСКОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОПУЛЯЦИЙ НЕКОТОРЫХ РЕДКИХ ВИДОВ СОКОЛООБРАЗНЫХ И СОВ В ИНТРАЗОНАЛЬНЫХ ЛЕСНЫХ МАССИВАХ ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

[1]Важов С.В., [2]Важов В.М., [3]Яськов М.И., [4]Черемисин А.А.

[1]ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет», Барнаул;
[2]ФГБОУ ВО «Алтайский государственный гуманитарно-педагогический университет имени В.М. Шукшина», Бийск, e-mail: vazhov49@mail.ru;
[3]ФГБОУ ВО «Горно-Алтайский государственный университет», Горно-Алтайск;
[4]ФГБОУ ВО «Норильский государственный индустриальный институт», Норильск

Алтайский край представляет собой типичный регион юга Западной Сибири. Лесные экосистемы занимают около 28% территории края и во многом обеспечивают его экологическое благополучие. Изучение географического распространения популяций редких пернатых хищников (Falconiformes, Strigiformes) в интразональных лесных массивах (ленточных борах) юга Западной Сибири (на примере Алтайского края) проведено на основе общепринятых методик и их модификаций. В основе статьи находится материал, собранный в 2019–2020 гг. на территории пяти ленточно-боровых заказников Алтайского края: Алеусского, Касмалинского, Корниловского, Кулундинского и Мамонтовского. В ходе экспедиций осмотрены известные и найдены новые, ранее неизвестные, точки гнездования хохлатого осоеда *Pernis ptilorhynchus*, большого подорлика *Aquila clanga*, орла-могильника *Aquila heliaca*, орлана-белохвоста *Haliaeetus albicilla*, филина *Bubo bubo*, воробьиного сыча *Glaucidium passerinum* и бородатой неясыти *Strix nebulosa*. Географическое распространение популяций редких хищных птиц в обследованных участках интразональных лесных массивов мозаично и зависит как от природных особенностей ландшафта, так и от лесохозяйственной деятельности (выборочные рубки леса и связанные с ними беспокойство птиц и трансформация местообитаний). Наибольшая плотность населения редких видов пернатых хищников отмечена в зрелых сосновых древостоях вблизи водно-болотных угодий, обеспечивающих необходимые кормовые ресурсы и условия для гнездования. Состояние популяций редких видов птиц в ленточных борах показывает негативное влияние лесохозяйственной деятельности на численность и плотность их гнездовых группировок. Основной эффективной мерой сохранения редких и исчезающих видов пернатых хищников в интразональных лесных массивах юга Западной Сибири является организация охранных зон вокруг гнёзд.

Ключевые слова: Соколообразные, Совообразные, распространение популяций, юг Западной Сибири, интразональные леса, ленточные боры, заказники

TO STUDYING THE GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION OF THE POPULATIONS OF SOME RARE SPECIES OF FALCULAR AND OWL IN THE INTRAZONAL FOREST MASSES OF THE SOUTH OF WESTERN SIBERIA

[1]Vazhov S.V., [2]Vazhov V.M., [3]Yaskov M.I., [4]Cheremisin A.A.

[1]Federal State Budgetary Educational Institutionhigher education «Altai State University», Barnaul;
[2]Shukshin Altai State University for Humanities and Pedagogy, Biysk, e-mail: vazhov49@mail.ru;
[3]Federal State Budgetary Educational Institutionhigher education «Gorno-Altaisk State University», Gorno-Altaisk;
[4]Federal State Budgetary Educational Institutionhigher education «Norilsk State Industrial Institute», Norilsk

Altai Krai is a typical region of the south of Western Siberia. Forest ecosystems occupy about 28% of the territory of the region and largely ensure its ecological well-being. The study of the geographical distribution of populations of rare birds of prey (Falconiformes, Strigiformes) in intrazonal forest areas (belt pine forests) in the south of Western Siberia (using the example of Altai Territory) was carried out on the basis of generally accepted methods and their modifications. The article is based on material collected in 2019–2020. on the territory of five belt-forest reserves of the Altai Territory: Aleussky, Kasmalinsky, Kornilovsky, Kulundinsky and Mamontovsky. During the expeditions, the known and new, previously unknown nesting points of the crested wasp eater Pernis ptilorhynchus, the great spotted eagle Aquila clanga, the burial eagle Aquila heliaca, the white-tailed eagle Haliaeetus albicilla, the eagle owl Bubo bubo, the owl's owl Glauclosis and Passerine owl Glaulosbuid The geographical distribution of populations of rare birds of prey in the surveyed areas of intrazonal forest areas is mosaic and depends both on the natural features of the landscape and on forestry activities (selective forest felling and associated disturbance of birds and transformation of habitats). The highest population density of rare species of birds of prey was noted in mature pine stands near wetlands, which provide the necessary forage resources and conditions for nesting. The state of the populations of rare bird species in the belt forests shows the negative impact of forestry activities on the number and density of their nesting groups. The main effective measure for the preservation of rare and endangered species of birds of prey in the intrazonal forest areas of the south of Western Siberia is the organization of protection zones around the nests.

Keywords: Falconiformes, Owliformes, distribution of populations, the south of Western Siberia, intrazonal forests, belt pine forests, reserves

К интразональным лесным массивам на юге Западной Сибири относятся уникальные боровые ленты (ленточные боры). Произрастают они в ложбинах древнего стока на Приобском плато, которое представляет собой морфоструктуру в пределах Западно-

Сибирской равнины. Благодаря сочетанию песчано-эоловых лесных ландшафтов и обширных водно-болотных угодий (создающих необходимый субстрат для постройки гнёзд в виде старовозрастных деревьев и хорошую кормовую базу) для боровых массивов характерно разнообразие редких видов птиц, в том числе соколообразных (*Falconiformes*) и сов (*Strigiformes*) [1]. Однако их распространение в пределах ленточных боров имеет много невыясненных вопросов. Как численность, так и пространственное распределение популяций редких видов подвержены значительным флуктуациям из-за того, что в борах, в том числе и на территории заказников, до сих пор осуществляется промышленная лесозаготовка. Практически во всех кварталах и выделах регулярно проводятся выборочные рубки леса. Поэтому изучение современного распространения пернатых хищников в ленточных борах и его динамики в целях разработки эффективных мер охраны редких и исчезающих видов в настоящее время крайне актуально.

В административном отношении ленточные боры находятся в основном на территории Алтайского края. Кроме того, эти реликтовые экосистемы частично сохранились на сопредельной территории Казахстана и незначительная часть Бурлинской боровой ленты – в Новосибирской области [2]. Алтайский край представляет собой типичный регион юга Западной Сибири. Лесные экосистемы занимают около 28 % территории края и во многом обеспечивают его экологическое благополучие. Приоритетными видами использования лесов, кроме заготовки древесины, является рекреационная деятельность, так как в национальном экологическом рейтинге регион занимает 5 место среди 85 субъектов Федерации [3].

Сохранение в естественном состоянии очагов природной среды в интразональных лесных массивах юга Западной Сибири в значительной степени обеспечивает экологическое равновесие в регионе. Базовой составляющей системы особо охраняемых природных территорий (ООПТ) Алтайского края являются Государственные природные комплексные заказники краевого значения (ГПКЗ), так как занимают более 90 % суммарной площади (707,2 тыс. га) всех ООПТ региона. Большинство заказников – комплексные и имеют важное экологическое и социально-экономическое значение. Основная часть заказников – 21 из 38 имеющихся, сосредоточена в лесах края, среди них 8 заказников находятся в ленточных борах [3; 4].

Цель исследования: изучение географического распространения популяций редких пернатых хищников (Falconiformes, Strigiformes) в интразональных лесных массивах (ленточных борах) юга Западной Сибири на примере ленточно-боровых заказников Алтайского края.

Материалы и методы исследования

Специальные работы по изучению распространения, численности и гнездовой биологии редких видов соколообразных и сов в интразональных лесных массивах юга Западной Сибири проводились нами в период с 2011 по 2020 г. на основе общепринятых методик и их модификаций [5–7]. В основе данной статьи находится материал, собранный в 2019–2020 гг. на территории пяти ленточно-боровых заказников Алтайского края: Алеусского, Касмалинского, Корниловского, Кулундинского и Мамонтовского. Обобщение результатов полевых исследований проводилось общепринятыми методами [8–10].

Результаты исследования и их обсуждение

Государственные природные комплексные заказники краевого значения (ГПКЗ) Алеусский, Касмалинский, Корниловский, Кулундинский и Мамонтовский расположены в ленточных борах и функционируют в целях сохранения реликтовых боровых экосистем и их компонентов, местообитаний животных в естественной среде, поддержания экологического баланса региона, охраны и воспроизводства биоразнообразия [4].

Для сохранения наиболее ценных участков экосистем, населённых редкими птицами, в Касмалинском и Мамонтовском заказниках выделены зоны особой охраны, где запрещена рубка деревьев. Проведена подготовительная работа в целях создания таких зон в Алеусском, Корниловском и Кулундинском заказниках [3].

В ходе полевых экспедиций на территории указанных выше заказников осмотрены известные и найдены новые, ранее неизвестные, точки гнездования редких хищных птиц, занесённых в Красную книгу Алтайского края [11]. Ниже приводится описание этих видов.

Хохлатый осоед *Pernis ptilorhynchus*. Гнёзда строит чаще всего в редкоствольных лиственных или осветлённых смешанных

лесах, по долинам водотоков и склонам увалов, избегает тёмнохвойных насаждений.

Большой подорлик *Aquila clanga*. Гнездится в основном в лесоболотных угодьях. Гнёзда устраивает на деревьях, как правило, в непосредственной близости от водоёма или болота. Может занимать пустующие постройки других крупных ястребиных птиц.

Орёл-могильник *Aquila heliaca*. Включён в Красную книгу РФ [12]. Выбор гнездового биотопа зависит от наличия кормовых ресурсов. В большей части такие участки приурочены к колониальным поселениям сусликов и других грызунов. Предпочитает опушки ленточных боров, в том числе и внутренние, больше всего встречается на опушках, граничащих с пастбищами [13]. Населяет также лесостепные и степные ландшафты предгорий и низкогорий, где также охотнее селится поблизости с выпасами и скотоводческими стоянками, не избегает агроценозов. В горной части Алтайского края нередко использует пустующие гнёзда беркута на деревьях.

Орлан-белохвост *Haliaeetus albicilla*. Так же как и могильник, занесён в Красную книгу РФ [12]. Гнездится вблизи крупных водоёмов, водотоков, пойм, проток и стариц, богатых рыбой и околоводными птицами, на высоких деревьях, превосходящих соседние по возрасту и размерам и способных обеспечить размещение крупных гнёзд этого хищника. Иногда орлан занимает гнездовые постройки могильника.

Филин *Bubo bubo*. Занесён в Красную книгу Российской Федерации [12]. Оседлый вид, численность которого в ленточных борах быстро сокращается [11]. Одним из требований к гнездовым местообитаниям является наличие рядом с гнездом болота, водоёма или нераспаханной степи. Гнездо представляет собой небольшую лунку в грунте, обычно у основания ствола крупного дерева, выкопанную самкой. Может гнездиться на земле в самых разнообразных местах, в хозяйственных постройках, в старых гнёздах хищных птиц. Отдельные птицы могут осуществлять сезонные перемещения. Во время осенне-зимних кочёвок филины встречаются в самых разнообразных условиях. Нередко в этот период сов можно обнаружить в населённых пунктах.

Воробьиный сыч *Glaucidium passerinum*. Крайне малоизученный в ленточных борах вид. Населяет старовозрастные, высокоствольные хвойные и смешанные леса с дуплистыми деревьями [11]. Гнездо устраивает в старых дуплах большого пестрого *Dendrocopos major*, трехпалого *Picoides tridactylus* и седого *Picus canus* дятлов. Может занимать искусственные гнездовые ящики и дуплянки.

Бородатая неясыть *Strix nebulosa*. Гнездится преимущественно в старых таёжных и боровых массивах с открытыми участками, включающими болота, луга, гари, вырубки и т.д. Известны гнёзда в лесах других типов, а также в берёзовых колках. Поселяется в крупных пустующих гнездовых постройках ястребиных и других птиц. Известны также гнёзда на высоких «обломах» старых деревьев. При достаточной кормовой базе неясыти живут осёдло. В голодные годы кочуют, залетают в сёла и города, где добывают синантропных зверьков и птиц.

Ниже приводится описание распространения редких хищных птиц пяти ленточно-боровых заказников.

ГПКЗ «Алеусский». Расположен в Крутихинском районе в Бурлинском (Алеусском) ленточном бору в верховьях р. Бурлы на территории левобережной лесостепи Приобского плато (Панкрушихинское лесничество). Площадь заказника 25 тыс. га, в т. ч. 14,4 тыс. га занимают сосновые леса с примесью берёзы и осины, 5,6 тыс. га – полевые угодья и 5 тыс. га – водотоки и водоёмы. Преобладают сосняки на дерново-подзолистых почвах [4].

В заказнике известно обитание обыкновенного осоеда, полевого и болотного луней, балобана, чеглока, филина, ушастой и болотной сов, сплюшки, длиннохвостой неясыти, гнездится могильник.

На территории заказника 26.05.2020 г. в участковом лесничестве Прыганское установлена ранее неизвестная точка гнездования большого подорлика, найдено старое гнездо. Проверено также ранее известное гнездо в этом лесничестве. В обоих случаях птиц не обнаружили.

В другом участковом лесничестве – Пустынное, 27.05.2020 г. осмотрены два известных гнезда: одно совсем старое, второе – целое, но тоже старое. Несколько лет назад здесь проведена рубка. Большинство зрелых деревьев вырублены. В результате подорлик покинул этот гнездовой участок.

Орёл-могильник наблюдался гнездящимся в заказнике и облетающим опушки Алеусского бора 14–18.05.2019 г.

В участковом лесничестве Прыганское 27.05.2020 г. найдена ранее неизвестная точка гнездования могильника. Обнаружено старое гнездо, присутствия птиц в этом году не установлено.

В этом же лесничестве 26–27.05.2020 г. осмотрены известные точки гнездования орла-могильника. В двух из них найдены старые нежилые гнёзда, под одним из которых находились останки погибшего орла, в трёх – гнезда были заняты насиживающими орлами, в одном из них позднее видели птенцов.

Целенаправленные поиски жилых гнёзд филина с 14 по 18 мая 2019 г. в Алеусском заказнике результата не принесли, однако обнаружено несколько старых гнездовых ямок у стволов зрелых сосен на дюнах на опушке бора, под прикрытием корней вывороченного ветром дерева и под валежиной. Очевидно, что филин здесь гнездился, но покинул заказник из-за активной выборочной рубки леса прошлой зимой.

На территории Пустынного участкового лесничества вблизи Большого Пустынного озера 18.05.2019 г. по голосу выявлен воробьиный сыч, предполагается его гнездование.

В участковом лесничестве Прыганское 26.05.2020 г. в ранее известном гнезде, построенном подорликом, учтена насиживающая бородатая неясыть.

ГПКЗ «Касмалинский». Расположен в Ребрихинском районе в Касмалинской боровой ленте. Захватывает южную лесостепь в пойме р. Касмала на площади 18 тыс. га. Доминирует растительный покров как из чистовидовых сосняков, так и с примесью берёзы. Почвы – дерново-подзолистые. Обитают обыкновенный осоед, чеглок, болотный лунь, болотная сова, сплюшка, длиннохвостая неясыть, могильник [4].

В участковом лесничестве Клочковское 02.05.2020 г. найдено ранее неизвестное гнездо большого подорлика. Оно несколько лет не посещается птицами. Скорее всего, подорлик ушёл с этого гнезда на бывший участок аиста, который находится неподалёку. В этом же лесничестве 02–03.05.2020 г. проверены три известных гнезда подорлика. Одно жилое гнездо расположено на бывшем гнездовом участке аиста. Два других гнезда оказались нежилыми, в одном из них сохранилась прошлогодняя выстилка. Оба этих гнезда могут быть заселены подорликом в будущем.

В участковом лесничестве Ребрихинское 03.05.2020 г. наблюдали большого подорлика у ранее известного гнезда. Оно было подновлено в этом году, в лотке лежали зелёные веточки, но кладки ещё не было.

В лесничестве Клочковское 02.05.2020 г. проверены два ранее известных гнезда орла-могильника: одно оказалось частично обрушенным, другое – жилое, орёл насиживал.

ГПКЗ «Корниловский». Находится в Каменском районе. Частично включает Корниловский отборок, а также территорию в пределах среднего течения р. Прослауха и озеро Ветрено-Телеутское. Лесничества: Корниловское и Каменское, занимающие 18 тыс. га. В растительном покрове преобладает сосна. Почвы – дерново-подзолистые. Обитают обыкновенный осоед, большой подорлик, могильник, чеглок, болотный лунь, болотная сова, ушастая сова, длиннохвостая и бородатая неясыти [4]. До недавнего времени (2013 г.) здесь гнездился также беркут, но в последние годы покинул свой гнездовой участок из-за выборочных рубок леса и связанного с ними беспокойства [10].

В участковом лесничестве Корниловское 28.05.2020 г. проверены 5 ранее известных гнёзд большого подорлика, все они были пустыми, одно из них – старое гнездо беркута, ранее также занимал подорлик.

В этом же лесничестве 28.05.2020 г. осмотрено известное гнездо орла-могильника. Оно было жилым, птица насиживала. В этот день на территории лесничества проверено ранее известное гнездо орлана-белохвоста. Гнездо – жилое, вблизи наблюдались орланы.

ГПКЗ «Кулундинский». Размещается в Тюменцевском районе в пределах Кулундинского ленточного бора в среднем течении р. Кулунда (Кулундинское лесничество). Площадь заказника 14 тыс. га. Преобладают ландшафты сосновых боров, приуроченные к Касмалинской ложбине древнего стока, сформированные на боровых дерново-подзолистых песчаных почвах. В заказнике обитают чеглок, обыкновенный осоед, длиннохвостая неясыть, ушастая сова и могильник [4].

В участковом лесничестве Усть-Мосихинское 29.05.2020 г. установлены три ранее неизвестные точки гнездования большого подорлика. Два гнезда пустовали, ещё одно оказалось недостроенным. В этом же лесничестве 29–30.05.2020 г. осмотрены четыре известных гнезда подорлика. Установлено, что одно гнездо посещается птицами в качестве присады. По внешнему виду данная постройка больше походит на бывшее гнездо чёрного аиста. Другое гнездо было жилым, подорлик насиживал кладку. Два остальных гнезда пустовали.

В участковом лесничестве Шарчинское 29.05.2020 г. ранее известное гнездо подор-

лика было занято коршуном, но в будущем эта постройка может быть заселена подорликом или другой редкой птицей.

На следующий день в лесничестве Шарчинское найдено ранее неизвестное гнездо орла-могильника, оно пустовало, птиц не видели. Эта гнездовая постройка располагалась на сухой сосне, что для могильника не характерно. В участковом лесничестве Усть-Мосихинское 30.05.2020 г. проверено ранее известное гнездо могильника. На гнезде зарегистрирована насиживающая птица.

В этом же лесничестве 29.05.2020 г. осмотрено известное гнездо орлана-белохвоста. Оно было старым, построено предположительно могильником, но регулярно посещается орланом. Следы его пребывания здесь известны в течение всего года.

В участковом лесничестве Усть-Мосихинское 29.05.2020 г. найдено ранее неизвестное гнездо, с большой долей вероятности принадлежащее хохлатому осоеду. В гнезде осоед насиживал кладку, но вблизи рассматривать птицу не стали, чтобы исключить её беспокойство.

ГПКЗ «Мамонтовский». Расположен в Мамонтовском и Романовском районах, захватывает южную часть Касмалинского ленточного бора (Гуселетовское и Мамонтовское лесничества). Площадь заказника 9,6 тыс. га. Преобладает бугристо-грядовый, а также грядово-ложбинный рельеф с озёрами и болотами в пониженных местах. Доминируют ландшафты сосновых боров на дерново-подзолистых почвах. Часть заказника занята полосой сосняка Касмалинской ленты с присутствием берёзовых и осиново-берёзовых лесов на открытых пространствах. Сосняки правого берега Касмалы включают формации берёзовых и осиновых лесов с распространением караганы и клёна. В некоторых местах степные равнинные участки заходят вглубь бора [4].

Степная часть заказника за счёт комплекса околоводных птиц представлена в списке ключевых орнитологических территорий России (КОТР) со статусом федеральной значимости. На территории заказника обитают обыкновенный осоед, болотная и ушастая совы, длиннохвостая неясыть, гнездится могильник [4].

В участковом лесничестве Гуселетовское 03.05.2020 г. найдено ранее неизвестное гнездо большого подорлика. Оно было жилым, но кладки, очевидно, ещё не было, взрослая птица держалась рядом и беспокоилась. Под гнездом найдено линное перо подорлика.

В участковом лесничестве Мамонтовское также установлена ранее неизвестная жилая гнездовая постройка подорлика, посещаемая птицами, кладки не было.

Кроме того, в заказнике найдены и другие ранее неизвестные гнёзда: одно жилое, с него слетел подорлик. Другое – старое альтернативное, на этом же жилом участке.

В участковом лесничестве Гуселетовское 03–05.05.2020 г. осмотрены ранее известные 7 гнёзд большого подорлика. Два гнезда жилые, в них наблюдались птицы. Третье гнездо посещалось птицами, но, похоже, кладки ещё не было. Четвёртое гнездо оказалось старой альтернативной постройкой на данном жилом участке. Пятое гнездо брошено подорликами из-за рубки деревьев в прошлом году (в 130 м от гнезда находился лесосечный столб с маркировкой ДВР-19 44-33). Два оставшихся гнезда были старыми, птицы их покинули.

В участковом лесничестве Гуселетовское 03.05.2020 г. осмотрено ранее известное гнездо орла-могильника, учтена насиживающая кладку птица. В этом же участковом лесничестве 03–05.05.2020 г. проверены 5 ранее известных гнёзд орлана-белохвоста. Два гнезда из пяти были жилыми – орланы в них насиживали. Ещё два известных гнездовых участка также были жилыми, но гнёзд отыскать не удалось. На их территории известны постоянные встречи орлана. Найдено пятое гнездо, оно оказалось старым альтернативным на жилом участке орлана.

Заключение

Географическое распространение популяций редких хищных птиц в обследованных участках интразональных лесных массивов мозаично и зависит как от природных особенностей ландшафта, так и от лесохозяйственной деятельности (выборочные рубки леса и связанные с ними беспокойство птиц и трансформация местообитаний). Наибольшая плотность населения редких видов пернатых хищников отмечена в зрелых сосновых древостоях вблизи водно-болотных угодий, обеспечивающих необходимые кормовые ресурсы и условия для гнездования.

Состояние популяций редких видов птиц в ленточных борах показывает негативное влияние лесохозяйственной деятельности на численность и плотность их гнездовых группировок. Для филина можно говорить о том, что рубки уже привели к деградации его популяции в ленточных борах, а для другого, близкого по экологическим предпочте-

ниям пернатого хищника такого же размерного класса – беркута, это уже закончилось фатально [10; 11]. Очевидно, что при практикуемом режиме лесохозяйственной деятельности в ближайшее время это ждёт и другие виды соколообразных и сов.

Основной эффективной мерой сохранения редких и исчезающих видов пернатых хищников в интразональных лесных массивах юга Западной Сибири является организация охранных зон вокруг гнёзд, что позволяет сохранить их в эксплуатируемых лесах без серьёзных потерь для лесозаготовителей. Такой опыт имеется для аналогичных лесных массивов на других территориях [14]. Эта работа сейчас ведётся на территории заказников, а в перспективе все гнездовые участки редких видов в ленточных борах должны быть оформлены в качестве особо защитных участков леса. Это позволит сохранить не только биологическое разнообразие, но и пейзажную привлекательность лесных массивов для рекреантов [15].

Авторы выражают благодарность организаторам мониторинга местообитаний редких видов птиц в заказниках Алтайского края А.В. Грибкову, В.Н. Никулкину; госинспекторам КГБУ «Алтайприрода» Н.А. Миронову, В.А. Шевченко, А.Н. Манцурову, Н.А. Троценко, а также активистам экологического движения В. Приезжих, С. Приезжих и А. Боксорн, оказавшим неоценимую помощь в ходе исследований.

Список литературы / References

1. 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. V. 16 (11). P. 1606–1612. DOI: 10.5829/idosi.mejsr.2013.16.11.12068.

2. Неповторимые ленточные боры Алтая [Электронный ресурс]. URL: https://zen.yandex.ru/media/id/5c1799b2c6ce5f00ad213e4b/nepovtorimye-lentochnye-bory-altaia-5c1c7403a936cb00aa0661fc (дата обращения: 11.01.2021).

Unique tape pine forests of Altai [Electronic resource]. URL: https://zen.yandex.ru/media/id/5c1799b2c6ce5f00ad213e4b/nepovtorimye-lentochnye-bory-altaia-5c1c7403a936cb00aa0661fc (date accessed: 01.02.2021) (in Russian).

3. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды в Алтайском крае в 2019 году». Барнаул, 2020. 200 с.

State report «On the State and Environmental Protection in the Altai Territory in 2019». Barnaul, 2020. 200 p. (in Russian).

4. 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).

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. Бакка С.В., Киселёва Н.Ю. Крупные хищные птицы Нижегородской области: 30 лет изучения, мониторинга, охраны // Орлы Палеарктики: изучение и охрана: тезисы международной научно-практической конференции. Елабуга, 2013. С. 20.

Bakka S.V., Kiseleva N.Yu. Large birds of prey of the Nizhny Novgorod region: 30 years of study, monitoring, protection // Orly Palearktiki: izucheniye i okhrana: tezisy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Elabuga, 2013. P. 20 (in Russian).

7. Bibby C.J., Jones M., Marsden S. Expedition Field Techniques. Bird Surveys. London: Royal Geographical Society, 1998. 143 p.

8. Равкин Ю.С., Карякин И.В., Николенко Э.Г., Важов С.В., Бахтин Р.Ф. Сбор и анализ информации о местах обитания и гнездования видов, занесенных в Красную книгу Алтайского края: беркут, степной орёл, орёл-могильник, орлан-белохвост, большой подорлик, сокол-балобан, филин, бородатая неясыть; подготовка банка данных. Отчет о выполнении работ. Новосибирск, 2013. 23 с.

Ravkin Yu.S., Karjakin I.V., Nikolenko E.G., Vazhov S.V., Bakhtin R.F. Collecting and analyzing information about the habitats and nesting sites of species listed in the Red Book of Altai Territory: golden eagle, steppe eagle, burial eagle, white-tailed eagle, great spotted eagle, saker falcon, eagle owl, gray owl; preparation of a data bank. Otchet o vypolnenii rabot. Novosibirsk, 2013. 23 p. (in Russian).

9. Важов С.В. Экология и распространение соколообразных и совообразных в предгорьях Алтая: дис. … канд. биол. наук. Барнаул, 2012. 188 с.

Vazhov S.V. Ecology and distribution of falconiformes and owls in the foothills of the Altai: dis. ... cand. biol. sciences. Barnaul, 2012. 188 p. (in Russian).

10. Черемисин А.А., Важов С.В., Важов В.М. Территориальная оценка заказников Алтайского края в целях организации орнитологических туров // Успехи современного естествознания. 2020. № 4. С. 176–181. DOI: 10.17513/use.37382.

Cheremisin A.A., Vazhov S.V., Vazhov V.M. Territorial assessment of the Altai Territory reserves in order to organize ornithological tours // Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya. 2020. No. 4. P. 176–181. DOI: 10.17513 / use.37382 (in Russian).

11. Красная книга Алтайского края. Т. 2. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных. Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2016. 312 с.

The Red Book of Altai Territory. Vol. 2. Rare and endangered species of animals. Barnaul: Изд-во Алт. ун-та, 2016. 312 p. (in Russian).

12. Красная книга Российской Федерации: Животные. М.: АСТ: Астрель, 2001. 860 с.

The Red Book of the Russian Federation: Animals. M.: AST: Astrel, 2001. 860 p. (in Russian).

13. Vazhov V.M., Bakhtin R.F. To the study of the Imperial Eagle in the Altai. Acta Biologica Sibirica. 2019. V. 5 (3). P. 1–11. DOI: 10.14258/abs.v5.i3.6350.

14. Витер С.Г. Опыт создания охранных зон вокруг гнёзд хищных птиц и чёрного аиста в Украине // Пернатые хищники и их охрана. 2017. № 35. С. 68–73.

Viter S.G. The experience of creating protective zones around the nests of birds of prey and the black stork in Ukraine // Pernatyye khishchniki i ikh okhrana. 2017. No. 35. P. 68–73 (in Russian).

15. Важова Е.В. Рисунок как отражение привлекательности природы Алтая // Успехи современного естествознания. 2013. № 11. С. 192.

Vazhova E.V. Figure as a reflection of the attractiveness of Altai nature // Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya. 2013. No. 11. P. 192 (in Russian).

УДК 551.4:631.4

ОСВОЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗЕМЕЛЬ ПРИОЛЬХОНЬЯ

Зверева Н.А.

Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, e-mail: koffffein@mail.ru

Статья посвящена изложению исторических этапов освоения, развития землепользования на территории Приольхонья, а также современной трансформации природных ландшафтов и изменения их свойств под влиянием деятельности человека. Рассмотрены этапы формирования взаимоотношения природы и человека на побережье оз. Байкал. Выделены: мухорский, серовский, глазковский, курумчинский, хоринский, бурятский, советский и современный периоды. Дана характеристика использования земель исследуемой территории в различные периоды ее освоения. После снижения уровня оз. Байкал открылись береговые зоны, удобные для пребывания древнего человека, основной деятельностью которого были охота, собирательство и промысел. Постепенно деятельность человека расширялась вырубкой лесов, распашкой земель под посевы, скотоводством, разработкой месторождений, добычей и переработкой полезных ископаемых, что влекло за собой влияние человека на природные ландшафты. За последние 30 лет отмечена смена видов землепользования в Приольхонье, увеличение и уменьшение интенсивности антропогенного воздействия от различных видов природопользования. Практически прекратилась добыча и переработка полезных ископаемых, значительно уменьшилось сельскохозяйственное использование территории, появилось и усилилось рекреационное воздействие на ландшафты побережья Байкала. Приольхонье входит в состав предбайкальской впадины с высотными отметками в среднем 600–800 м, вытянутой вдоль горного обрамления западного побережья оз. Байкал (Приморского хребта). Климат региона резко континентальный, сухой и холодный, в осенне-зимний сезон ветреный. Основными факторами формирования такого климата являются влияние Приморского хребта и водной массы Байкала, а также значительная удаленность региона от морей и океанов. Здесь сформировался геоботанический Ольхонско-Приангарский сосново-лесостепной округ.

Ключевые слова: землепользование, освоение земель Приольхонья, хозяйственная деятельность человека, западное побережье озера Байкал

DEVELOPMENT AND USE OF LANDS OF PRIOL'KHON REGION

Zvereva N.A.

V.B. Sochava Institute of geography SB RAS, Irkutsk, e-mail: koffffein@mail.ru

The article is dyvoted to the prysentation of the historical stages of dyvelopment, development of land use in the tyrritory of Priolkhonye, as well as the modern transformation of natural landscapes and changes in their properties under the influence of human activity. The stages of formation of the relationship between nature and man on the coast of Lake Baikal are considered. Highlighted: Mukhora, Serov, Glazkovsky, Kurumchinsky, Khorinsky, Buryat, Soviet and modern periods. A characteristic of the use of the lands of the studied territory during various periods of its development is given. After the decline of Lake Baikal, coastal zones were opened convenient for the stay of an ancient man, whose main activity was hunting, gathering and fishing. Gradually human activity extended deforestation, plowing of lands for crops, cattle breeding, development of fields, production and processing of minerals that involved influence of the person on natural landscapes. Over the past 30 years, there has been a change in land use in Priol'khon region, an increase and decrease in the intensity of anthropogenic impact from various types of environmental management. The extraction and processing of minerals has practically ceased, agricultural use of the territory has significantly decreased, and recreational impact on the landscapes of the Baikal coast has appeared and intensified. Priol'khon region is part of the pre-Baikal depression with elevations of an average of 600-800 m, elongated along the mountain frame of the western coast of Lake Baikal (Primorsky ridge). The climate of the region is sharply continental dry and cold, in the autumn-winter seasons it is windy. The main factors in the formation of such a climate are the influence of the Primorsky ridge and the water mass of Lake Baikal, as well as the significant distance of the region from the seas and oceans. Here the geobotanical Olkhon-Priangarsky pine-forest-steppe district was formed.

Keywords: land use, development of the lands of Priol'khon region, human economic activity, the west coast of Lake Baikal

Приольхонье – регион западного Прибайкалья – относится к Ольхонскому району Иркутской области. Территория исследования с уникальными природными условиями, которые нигде более не встречаются в Иркутской области. Это наиболее аридный участок территории вокруг оз. Байкал с малым количеством осадков (200–300 мм в год), преимущественно степной и лесостепной растительностью. Недостаточность атмосферных осадков усугубляется на данной территории большой водопроницаемостью почв и грунтов щебнисто-суглинистого состава.

Цель исследования: сбор и анализ литературных данных об истории освоения и использования земель Приольхонья.

Материалы и методы исследования

Приольхонье – прилегающая к острову Ольхон территория, располагающаяся на юго-западном побережье оз. Байкал. В структуре неотектоники территория является ступенью между Приморским хребтом

и южной котловиной оз. Байкал. В юго-восточном направлении она граничит с Приольхонским, а в северо-западном – с Приморским сбросом. В 2015 и 2020 гг. проведены полевые ландшафтно-географические исследования в Приольхонье с описанием природно-экологической обстановки и отбором проб почв, пород, растительности; сделаны некоторые анализы пород и почв в ИГ СО РАН; проведены социологические опросы; собраны и систематизированы статистические и опубликованные материалы [1–3].

Результаты исследования и их обсуждение

Освоение и заселение Прибайкалья происходило поэтапно и неравномерно. В истории использования территории в хозяйственных целях человека, а также по мощности воздействия наблюдались регрессивные и прогрессивные периоды. Освоение территории Приольхонья началось в палеолите (50–10 тыс. лет до н.э.). Населявшие его в то время кочевые народы занимались в основном рыболовством, охотой и собирательством, и изменением природной среды они не были заинтересованы. Поэтому в то время антропогенное воздействие на естественную среду было незначительным.

На западном побережье оз. Байкал найдены первые стоянки человека во время преобладания древесной растительности и потепления климата (16–17 тыс. лет назад в позднем сартане). Тогда длительность промерзаний на мелководьях существенно снизилась. После понижения уровня Байкала открылись прибрежные территории, комфортные для жизнедеятельности. Устойчивые периоды потепления возникли 15,5–13,2 тыс. лет назад (неразделенные межстадиалы позднего ледниковья вендермер-белинг), сменяющиеся похолоданием раннего (13,2–12,9 тыс. лет назад) и позднего (12,5–11,7 тыс. лет назад) дриаса [1]. Первые поселения людей характерны для данного периода.

В истории освоения исследуемой территории человеком выделяют 8 этапов этногенеза. Освоение территории исследования приведено по этапам на основе анализа опубликованных литературных материалов по истории, геохронологии, регионоведению, археологии [1–3].

Мухорский этап – время позднеледниковья – начало атлантического периода голоцена (15,5–9 тыс. лет назад). Геохронологическая и археолого-историческая шкала этапов отображена в работах [1–3]. Природные ландшафты палеолита были представлены горными тундрами водоразделов и склонов, лесотундрами долин с малой обеспеченностью влагой, криоксерофитными и петрофитными степями в долинах рек межгорий и котловин, березово-лиственничными группировками редколесий. В голоцене растительность изменилась на разнотравно-злаковые степи и разреженные светлохвойные (в основном лиственничные) редколесья, ивняки и ельники речных долин. Основной вид деятельности в рассматриваемый период – охота и собирательство. Большие животные, которые добывались человеком в то время – олени и бизоны. Охота на них явилась причиной выбора места жительства людей (рис. 1) – открытых степных территорий побережий в сочетании с лесостепями [4].

Рис. 1. Стационарное жилище полуземляного типа верхнепалеолитических обитателей Прибайкалья

Серовский этап. Между палеолитом и неолитом (9–4 тыс. лет назад) климат и окружающая среда стали существенно меняться. В атлантический период голоцена наступает ощутимое увлажнение и потепление со сменой тундровой растительности (имеющей широкое распространение в то время) на лесную на водоразделах и склонах, и увеличением территорий, занятых степями и лесостепями в долинах. В данный период в горах появляются темнохвойные леса, реки становятся полноводными, а их поймы – более плодородными. В лесу преобладают лоси, олени, косули, волки и медведи. Люди расселяются на территории побережья оз. Байкал и по устьям рек. В данный период стали широко произрастать растения, которые использовались в пищу человеком.

Рис. 2. Петроглифы на объекте Елгазур (слева) и горе Сахюртэ [6]

Глазковский этап. Бронзовый век на территории исследования приведен: с конца суббореального до начала субатлантического периода голоцена (4–2,2 тыс. лет назад) во время понижения обеспеченности теплом и влагой ландшафтов. На территории Приольхонского плато и предгорья Приморского хребта произошло увеличение площади степных и остепненных ландшафтов, на водоразделах разредились леса. Уменьшилось количество оленей и лосей до полного их исчезновения. Большее количество населения переходит в леса р. Лены (верховье) за уходящими промысловыми животными. Оставшиеся люди группируются в поселения. Воздействие хозяйственной деятельности человека проявляется в несущественной рубке леса на побережье оз. Байкал.

Трудные условия среды обитания вынуждают человека изготавливать и применять металлические орудия и глиняную посуду. Первостепенный источник пропитания – рыбный промысел – был модифицирован и достиг высшей точки [4].

Курумчинский этап. Субатлантический период потепления и увлажнения климата голоцена, эпоха раннего железа (II в. до н.э. – X в. н.э.), которая на территории исследования зафиксирована 1500 лет назад. Важное событие экономического развития региона – выплавка железа. Археологические находки в Приольхонье железных орудий труда, полученные сыродутным методом, датированы возрастом 2180 ± 30 и 2050 ± 35 лет [5]. В начале нашей эры формируется другая система природопользования. Формируется резкое изменение стратегии использования природных ресурсов: от присваивания и собирательства к производящему хозяйству. Произошла коренная трансформация в воздействии человека на естественные ландшафты. Происходила существенная вырубка лесов, локально – распашка земель, возводились ирригационные системы по долинам и склонам [3]. На территории долины р. Анги были подробно исследованы наскальные зооморфные рисунки размером 30–40 см, нанесенные охрой на поверхности скальных выступов (рис. 2).

Хоринский этап (1000–900 лет назад), конец субатлантического периода голоцена. Ландшафты того времени уже становятся похожи на современные, климат – холоднее и суше. В эпоху позднего железа (XI–XVI вв.) на территории Приольхонья происходят прогрессивная трансформация в культуре и хозяйстве людей. С уходом курыкан и приходом из Предсаянья племен хори-туматов формируется стратегия рационального природопользования (частично сохранялось земледелие, усовершенствовалось скотоводство, (на острове Ольхон)), производилась небольшая вырубка леса около поселений, модернизировались методы охоты. Однако по сравнению с предыдущим этапом использование земельных ресурсов на пахотных землях было крайне умеренным [3, 4].

Бурятский этап (360–0 лет назад) – происходит современное потепление климата в голоцене, ландшафт уже подобен современному, климат немного засушливее и холоднее. Русские исследовали данную территорию и осваивали по долине р. Лены, Нижней и Подкаменной Тунгуски до Верхоленья (в первой половине XVII в.). Возле о. Ольхон русские встретились с племенами хори, которые жили в каменных городищах и занимались примитивным скотоводством и земледелием. Характер антропогенного воздействия: вырубка лесов небольших территорий, расширение поселений, активное скотоводство, прокладка первых дорог. Освоение земель русскими имело две цели: разведка территорий

с месторождениями полезных ископаемых (серебро, золото, медь) и сбор ясака пушниной [3].

Советский этап. В начале XX в. не зафиксировано существенных изменений в экономической и общественной жизни жителей Приольхонья. Основные доходы в экономическое развитие региона приносит рыболовство и производство овечьей шерсти. С образованием крупных селений прокладываются дороги. В советское временя (1920–1980-е гг.) развивается другая система природопользования. Важные экономические отрасли: сельское и лесное хозяйство, освоение и добыча полезных ископаемых. Получает развитие рыбопромысловая отрасль.

Современный этап (с 1990-х гг. по настоящее время) характеризуется трансформацией природопользования. Сокращаются заготовка леса, использование месторождений полезных ископаемых, рыболовство и сельскохозяйственная деятельность. Активно развиваются туристическая и рекреационная деятельность человека. В 1986 г. создается Прибайкальский национальный парк, оз. Байкал и прилегающие ландшафты в 1996 г. включаются в список участков Всемирного наследия ЮНЕСКО, в 1999 г. издается «Закона об оз. Байкал» и др. последовавшие законы, приведшие к территориальному планированию, выделению Байкальской природной территории и Центральной экологической зоны (2002–2008 гг.). В настоящее время разрабатываются законы по регламентированному использованию территории побережья оз. Байкал и прилегающих территорий. Антропогенное влияние в современный период обозначается развитием фермерских хозяйств, строительством турбаз, незаконными вырубками леса, пожарами [4].

Два фактора определяют современное природно-хозяйственное устройство землепользования района. Во-первых, для него характерна природная структура, представляющая собой пояс горно-таежных ландшафтов с фрагментами сухих степей в Приольхонской межгорной депрессии, наклонными озерными равнинами Ольхона и холмистыми подгорными шлейфами западного побережья Малого Моря. Во-вторых, регион имеет достаточно длительный период исторического развития с участием двух крупных этнических культур – коренных бурятов и русской колонизации [7].

В настоящее время управление территорией района осуществляют местные органы власти, принципы и полномочия которых определены в федеральных и областных законах о местном самоуправлении. Земельные споры разрешаются на основе федеральных законов, областных нормативных актов о земле, лесах, а также других нормативно-правовых документов.

Из сельскохозяйственных угодий 76,3 % – горные пастбища, 12,4 % – сенокосы и 11,3 % – пашни. Имеются небольшие участки лесов, древесно-кустарниковой растительности, ручьев, болот, озера, находящиеся в хозяйствах [8]. Пахотные земли в регионе занимают 11,1 %, а на о. Ольхон – 7,8 %. Все они относятся к типу пахотных горных земель. Почвы пашен щебнистые, в Онгуренской системе они еще и каменистые и завалуненные. Большинство почв имеют легкий механический состав, подверженный почти повсеместно смыву и ветровой эрозии (дефляции). Вследствие недостаточного количества осадков почвы низкопродуктивные [7]. Сенокосы в районе ценятся наравне с пашней. В общей структуре сельскохозяйственных угодий на их долю приходится 5,8 %. Пастбищные угодья являются основным видом использования земель в сельском хозяйстве. Они относятся к горному типу, среди которых более распространены сухостепные угодья с низкой продуктивностью. Земли лесного фонда почти полностью расположены в водоохранной зоне Байкала, за исключением юго-западной окраины района – в верховьях течения реки Лены. Здесь за пределами водосборной площади Байкала выделен лесозаготовительный фонд для сбора древесины [8].

В 1986 г. по инициативе Иркутского облисполкома Постановлением Совета Министров РСФСР был организован Прибайкальский государственный национальный парк. В 1995 г. после утверждения Закона РФ «Об особо охраняемых природных территориях» в соответствии с Постановлением Правительства «Об изменении решений Правительства…» он стал называться Прибайкальским национальным парком (ПНП), с его созданием начал формироваться защитный пояс Байкала на западном берегу [7].

Земли населенных пунктов составляют общую площадь около 2,5 тыс. га, из них на пашни, огороды и сенокосы внутри поселковых черт приходится 610 га. В довоенном 1940 г. в районе насчитывалось

96 населенных пунктов, к настоящему времени сохранилось лишь 35. Земли промышленности, связи, транспорта и других землепользователей составляют в районе небольшую площадь – 1379 га. Эти земли используются под производственные постройки, коммуникации, карьеры. Самую большую площадь занимают карьеры добычи строительных материалов (гравий, песок и др.) дорожного ремонтно-строительного управления (1161 га). Не все карьеры после обработки вовремя рекультивируются [7].

Земли запаса – федеральный фонд свободных земель, находящихся под юрисдикцией местных органов власти. Ранее продуктивная резервная часть земель, пригодная для производства сельскохозяйственной продукции, передавалась в бессрочное пользование колхозам и совхозам. В настоящее время большинство сельскохозяйственных предприятий отказались от пользования ими по разным причинам.

Территория водного фонда непосредственно входит в часть акватории озера Байкал в границах Ольхонского района. Сухопутные участки в этой категории кадастровой регистрации не представлены. Акватория озера в районе представлена Байкалом и двумя его проливами: Малое Море и Ольхонские Ворота [8].

По рекреационной нагрузке на исследуемой территории преобладает автотуризм и палаточный отдых у воды (>50 тыс. туристов за сезон), далее – турбазы и базы отдыха.

В почвах степных ландшафтов побережья и в прибрежных водах Малого Моря обнаружены высокие содержания тяжелых металлов, фосфатов и других токсичных элементов [9, 10]. Почвенный покров рекреационной зоны сильно эродирован вследствие его малой мощности и высокой каменистости, а также высокой рекреационной нагрузки [11].

По данным исследований 2016 г. гранулометрический состав почв супесчаный и легкосуглинистый. Фракции песка (1–0,25 мм) в почвах исследуемой территории преобладают. Фракция физической глины в основном составляет 16–26%. Отношение концентрации углерода к азоту в почвах данной территории изменяется от среднего до низкого уровня. Отношение углерода к азоту (C:N) колеблется от 20:1 до 5:1. В торфянистых почвах отношение C:N до 64:1, в нижних минеральных горизонтах до 14:1. В торфянистых почвах наблюдается недостаток N, поэтому органические остатки разлагаются медленно. Разложение торфа происходит благодаря микроорганизмам, а пища для них – азот.

Высокое содержание гумуса, слабощелочная и щелочная среда являются геохимическими барьерами, на котором осаждаются тяжелые металлы. По результатам химического анализа почв по профилю от Приморского хребта до Байкала обнаружено, что содержание Ni (128 мг/кг), Co (59 мг/кг), Cr (137 мг/кг) в почвах около туристических баз на берегу оз. Байкал превышает предельно допустимые нормы в 2; 1,2; 1,4 раза соответственно. Повышенные содержания Pb (61 мг/кг) выявлены на месте туристических стоянок (с подъездом автотранспорта) около Ланинского ручья, превышающее ПДК в 2 раза. Обнаружено высокое содержание тяжелых металлов в почвах на остепненной территории вблизи береговой зоны, а также на более удаленных остепненных участках рекреационной зоны в предгорьях по сравнению с почвами среднегорных таежных лесов, которые редко посещаются туристами [9].

Заключение

Таким образом, освоение земель Приольхонья имеет длительную историю развития. Однако значительную антропогенную нагрузку ландшафты исследованного региона начали испытывать последние десятилетия. Почвы побережья и прибрежные воды имеют высокие содержания токсичных химических элементов, снижаются показатели плодородия земель под рекреационным воздействием. Однако с учетом большого количества заброшенных сельскохозяйственных земель и территорий добычи полезных ископаемых у ландшафтов имеется возможность самовосстанавливаться. Наблюдаются процессы восстановления лесных ландшафтов заброшенных земель.

Список литературы/References

1. Воробьева Г.А. Почва как летопись природных событий Прибайкалья: проблемы эволюции и классификации почв. Иркутск: ИГУ, 2010. 205 с.

Vorobyeva G.A. Soil as a chronicle of the natural events of Baikalia: problems of soil evolution and classification. Irkutsk: ISU, 2010. 205 p. (in Russian).

2. Безрукова Е.В., Летунова П.П. Изменение природной среды Приольхонья в среднем – позднем голоцене // Известия ИГУ. Серия: Геоархеология. Этнология. Антропология. 2012. № 1. С. 91–105. DOI: 10.5800/GT-2015-6-*1*-017.

Bezrukova E.V., Letunova P.P. Environmental change in the middle and lateholocene Priol'khon region // Izvestiya IGU. Seriya: Geoarkheologiya. Etnologiya. Antropologiya. 2012. № 1. P. 91–105. DOI: 10.5800/GT-2015-6-1-017 (in Russian).

3. Кузьмин С.Б., Данько Л.В. Палеоэкологические модели этно-природных взаимодействий. Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2011. 187 с.

Kuzmin S.B., Danko L.V., Paleoekologicheskiye modeli etnoprirodnykh vzaimodeystviy (Paleoecological models of ethnic interactions), Novosibirsk: Akademicheskoye izd-vo «Geo», 2011. 187 p. (in Russian).

4. Кузьмин С.Б., Абалаков А.Д., Белозерцева И.А., Шаманова С.И. Этноприродные системы Приольхонья // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1 (1). [Электронный ресурс]. URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=19058 (дата обращения: 11.01.2021).

Kuzmin S.B., Abalakov A.D., Belozertseva I.A., Shamanova S.I. Ethno-natural systems of preolkhon region // Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya. 2015. № 1 (1). [Electronic resource]. URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=19058 (date of access: 11.01.2021) (in Russian).

5. Харинский А.В. Металлургические центры Приольхонья конца I тысячелетия до н.э., начала I тысячелетия н.э. // Забайкалье в геополитике России. Улан-Удэ: БНЦ СО РАН. 2003. С. 84–86.

Kharinskii A.V. Metallurgical centers of the Olkhon region at the end of the 1st millennium BC, the beginning of the 1st millennium AD // Zabaykal'ye v geopolitike Rossii, Ulan-Ude: BNTS CO RAN. 2003. P. 84–86 (in Russian).

6. Новиков А.Г., Горюнова О.И. Наскальные рисунки долины реки Анги (западное побережье озера Байкал) // Геоархеология. Этнология. Антропология. Известия Иркутского государственного университета. 2014. Т. 9. С. 103–125.

Novikov A.G., Goryunova O.I. Rock Art of Anga River Valley (West Coast of Lake Baikal) // Geoarkheologiya. Etnologiya. Antropologiya. Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. 2014. Vol. 9. P. 103–125 (in Russian).

7. Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе. Ольхонский район. Ред. А.Н. Антипов. Иркутск: Институт географии СО РАН, 2004. 147 с.

Ecologically focused planning of land use in the Baikal region. Olkhon district. Red. A.N. Antipov. Irkutsk: Institut geografii CO RAN, 2004. 147 p. (in Russian).

8. Белозерцева И.А., Владимиров И.Н., Убугунова В.И., Убугунов В.Л., Екимовская О.А., Бардаш А.В. Почвы водоохранной зоны озера Байкал и их использование // География и природные ресурсы. 2016. № 5. С. 70–82. DOI: 10.21782 / GiPR0206-1619-2016-5.

Belozertseva I.A., Vladimirov I.N., Ubugunova V.I., Ubugunov V.L., Ekimovskaya O.A., Bardash A.V. Soils of the water protection area of lake Baikal and their use // Geografiya i prirodnyye resursy. 2016. № 5. P. 70–82. DOI: 10.21782 / GiPR0206-1619-2016-5 (in Russian).

9. Белозерцева И.А., Лопатина Д.Н., Зверева Н.А. Почвы восточного Приольхонья на побережье озера Байкал: современное состояние и использование // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2019. Вып. 97. С. 21–51. DOI: 10.19047/0136-1694-2019-97-21-51.

Belozertseva I.A., Lopatina D.N., Zvereva N.A. Soils of the eastern Priol'khonye on the coast of the Lake Baikal: current state and use // Byulleten' Pochvennogo instituta im. V.V. Dokuchayeva. 2019. Vol. 97. P. 22–53. DOI: 10.19047/0136-1694-2019-97-21-51 (in Russian).

10. Белозерцева И.А., Воробьева И.Б., Власова Н.В., Янчук М.С., Лопатина Д.Н. Химический состав снега акватории озера Байкал и прилегающей территории // География и природные ресурсы. 2017. № 1. С. 90–99.

Belozertseva I.A., Vorobeva I.B., Vlasova N.V., Janchuk M.S., Lopatina D.N. Chemical Composition of Snow in the Water Area of Lake Baikal and on the Adjacent Territory // Geografiya i prirodnyye resursy. 2017. № 1. P. 90–99 (in Russian).

11. Знаменская Т.И., Вантеева Ю.В., Солодянкина С.В. Факторы развития водной эрозии почв в зоне рекреационной деятельности в Приольхонье // Почвоведение. 2018. № 2. С. 221–228. DOI: 10.1134/S1064229318020151.

Znamenskaya T.I., Vanteeva J.V., Solodyankina S.V. Factors of the development of water erosion in the zone of recreation activity in the Ol'khon region // Pochvovedeniye. 2018. № 2. P. 221–228. DOI: 10.1134/S1064229318020151 (in Russian).

УДК 551.7:56:581.524.3:581.48

ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЛЕСНЫХ ФОРМАЦИЙ В СРЕДНЕМ ТЕЧЕНИИ НИЖНЕЙ ТУНГУСКИ В ПОСЛЕЛЕДНИКОВОЕ ВРЕМЯ

Кошкаров А.Д., Кошкарова В.Л.

ФИЦ КНЦ СО РАН «Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН», Красноярск,
e-mail: koshkarov.al@ksc.krasn.ru

В статье освещены результаты палеоботанического изучения двух разрезов, заложенных в торфяных отложениях на двух тестовых участках, в среднем течении р. Нижняя Тунгуска. На основании палеокарпологического и радиоуглеродного анализов реконструированы изменения растительности, климата и ландшафтов от 6500 лет назад и до современности. Материалом для исследования стали макроостатки ископаемых растений. Изменения видового состава макроостатков доминантных видов растений в каждом разрезе позволили объединить их в макрокомплексы, каждый из которых характеризует определенное время и ландшафтно-климатический режим. При анализе морфолого-анатомической физиономичности каждого ископаемого объекта по степени сохранности, проведена дифференциация их на две территориальные группы растений – локальная и сопредельная, т.е. расположенная по гипсометрическому уровню выше. В каждой группе определялся эдификатор и доминанты прошлого фитоценоза с использованием метода эколого-ценотического анализа, применяемого при фитоиндикации современных лесных экосистем и с учетом экологической приуроченности вида. Установлена динамика фитоценотической структуры растительных сообществ. Восстановление их видовой структуры позволило детализировать преобразования сукцессий с дифференциацией факторов, влияющих на их динамику. Дана количественная оценка их климатической обусловленности. Определены особенности формирования лесных сообществ по временным срезам голоцена. В период 6500–5000 лет назад при сопряженных изменениях тепла и влажности одновременно на всей территории исследования существовали южнотаежные ландшафты. Далее (5000–3000 л.н.) сформировавшаяся климатическая обстановка, вследствие наступившего похолодания, обусловила господство смешанных среднетаежных лесов. Последующее одновременное уменьшение температуры и влажности способствовало вытеснению темнохвойных формаций с доминированием в их составе двух лиственниц (*Larix gmelinii* (*Rupr.*) *Rupr.* и *Larix sibirica Ledeb.*). В настоящее время наметилась тенденция к расширению ареала темнохвойных.

Ключевые слова: Эвенкия, макроостатки, реконструкция растительности, климат, голоцен, геохронология

ECOLOGICAL AND GEOGRAPHICAL FEATURES OF FOREST FORMATION FORMATION IN THE MIDDLE CURRENT OF THE LOWER TUNGUSKA IN LAST LATE TIME

Koshkarov A.D., Koshkarova V.L.

FIC KSC SB RAS Forest Institute named after V.N. Sukacheva SB RAS, Krasnoyarsk,
e-mail: koshkarova.vl@ksc.krasn.ru

The article highlights the results of a paleobotanical study of 2 sections laid in peat deposits at 2 test sites, in the middle reaches of the Lower Tunguska River. Based on paleocarpological and radiocarbon analyzes, changes in vegetation, climate, and landscapes from 6500 years ago to the present have been reconstructed. The material for the study was the macroremains of fossil plants. Changes in the species composition of macroremains of dominant plant species in each section made it possible to combine them into macrocomplexes, each of which characterizes a certain time and landscape-climatic regime. When analyzing the morphological and anatomical physiognomy of each fossil object according to the degree of preservation, they were differentiated into 2 territorial groups of plants – local and contiguous, i.e., located at the hypsometric level above. In each group, the edificator and dominants of the past phytocenosis were determined using the method of ecological-cenotic analysis, which is used for phytoindication of modern forest ecosystems and considering the ecological confinement of the species. The dynamics of the phytocenotic structure of plant communities has been established. The restoration of their species structure made it possible to detail the transformations of successions with the differentiation of factors influencing their dynamics. A quantitative assessment of their climatic condition is given. The features of the formation of forest communities based on the Holocene time sections have been determined. In the period 6500-5000 years ago, with conjugate changes in heat and humidity, southern taiga landscapes existed simultaneously throughout the study area. Further (5000-3000 years ago), the formed climatic situation due to the onset of a cold snap determined the predominance of mixed middle taiga forests. The subsequent simultaneous decrease in temperature and humidity contributed to the displacement of dark coniferous formations dominated by two larch trees (*Larix gmelinii* (Rupr.) Rupr. and *Larix sibirica* Ledeb.). Currently, there has been a tendency to expand the range of dark conifers.

Keywords: Evenkia, fossil macroremains, vegetation reconstruction, climate, Holocene, geochronology

Голоцен (последние 10 тысяч лет от современности) является одной из более-менее разработанных моделей для расшифровки закономерностей естественного развития лесных экосистем прошлого. Однако определение влияния различных факторов на их формирование требует еще детального, на видовом уровне, изучения. Имеющийся к настоящему времени палинологический материал по голоцену Восточ-

ной Сибири малочисленный, интерпретация которого выполнена в основном на родовой таксономии ископаемых флор [1; 2]. Поэтому оценка особенностей влияния эколого-географических условий на организацию фитоценотической структуры регионального растительного покрова, как одного из компонентов геосистем, является определенным информационным вкладом в повышение качества реконструкции и прогноза изменений природной среды. Детальное воссоздание видовой структуры лесных сообществ, их эколого-ценотическая оценка позволят установить характер вековых сукцессионных процессов, скорость и направленность, величину сдвига природных зональных и провинциальных границ и миграционные возможности основных лесообразующих пород. Такая информация выявляет не только динамику пространственной дифференциации типов растительности, но и механизмы трансформации их структуры под воздействием различных внешних факторов в долговременной ретроспективе, и в первую очередь климата. И здесь применение палеокарпологического метода при изучении голоценовых отложений приобретает неотъемлемую часть палеоботанических исследований. Данные палеокарпологии дают таксономически наиболее богатые видовые палеокомплексы растений [1], которые лучше отражают условия среды.

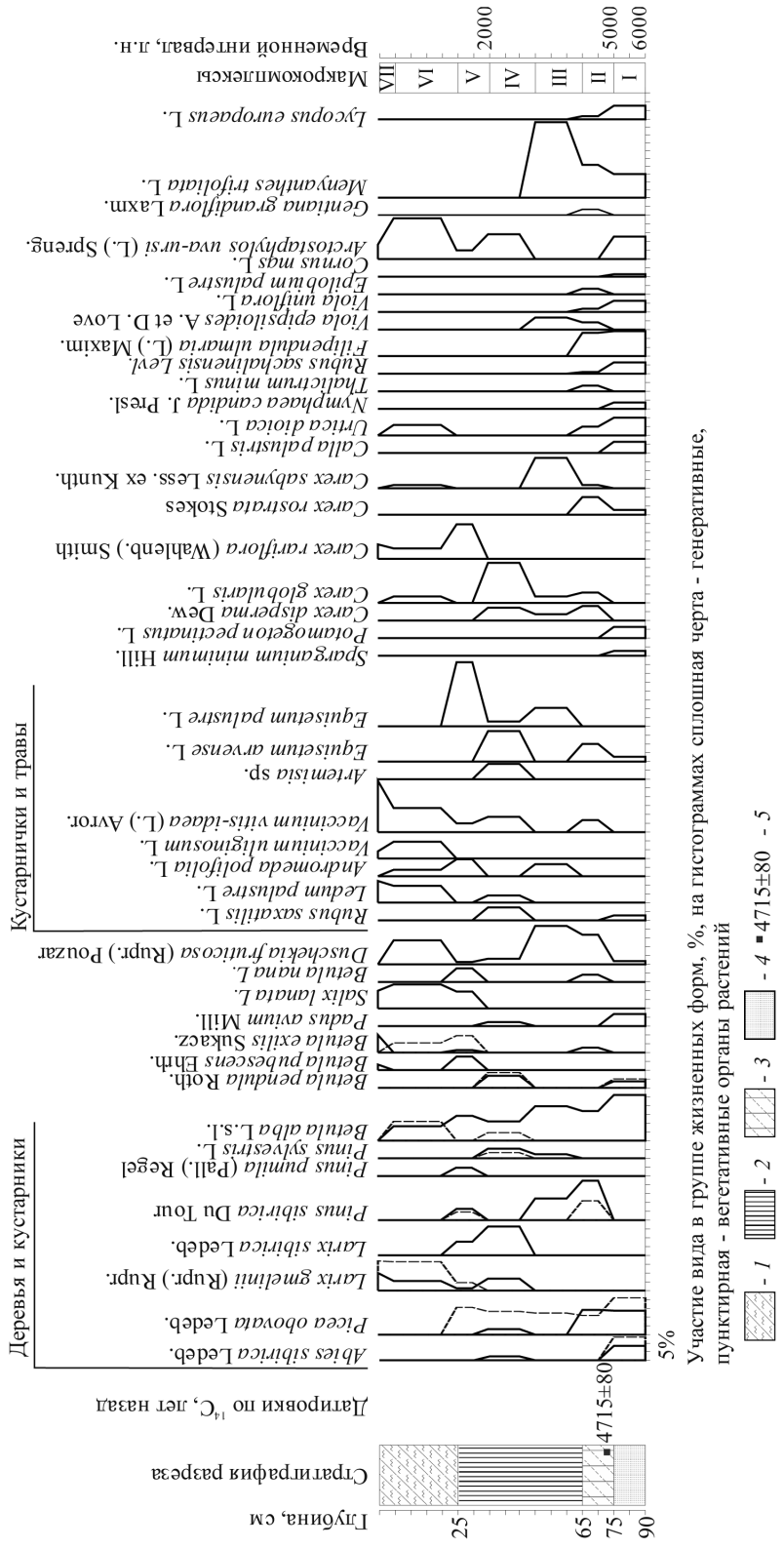
Основная цель исследования – выполнить реконструкцию растительного покрова на основе палеокарпологического изучения голоценовых отложений. В ее задачи входило: выявить последовательность смен эколого-ценотических групп прошлых растительных сообществ, дать количественную оценку климата их существования и провести анализ динамики лесных формаций по гипсометрическим уровням.

Материалы и методы исследования

В работе представлены результаты палеокарпологического исследования двух разрезов, заложенных на двух тестовых участках: западный – разрез «Порох», восточный – разрез «Бугарикта». Их территории расположены в среднем течении р. Нижней Тунгуски средней подзоны тайги в пограничной полосе с северной тайгой.

Материалом для исследования стали макроостатки ископаемых растений (семена, плоды, вегетативные части растений, обломки и угольки древесины и др.), извлеченные из голоценовых отложений. Данные видового состава макроостатков доминантных видов растений в каждом разрезе позволили разделить их на макрокомплексы по лидирующим эдификаторам. Выделенные макрокомплексы – это временные интервалы, каждый из которых характеризуется своим ландшафтно-климатическим режимом.

Процедура обработки палеокарпологических данных проводилась с позиций лесоведения по общепринятой методике, с дополнениями авторов применительно к голоцену, что подробно освещалось авторами ранее [3]. Уместно отметить, что объектами палеокарпологии становятся только те остатки видов растений, которые были типичны и доминировали в прошлых фитоценозах. Особенностью применяемого авторами метода является то, что индивидуально изучается анатомо-морфологический портрет каждого ископаемого объекта. Поскольку голоценовым макроостаткам свойственна хорошая физиономичность, то помимо видовой идентификации это позволило дифференцировать их на три группы удаленности от материнского растения: локальная, сопредельная, региональная. Это хорошо диагностируется по наличию следов транспортировки на поверхности ископаемых объектов. По этому же признаку установлено, что во всех макрокомплексах остатки вегетативных частей растений по большей части являются локальными. На этой основе определялось пространственное распределение палеосообществ разной структуры и статуса. Судя по составу изученных ранее субрецентных макрокомплексов в центральной части Эвенкии (район п. Тура) [3], основная часть доминирующих и содоминирующих остатков каждого макрокомплекса в первую очередь правильно отражает растительное сообщество в точке его формирования. Содержание в комплексах остатков от 1 до 10% указывает на состав растительности, окружающей точку исследования, характеризуя лесную формацию. Участие же в комплексе остатков менее 5% и единично говорит об их привнесенности и свидетельствует о доминантах палеоландшафта. Таким образом, каждый ископаемый макрокомплекс позволяет реконструировать не только локальный тип растительности, но и местный, и региональный. Выявление эдификаторов и доминантов в прошлых растительных сообществах разного уровня проводилось с использованием метода эколого-ценотического анализа [4], применяемого при фитоиндикации современных лесных экосистем.



Виды торфа: 1 – осоково-сфагновый, 2 – древесный, 3 – гипново-древесный. 4 – Песок. 5 – Глубина отбора образцов на радиоуглеродный анализ и датировки по ^{14}C

Рис. 1. Карпограмма разреза «Порох»

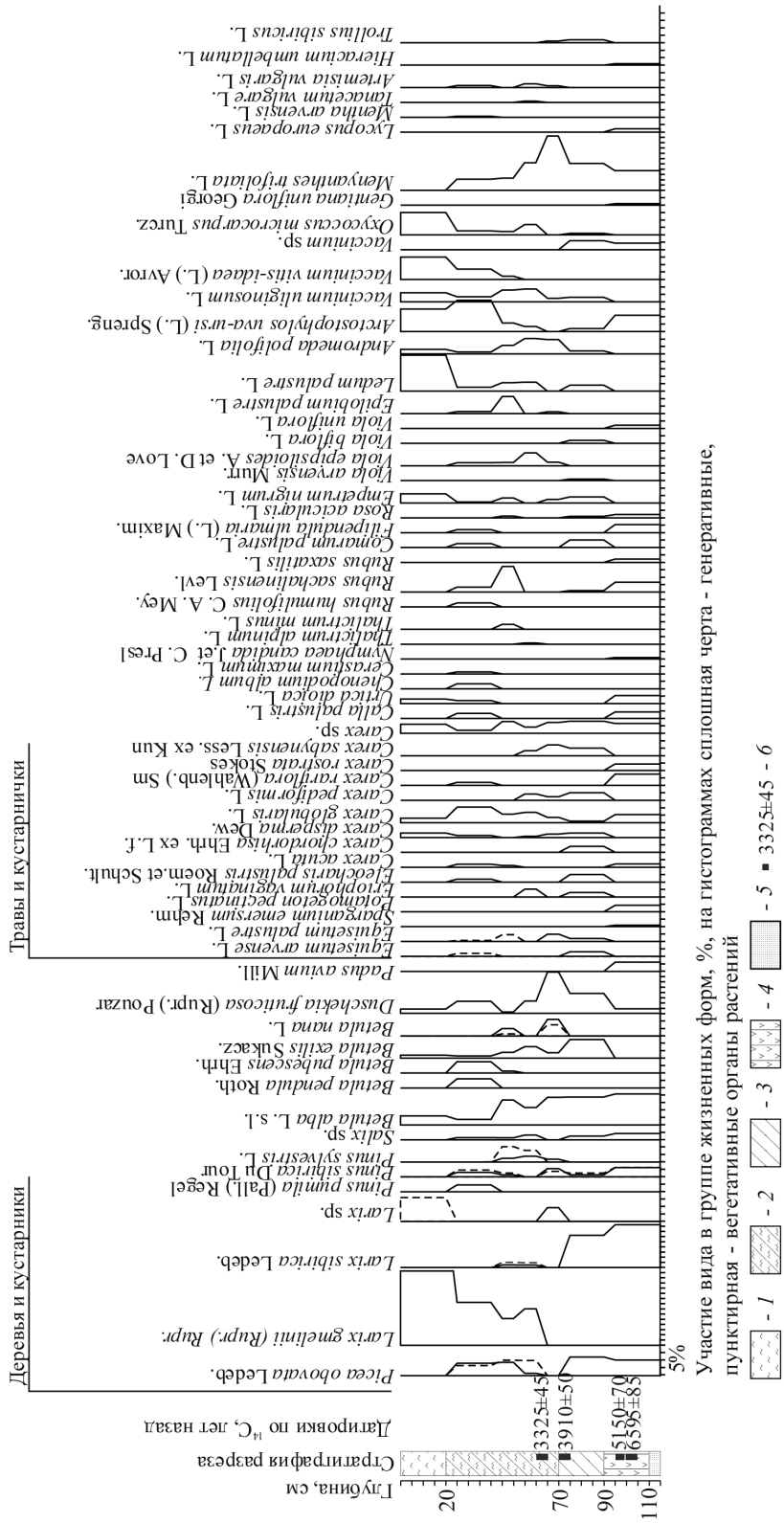


Рис. 2. Карпограмма разреза «Бугарикта», высота над у.м. – 170 м
Виды отложений. Торф: 1 – сфагновый, 2 – сфагново-осоковый, 3 – осоковый, 4 – травяно-древесный. 5 – Песок. 6 – Радиоуглеродные датировки по ^{14}C

И здесь, в первую очередь, наиболее четким показателем преобразований, происходящих в растительном покрове, являлся видовой состав травяно-кустарничкового яруса, как наиболее мобильного структурного компонента, быстрее реагирующего на различные флуктуации природных условий. По результатам анализа ископаемого материала для каждого разреза построены карпограммы, отражающие изменения видового состава комплексов макроостатков растений по временным отрезкам голоцена, а, следовательно, и динамику биоразнообразия прошлых фитоценозов (например, рис. 1).

Для характеристики палеоклимата в точках исследования привлечены данные метеостанций аналоговых территорий. Основным актуалистическим источником палеореконструкций стали геоботанические карты современного растительного покрова, лесоустроительные материалы, а также при заключительном анализе палеоботанического материала стала эколого-фитоценотическая карта современного растительного покрова Сибири.

Результаты исследования и их обсуждение

Западный тестовый участок расположен на правом берегу р. Нижняя Тунгуска надпойменной террасы приустьевой части р. Порох в междуречье рек Кочумдек и Тутончана. В растительном покрове здесь доминируют лиственничники зеленомошно-лишайниковые и кустарничково-моховые с примесью березы, ели, кедра и реже сосны. Закладка разреза «Порох» (64°24'27" с.ш., 93°4'48" в.д.) и отбор образцов сделаны в редкостойном лиственничнике (9Л1Б) осоково-багульниково-сфагновом в окружении лиственничника лишайниково-зеленомошного с небольшой примесью березы и кедра. На основании палеокарпологического анализа образцов построена карпограмма (рис. 1) эколого-ценотических спектров комплексов макроостатков растений по временным отрезкам голоцена, которые отразили динамику трансформации растительного покрова начиная с 6000 лет назад (далее л.н.). В первой половине периода на территории господствовали пихтово-еловые и елово-кедровые, в конце с участием сосны, разнотравные леса южнотаежного облика. Далее их сменили лиственничные формации, вначале с доминированием лиственницы сибирской, затем с лиственницей Гмелина.

Восточный тестовый участок расположен на левом берегу Нижней Тунгуски в 3,5 км на ССЗ от устья р. Бугарикта (200 км выше п. Тура). На территории наиболее высокие части водоразделов заняты лиственнично-сосновыми бруснично-багульниково-моховыми лесами с подлеском из ольхи. На менее высоких и пониженных частях господствуют разные типы кустарничково-сфагновых лиственничников. Большие площади заняты верховыми кустарничково-сфагновыми болотами. Разрез «Бугарикта» (64°0'46" с.ш., 103°4'27" в.д.) заложен на осоково-багульниково-сфагновом болоте в окружении лиственничника багульниково-брусничного с елью, который выше по уровню сменяется лиственнично-сосновым лесом толокнянково-бруснично-лишайниковым. Палеокарпологический материал, представленный в карпограмме (рис. 2), отразил смены растительности, начиная с 7000 л.н. Здесь четко проявилось господство елово-лиственничных формаций с лиственницей сибирской в первой половине периода и с лиственницей Гмелина – во второй.

Общий таксономический состав реконструированной ископаемой флоры составил 70 таксон, из них – 65 виды.

На основании синтеза палеокарпологического материала, рассмотренного выше нового и полученного ранее по анализу разрезов лесных почв в окрестностях п. Туры [3], считается, что эволюция растительного покрова в среднем течении р. Нижней Тунгуски восстанавливается по семи возрастным уровням (таблица), начиная со второй половины атлантического периода общепринятой хроностратиграфической схемы голоцена [5].

Проведенные исследования выявили существование в конце атлантического периода мягкого, более сухого и теплого климата, чем ныне. В то время территория среднего течения Нижней Тунгуски была занята в западной части темнохвойной тайгой южнотаежного облика, а в восточной господствовали смешанные леса с участием южнотаежных элементов. Далее сформировавшаяся климатическая обстановка вследствие наступившего короткопериодного похолодания способствовала большему развитию смешанных среднетаежных лесов, исчезновению пихты, но появлению сосны и укреплению позиции кедра на западе. Позже пришедшее похолодание и нарастание континентальности климата привело к вытеснению темнохвойных пород и господству лиственничных формаций вначале с доминированием *Larix sibirica*, а затем только из *Larix gmelinii*.

Динамика голоценовых растительных формаций в бассейне р. Нижней Тунгуски в голоцене

Временные периоды голоцена, лет назад	Время, датированное по ^{14}C, лет назад	Абсолютная высота над уровнем моря в метрах	
		100 (западная часть)	200 (восточная часть)
Современность		Лиственничная лишайниково-зеленомошная, ед. береза, кедр	Лиственнично-сосновая толокнянково-бруснично-лишайниковая
0–500	510 ± 30*	Березово-лиственничная (*Larix gmelinii*) толокнянково-брусничная	Березово-лиственничная (*Larix gmelinii)* кустарничково-моховая
0–1000	910 ± 40#	Лиственнично-кедровая (*Larix gmelinii*) бруснично-толокнянковая	Кедрово-лиственничная (*Larix gmelinii*) толокнянково-брусничная с кедровым стлаником (*Pinus pumila*)
1000–2000	1690 ± 40*	Сосново-кедровые толокнянково-брусничная (*Larix gmelinii, Larix sibirica*) с кедровым стлаником (*Pinus pumila*) Т°янв выше на 3 °С, Т°июля выше на 2 °С. Годовые осадки больше на 60 мм	Сосново-лиственничная кустарничковая (*Larix gmelinii, Larix sibirica*)
2000–3000	2420 ± 45*	Сосново-лиственничная бруснично-толокнянковая (*Larix gmelinii*, *Larix sibirica*) Т°янв ниже на 2°С, Т°июля ниже на 1 °С. Годовые осадки меньше на 100 мм	Сосново-лиственничная мохово- кустарничковая (*Larix gmelinii, Larix sibirica*) Т°янв ниже на 4°С, Т°июля ниже на 0,5 °С. Годовые осадки меньше на 30 мм
3000–4000	3325 ± 45* 3910 ± 80*	Сосново-кедровая кустарничково-осоковая	Березово-кедрово-лиственничная с ольхой кустарничковая (*Larix sibirica*)
4000–5000	4715 ± 80#	Елово-кедровая разнотравно-брусничная	Елово-лиственничная (*Larix sibirica*) разнотравно-кустарничковая леса
5000–6500	5150 ± 70# 6595 ± 85*	Пихтово-еловая кустарниково-разнотравная южнотаежного облика Т°янв выше на 4°С, Т°июля выше на 2 °С. Годовые осадки меньше на 50 мм	Кедрово-лиственничная (*Larix sibirica*) разнотравно-кустарничковая с южнотаежными элементами леса в сочетании с лесостепными участками Т°янв выше на 2°С, Т°июл выше на 1 °С. Годовые осадки больше на 150 мм

Примечание. Радиоуглеродные датировки выполнены: * – в Институте леса им. В.Н. Сукачева СО РАН [1], # – в Институте геологии и минералогии им В.С. Соболева СО РАН к.г.-м.н. Л.А. Орловой.

В последнем 2000-летнем интервале (после позднеголоценового похолодания 3000–2000 л.н.) наступившее потепление и уменьшение континентальности климата способствовало сокращению участия лиственниц в древесном пологе лесных формаций, особенно *Larix gmelinii* в западной части бассейна р. Н. Тунгуска, и укреплению позиций сосны и кедра. В это же время в подлеске принимает участие и *Pinus pumila*, ареал которого постепенно смещается на восток. Последующее похолодание и усиление континентальности постепенно преобразовало растительный покров в современный облик.

Заключение

Установлено, что в динамике лесных формаций среднего течения р. Нижней Тунгуски в голоцене проявились общие закономерности эволюции растительного покрова Центральной части Средней Сибири, выявленные по палинологическим данным. Кроме того, корреляция полученного палеокарпологического материала с подобным палеоботаническим показывает четкое совпадение основных рубежей смен растительного покрова с хорошо датированными записями изменения природной среды Сибири [6; 7]. Выполненные исследования пополнили банк данных по видовому биоразнообразию растительности голоцена детально-региональной информацией мало изученной истории голоцена Эвенкии, что поможет надежнее строить научный прогноз для решения вопросов рационального природопользования.

Работа выполнена при поддержке РФФИ – грант № 18-04-01068.

Список литературы / References

1. Бляхарчук Т.А. Послеледниковая динамика растительного покрова Западно-Сибирской равнины и Алтае-Саянской горной области (по данным спорово-пыльцевого анализа болотных и озерных отложений): дис. … докт. биол. наук. Томск, 2010. 519 с.

Blyakharchuk T.A. Postglacial dynamics of the vegetation cover of the West Siberian Plain and the Altai-Sayan mountainous region (according to the data of spore-pollen analysis of bog and lacustrine deposits): dis. … dokt. biol. nauk. Tomsk, 2010. 519 p. (in Russian).

2. Безрукова Е.В., Белов А.В., Летунова П.П., Кулагина Н.В. Отклик природной среды Ангаро-Ленского плато на глобальные изменения климата в голоцене // Геология и геофизика. 2014. № 55 (4). С. 594–604.

Bezrukova E.V., Belov A.V., Letunova P.P., Kulagina N.V. The response of the natural environment of the Angara-Lena plateau to global climate changes in the Holocene // Geologiya i geofizika. 2014. № 55 (4). P. 594–604 (in Russian).

3. Кошкарова В.Л., Кошкаров А.Д. Палеоэкология и динамика лесных экосистем в Центральной части Эвенкии за последние 3000 лет // Экология. 2005. № 1. С. 3–10.

Koshkarova V.L., Koshkarov A.D. Paleoecology, and dynamics of forest ecosystems in the central part of Evenkia for the last 3000 years // Ekologiya.2005. № 1. P. 3–10 (in Russian).

4. Назимова Д.И., Дробушевская О.В., Данилина Д.М. и др. Биоразнообразие и динамика низкогорных лесов Саян: региональный и локальный уровни // Разнообразие и динамика лесных экосистем России. М: Товарищество научных изданий КМК, 2012. Кн. 1. С. 131–172.

Nazimova D.I., Drobushevskaya O.V., Danilina D.M. et al. Biodiversity and dynamics of low-mountain Sayan forests: regional and local levels // Raznoobraziye i dinamika lesnykh ekosistem Rossii. M: Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2012. Kn. 1. P. 131–172 (in Russian).

5. Развитие ландшафтов и климата Северной Евразии. Поздний плейстоцен – голоцен – элементы прогноза: атлас-монография. Вып. III / Под ред. Проф. А.А.Величко. М.: ГЕОС, 2010. 220 с.

Development of landscapes and climate of Northern Eurasia. Late Pleistocene – Holocene – prediction elements: atlas-monografiya. Vyp. III / Pod red. Prof. A.A.Velichko. M.: GEOS, 2010. 220 p. (in Russian).

6. Величко А.А. Эволюционная география: проблемы и решения / Отв.ред. И.И. Спасская. М.,: ГЕОС, 2012. 570 с.

Velichko A.A. Evolutionary geography: problems and solutions / Otv.red. I.I. Spasskaya. M.: GEOS, 2012. 570 p. (in Russian).

7. Groisman P.A., Blyakharchuk T.A., Chernokulsky A.V., Arzhanov M.M., Marchesini L.B.M., Bogdanova E.G., Borzenkova I.I., Bulygina O.N., Karpenko A.A., Karpenko L.V., Knight R.W., Khon V.Ch., Korovin G.N., Meshcherskaya A.V., Mokhov I.I., Parfenova E.I., Razuvaev V.N., Speranskaya N.A., Chebakova N.M., Vygodskaya N.N. Climate changes in Siberia // Regional Environmental Changes in Siberia and Their Global Consequences. «Springer Environmental Science and Engineering» New York – London, 2013. P. 57–109.

УДК 556: 544.723

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИОНОВ МЕДИ, МАРГАНЦА И ЖЕЛЕЗА ИЗ ПРИРОДНЫХ И СТОЧНЫХ ВОД

Пимнева Л.А., Пинигина И.А., Решетова А.А.

Тюменский индустриальный университет, Тюмень, e-mail: pimnevala@tyuiu.ru

Извлечение тяжелых металлов из природных и промышленных сточных вод является важной экологической задачей по охране водных ресурсов. Загрязняющие вещества попадают в водные ресурсы в результате миграции соединений тяжелых металлов, с одной стороны, а с другой, в результате поступления промышленных сточных вод. Тяжелые металлы токсичны для водных организмов и растений. С экономической точки зрения для очистки вод целесообразно использовать ионообменную сорбцию. Извлечение катионов тяжелых металлов ионообменными катионитами обеспечивает не только глубокую очистку вод, но и возвращает в производство ценные металлы. В настоящей статье представлены результаты извлечения и концентрирования ионов меди (II), марганца (II) и железа (III) из растворов катионитом СФ-5. Сорбция и десорбция исследуемых ионов проводились в динамических условиях на катионите СФ-5. Установлено, что величина сорбируемости (моль/г) из водных растворов составила: Fe^{3+} = 23; Cu^{2+} = 8,8; Mn^{2+} = 9,2. Показано, что сорбируемость меди и марганца не достигает объемной емкости катионита (15,84 моль/г), что указывает на сорбцию ионов в виде простых катионов. Сорбируемость ионов железа по своей величине превышает обменную емкость катионита за счет образующихся комплексных ионов железа с ионогенными группами. Представленное различие поведения ионов при сорбции использовано для отделения ионов меди и марганца от ионов железа. Исследование процесса десорбции ионов меди, марганца и железа показало, что ионы меди и марганца легче вымываются из катионита растворами соляной и серной кислот, а ионы железа – растворами фтористоводородной кислоты. Исследования показали, что десорбция протекает при использовании малого объема кислот, количество которого уменьшается с увеличением концентрации вымывающего раствора. На основании экспериментальных данных при исследовании десорбции рассчитаны значения эффективности регенерации, констант обмена, коэффициентов распределения.

Ключевые слова: сорбция, десорбция, извлечение ионов, медь, марганец, железо, катионит СФ-5

THE EXTRACTION OF IONS OF COPPER, MANGANESE AND IRON FROM NATURAL WATERS AND WASTEWATERS

Pimneva L.A., Pinigina I.A., Reshetova A.A.

Industrial University of Tyumen, Tyumen, e-mail: pimnevala@tyuiu.ru

Extraction of heavy metals from natural and industrial wastewater is an important environmental task for the protection of water resources. Pollutants enter water resources as a result of the migration of heavy metal compounds on the one hand, and on the other hand, the flow of industrial wastewater. Heavy metals are toxic to aquatic organisms and plants. From an economic point of view, it is advisable to use ion exchange sorption for water treatment. Extraction of heavy metal cations ion-exchange with cation exchange resin provides not only deep cleansing waters, and return in the production of precious metals. This article presents the results of extraction and concentration of copper (II) manganese (II) and iron (III) ions from solutions with SF-5 cationite. It was found that the sorption capacity (mol / g) from aqueous solutions was: Fe^{3+} = 23; Cu^{2+} = 8,8; Mn^{2+} = 9,2. It is shown that the sorbability of copper and manganese does not reach the volume capacity of the cationite (15.84 mol/g), which indicates the sorption of ions in the form of simple cations. The sorption capacity of iron ions exceeds the exchange capacity of the cationite due to the formation of complex iron ions with ionogenic groups. The presented difference in the behavior of ions during sorption is used to separate copper and manganese ions from iron ions. The study of the process of desorption of copper, manganese and iron ions showed that copper and manganese ions are more easily washed out of the cationite by solutions of hydrochloric and sulfuric acids, and iron ions by solutions of hydrofluoric acid. Studies have shown that desorption occurs when using a small volume of acids, the amount of which decreases with increasing concentration of the leaching solution. Based on experimental data in the study of desorption, the values of regeneration efficiency, exchange constants, and distribution coefficients are calculated.

Keywords: sorption, desorption, ion extraction, copper, manganese, iron, SF-5 cationite

Вода – самое распространенное соединение на Земле. Вода является универсальным растворителем. Природные воды, находясь в контакте с почвенным покровом, атмосферой и недрами земли, способны растворять как минеральные, так и органические вещества. В природных водах, кроме этого, находятся живые организмы, различные микроорганизмы и растения. Поэтому природные воды называют естественными растворами. На состав природных вод влияет и работа промышленных предприятий.

Ежегодный мониторинг поверхностных вод водотоков Тюменской области показывает их загрязненность [1]. Основная часть загрязнений поступает в водоисточники транзитом из соседних областей [2]. Качество воды в водотоках зависит и от несанкционированных сбросов сточных вод промышленными предприятиями. Качество

воды в водных объектах на территории г. Тюмени согласно гигиеническим нормативам приведено в табл. 1 [3].

Наиболее опасны в природных и сточных водах ионные комплексные формы тяжелых металлов [4]. Такими ионами металлов в первую очередь являются медь, марганец и железо. С экономической точки зрения для очистки вод целесообразно использовать ионообменную сорбцию. Этот метод применяется для глубокой очистки вод.

Десорбция ионов металлов и регенерация катионитов способствует полному извлечению тяжелых металлов и получению продуктов регенерации в виде индивидуальных солей металлов.

Целью настоящей работы является исследование условий сорбции и десорбции ионов меди, марганца и железа из модельных водных растворов катионитом СФ-5.

Материалы и методы исследования

Исследование условий сорбции и десорбции ионов меди, марганца и железа проводили в динамических условиях на катионите СФ-5 при температуре 25 °С. Сорбция проводилась на модельных 0,2 М растворов для хлоридов меди и марганца, 0,3 М раствора хлорного железа. Десорбции подвергались 5 мг-экв ионов железа, меди и марганца. Растворы заданной концентрации и химического состава пропускались со скоростью фильтрации 1 мл/см^2·мин на 6 г катионита. Содержание ионов в фильтрате измерялось по стандартным методикам [5].

По данным химического анализа строились выходные кривые сорбции, интегральные и дифференциальные кривые десорбции, которые использовались для расчета параметров процесса: эффективности регенерации (η), коэффициентов весового и объемного распределения (K_d и K_V), констант элюирования (Е).

Результаты исследования и их обсуждение

Катионит СФ-5 получен сополимеризацией стирола и дивинилбензола с последующей обработкой треххлористым фосфором, затем омылением и окислением. Катионит в своей структуре в качестве ионогенных групп содержит фосфоновые группы – $PO(OH)_2$, степень ионизации характеризуется показателями $pK_1 = 3{,}1$ и $pK_2 = 8{,}4$; обменная емкость 15,84 моль/г. Это указывает на то, что сорбция ионов катионитом будет определяться значениями pH исходных растворов. На рис. 1 представлены выходные кривые ионов железа (III), меди (II) и марганца (II).

Выходные кривые сорбции катионов железа, меди и марганца имеют обычный вид. Величина сорбируемости (моль/г) из водных растворов составила: $Fe^{3+} = 23$; $Cu^{2+} = 8{,}8$; $Mn^{2+} = 9{,}2$. Сорбируемость по своей величине для $MeCl_2$ не приближается к значению обменной емкости катионита. Это указывает на сорбцию меди и марганца в виде простых катионов в соответствии с суммарной реакцией ионного обмена:

$$RP(O)(ONH_4)_2 + MeCl_2 = \\ = RP(O)O_2Me + 2NH_4Cl\,.$$

Таблица 1

Сведения о превышениях нормативов качества воды

Показатель	р. Тюменка	оз. Песьяное	руч. Ключи	р. Бабарынка	ПДК$_к$ (ПДУ)
pH	7,9	8,00	7,67	7,81	6,5–8,5
Взвешенные вещества	117,8	17	16	4,0	Не более 30 мг/дм^3 в межень
Сухой остаток	1087,5	672	568	202	1000
ХПК	91,6	27	5	37	30
БПК полн.	47,2	6,08	3,89	6,11	6
Аммоний-ион	6,3	0,61	1,51	0,71	1,5
Железо общ.	1,6	0,22	0,088	0,089	0,3
Марганец	1,9	0,9	0,33	0,13	0,1
Медь	6,3	2,5	5,3	1,57	1
Нефтепродукты	0,38	0,31	0,019	0,17	0,3

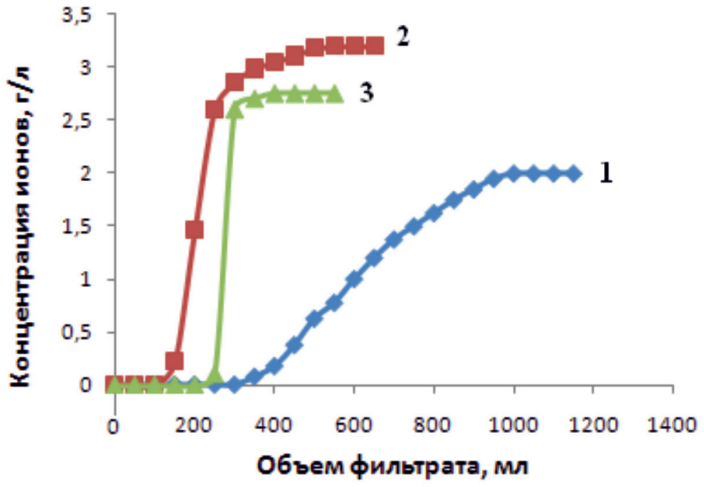


Рис. 1. Выходные кривые сорбции катионов Fe^{3+} (1), Cu^{2+} (2), Mn^{2+} (3) из хлоридных растворов катионитом СФ-5 в NH_4^+ – форме. Навеска ионита 6 г

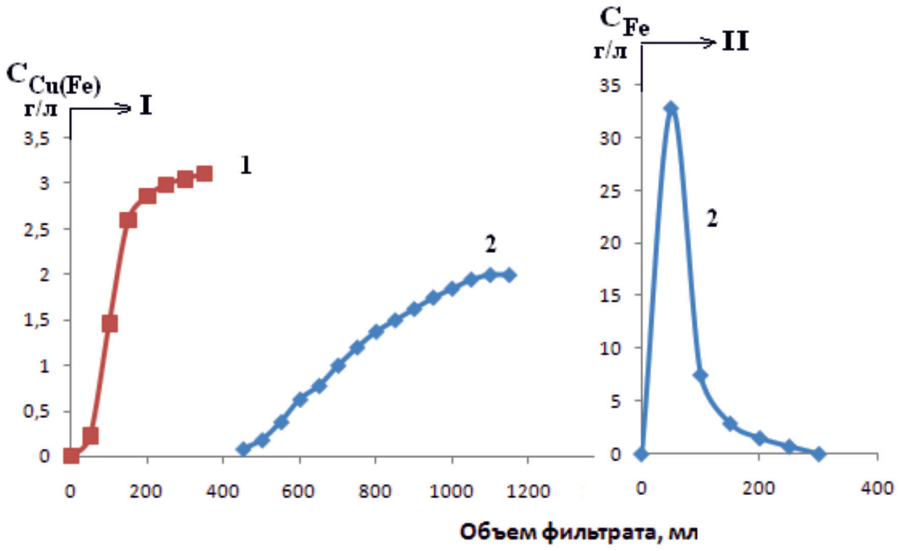


Рис. 2. Разделение ионов меди (1) и железа (2) в растворе 0,2М $CuCl_2$ + 0,3М $FeCl_3$ с применением катионита СФ-5 в NH_4^+-форме. Растворы: I – исходный; II – 3,0М HCl

При сорбции катионов железа сорбируемость, по своей величине превышает обменную емкость катионита. Это можно объяснить тем, что железо сорбируется в виде комплексных ионов $FeCl_2^+$ и $FeCl^{2+}$. Последнее подтверждается сорбцией одновременно с металлом и хлор-ионом.

$$RPOO_2(NH_4)_2 + FeCl^{2+} =$$
$$= RPO(O_2FeCl) + 2NH_4^+.$$

Полученные результаты исследования сорбции катионов железа (III), меди (II) и марганца (II), представленные на рис. 1, показывают, что на стадии сорбции наблюдаются различия. Эти различия можно использовать для выбора условий извлечения, концентрирования и разделения с использованием катионита СФ-5. Легко решаются задачи по разделению и очистке меди и марганца от примеси железа на стадии сорбции. На рис. 2 приводятся данные балансового опыта по разделению ионов меди и железа с помощью 6 г катионита СФ-5 в NH_4^+-форме в растворе 0,2М $CuCl_2$ + 0,3М $FeCl_3$.

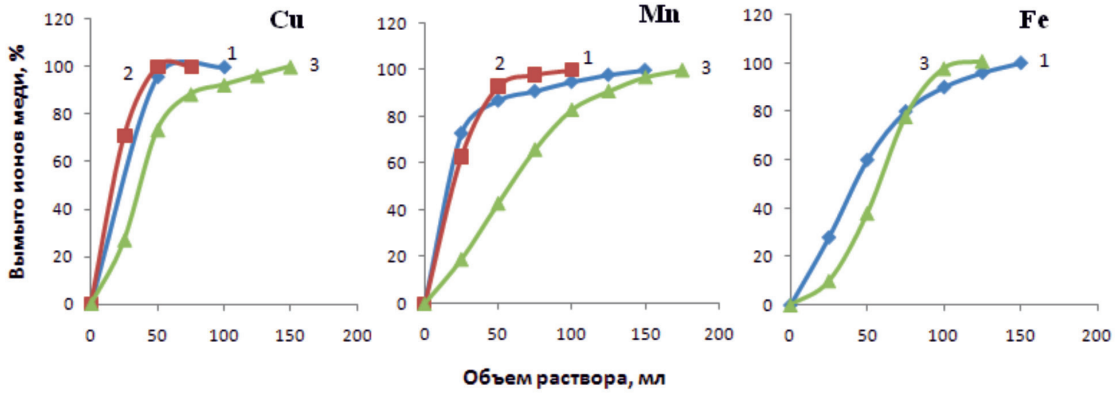


Рис. 3. Вымывание катионов Cu^{2+}, Mn^{2+}, Fe^{3+} из катионита СФ-5 3М растворами кислот: HCl (1), H_2SO_4 (2) и HF (3)

Для десорбции катионов и регенерации катионитов в промышленных установках используют растворы кислот и их аммонийных солей. На стадии десорбции катионов металлов можно получить важные технологические соединения.

На рис. 3 представлены сравнительные данные по десорбции исследованных ионов растворами соляной, серной и фтористоводородной кислот. При десорбции расходуется незначительное количество кислот, количество которых уменьшается с возрастанием концентрации вымывающего раствора. Повышение концентрации кислоты в десорбирующем растворе способствует протонированию ионогенных групп катионита и сдвигу за счет этого реакции ионного обмена

$$RP(O)O_2Me + H^+ = RPO(OH)_2 + Me^{2+}$$

в правую сторону.

Из результатов рис. 3 для ионов меди и марганца более эффективны растворы HCl и H_2SO_4, чем HF. В присутствии соляной и серной кислот ионы меди и марганца образуют комплексные хлоридные и сульфатные анионы, что и объясняет лучшую десорбцию этих ионов. Наоборот, из-за большой прочности фторидных комплексов железа HF оказывается эффективнее при десорбции ионов железа. Железо десорбируется из катионита только 3,0 и 2,0 М растворами соляной кислоты. Такое различие поведения объясняется образованием прочных комплексных соединений железа с ионогенными группами катионита.

Рассмотренные данные по десорбции ионов меди, марганца и железа при десорбции показывают, что имеющие различия можно использовать для решения задач по разделению на стадии десорбции.

В табл. 2 приведены расчетные данные эффективности регенерации $\eta_{0,9}$, относится к десорбции 90 % от первоначально сорбированных ионов. Взятые для исследования соляная, серная и фтористоводородная кислоты отличаются различной концентрацией ионов водорода. Степень диссоциации 0,1 н растворов соляной, серной и фтористоводородной кислот равна соответственно 0,9; 0,6 и 0,08 [6]. Значения эффективности регенерации, объемные и весовые коэффициенты распределения, константы элюирования и другие показатели рассчитаны по уравнениям [7]:

$$\eta = \frac{Q}{C \cdot V} \cdot 100\%; \quad (1)$$

$$\frac{V_i^{max}}{V_{эф.}} = K_V + \varepsilon = K_d d_и + \varepsilon; \quad (2)$$

$$E = \frac{1}{K_V + \varepsilon}, \quad (3)$$

где η – эффективность десорбции; Q – количество десорбированного иона, моль/г; C – концентрация реагента в десорбирующем растворе, моль/дм^3; V – расход раствора, см^3; V_i^{max} – объем десорбирующего раствора, пропущенного до появления максимума кривой, см^3.

$$V_{эф.} = V_{общ.} - \frac{1}{2} V_{п.з.}, \quad (4)$$

$V_{эф.}$ – эффективный объем колонки, см^3; $V_{п.з.}$ – объем, соответствующий первоначальной загрузке колонки, см^3; $V_{общ.}$ – общий объем колонки, см^{3}3; K_V и K_d соответственно объ-

емный и весовой коэффициенты распределения; $d_и$ – плотность слоя ионита (г сухого ионита на 1 см^3 слоя); ε – доля свободного объема колонки (объем раствора на единицу объема колонки); E – константа элюирования.

Характеристика слоя катионита СФ-5 в колонке приведена в табл. 2. Объяснение обозначений дано на дифференциальной кривой десорбции ионов меди, представленной на рис. 4.

Результаты расчета констант и показателей процесса десорбции представлены в табл. 3–5. Эти данные можно использовать в технологических расчетах при определении высоты слоя катионита в аппарате по значению высоты эквивалентной тарелки.

Таблица 2

Основные свойства слоя катионита в колонке

Катионит	$V_{общ.}$, мл	$V_{п.з.}$, мл	$V_{эф.}$, мл	ε, мл	$d_п$, г/мл
СФ-5 в NH_4^+	22,0	1,6	20,5	0,58	0,51

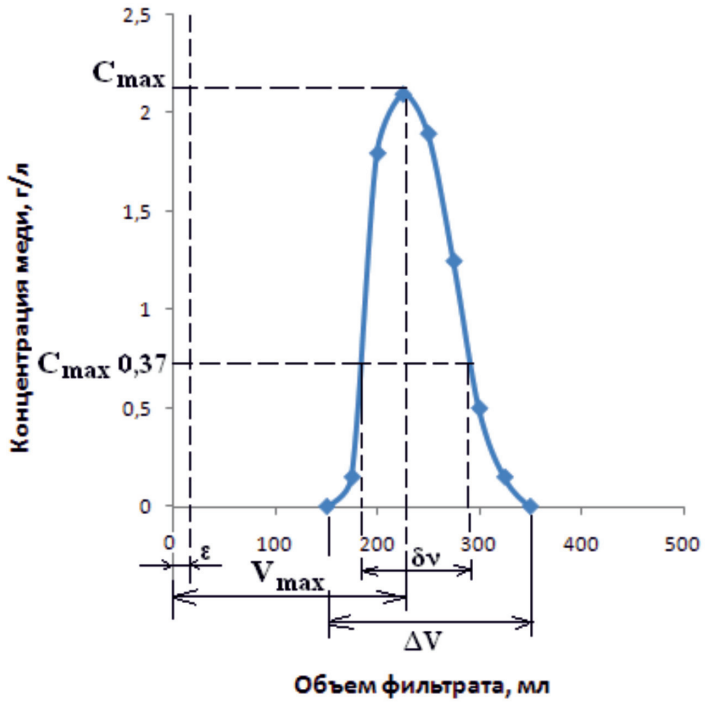


Рис. 4. Кривая десорбции ионов меди из катионита СФ-5 0,1М раствором соляной кислоты

Таблица 3

Показатели процесса десорбции катионов меди, марганца, железа раствором соляной кислоты

Концентрация кислот, моль/л	Эффективность десорбции $\eta_{0,9}$		Объемный коэффициент распределения K_V		Весовой коэффициент распределения K_d		Константа элюирования E	
	Cu^{2+}	Mn^{2+}	Cu^{2+}	Mn^{2+}	Cu^{2+}	Mn^{2+}	Cu^{2+}	Mn^{2+}
0,1	15,79	14,52	12,07	10,1	26,5	21,0	0,07	1,0
0,3	11,54	10,72	4,0	8,0	8,3	16,7	0,22	1,6
0,5	9,00	7,50	3,2	4,8	6,7	10,0	0,27	1,9
1,0	4,50	4,50	2,9	2,9	6,0	6,0	0,29	5,3
2,0	4,50	2,81	2,1	1,8	4,4	3,8	0,38	4,1
3,0	3,75	2,60	2,1	1,0	4,4	2,0	0,38	11,1

Таблица 4

Показатели процесса десорбции катионов меди, марганца, железа раствором серной кислоты

Концентрация кислот, моль/л	Эффективность десорбции $\eta_{0,9}$		Объемный коэффициент распределения K_V		Весовой коэффициент распределения K_d		Константа элюирования E	
	Cu^{2+}	Mn^{2+}	Cu^{2+}	Mn^{2+}	Cu^{2+}	Mn^{2+}	Cu^{2+}	Mn^{2+}
0,1	30,00	6,21	5,30	11,40	11,00	23,80	0,17	0,08
0,3	16,67	3,75	4,00	4,20	8,30	8,80	0,22	0,21
0,5	12,86	3,60	3,00	3,20	6,30	6,70	0,32	0,27
1,0	10,00	3,00	1,50	2,60	3,00	5,40	0,44	0,31
2,0	5,00	2,25	1,30	1,20	2,70	2,30	0,54	0,54
3,0	7,50	2,14	0,80	0,80	1,70	1,70	0,75	0,75

Таблица 5

Показатели процесса десорбции катионов меди, марганца, железа раствором фтористоводородной кислоты

Ион	Концентрация кислот, моль/л	Эффективность десорбции $\eta_{0,9}$	Объемный коэффициент распределения K_V	Весовой коэффициент распределения K_d	Константа элюирования E
Cu^{2+}	0,1	4,29	12,07	26,5	0,07
	0,3	6,38	4,00	8,3	0,22
	0,5	4,50	3,20	6,7	0,27
	1,0	4,50	2,90	6,0	0,29
	2,0	2,65	2,10	4,4	0,38
	3,0	2,14	2,10	4,4	0,38
Mn^{2+}	0,1	6,21	10,10	21,00	0,09
	0,3	3,75	8,00	16,7	0,12
	0,5	3,60	4,80	10,00	0,19
	1,0	3,00	2,90	6,00	0,29
	2,0	2,25	1,80	2,80	0,43
	3,0	2,14	1,00	2,00	0,63
Fe^{3+}	0,3	0,31	43,19	89,98	0,023
	0,5	1,00	5,07	10,56	0,176
	1,0	1,67	5,69	11,85	0,160
	2,0	5,00	5,07	10,56	0,178
	3,0	9,00	5,69	11,85	0,160

Заключение

На основании установленных различий при сорбции ионов меди (II), марганца (II), с одной стороны, и железа (III), с другой, рассмотрены возможные области практического применения катионита СФ-5 при решении задач извлечения и разделения ионов.

Исследовано поведение катионов меди (II), марганца (II) и железа (III) в процессе десорбции растворами соляной, серной и фтористоводородной кислот. Установлена взаимосвязь прочности полимерных комплексов с составом десорбирующего раствора и поведением катиона железа (III) при десорбции из катионита.

На основании экспериментальных данных при исследовании десорбции, рассчитаны значения эффективности регенерации, констант обмена, коэффициентов распределения. Полученные данные могут быть использованы для выбора условий разделения ионов на стадии процесса десорбции и расчета параметров технологических аппаратов.

Список литературы / References

1. Отчет об экологической ситуации в Тюменской области в 2018–2019 гг. Правительство Тюменской области. Тюмень, 2020. 211 с.

Report on the environmental situation in the Tyumen region in 2018–2019. Government of the Tyumen region. Tyumen, 2020. 211 p. (in Russian).

2. Гузеева С.А. Экологическое состояние поверхностных вод и донных отложений города Тюмени // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2014. № 8. С. 134–139.

Guzeeva S.A. Ecological state of surface waters and bottom sediments of the city of Tyumen // Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2014. № 8. С. 134–139 (in Russian).

3. ГН 2.1.5.1315-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов

хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Минздрав России. М., 2017. 214 с.

GN 2.1.5.1315-03 Maximum permissible concentrations (MPC) of chemicals in the water of water bodies of economic, drinking and cultural water use. Ministry of Health of Russia. M., 2017. 214 p. (in Russian).

4. Моисеенко Т.И., Дину М.И., Гашкина Н.А., Кремлева Т.А. Формы нахождения металлов в природных водах в зависимости от их химического состава // Водные ресурсы. 2013. Т. 40. № 4. С. 375–385.

Moiseenko T.I., Dinu M.I., Gashkina N.A., Kremleva T.A. Forms of finding metals in natural waters depending on their chemical composition // Vodnyye resursy. 2013. Vol. 40. № 4. P. 375–385 (in Russian).

5. Шварценбах Г., Флашка Г. Комплексометрическое титрование. М.: Химия, 1970. 360 с.

Schwarzenbach G., Flashka G. Complexometric titration. M.: Khimiya, 1970. 360 p. (in Russian).

6. Кипер Р.А. Физико-химические свойства веществ: справочник по химии. Хабаровск, 2013. 1016 с.

Kiper R.A. Physical and chemical properties of substances: handbook of chemistry. Khabarovsk, 2013. 1016 p. (in Russian).

7. Орлов В.А., Квитка Л.А. Водоснабжение: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по программе бакалавриата по направлению подготовки 08.03.01 (270800) «Строительство» (профиль «Водоснабжение и водоотведение»). М.: ИНФРА-М, 2015. 448 с.

Orlov V.A., Kvitka L.A. Water supply: textbook for students of higher educational institutions studying under the bachelor's degree program in the direction of training 08.03.01 (270800) «Construction» (profile «Water supply and sanitation»). M.: INFRA-M, 2015. 448 p. (in Russian).

УДК 911.3:32(470.345)

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К АНАЛИЗУ ИЗМЕНЕНИЯ ПОЛИТИЧЕСКОГО ЛАНДШАФТА МОРДОВИИ

Сарайкина С.В., Сотова Л.В.

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева», Саранск, e-mail: ssarajjkina@rambler.ru

В статье рассмотрены внешние, видимые изменения природного ландшафта под воздействием человека. Раскрываются теоретико-методологические аспекты изучения политического ландшафта. Именно видимые изменения в природном ландшафте являются объектом изучения политического ландшафтоведения. Череда исторических и политических событий отражает, как правило, свойственные этим категориям элементы политического ландшафта, т. е. они делают природный ландшафт политическим. Проведенный сравнительный анализ различных исторических эпох позволил выявить географические символы политического ландшафта и его отражение в культурных представлениях общества. Основное внимание уделено методологическому подходу к изучению категории «политический ландшафт». Данное исследование показывает, что идеальный природный ландшафт наполняется политическим смыслом в том случае, когда человек преобразует внешний облик природы, меняя её свойства. Авторы считают, что идеальный природный слой географически дифференцирован по историческим, политическим, этническим и прочим основаниям. В системе подходов политической географии выявлены существенные процессы развития политического ландшафта. В свою очередь природа оказывает влияние на создание национальных ценностей и политической культуры и является основой человеческой деятельности. Раскрываются особенности формирования и развития политического ландшафта Мордовии с учетом имеющегося потенциала в конкретный исторический период. Факторами формирования политического ландшафта явились: природные условия, культурные ценности и визуализация ландшафтных элементов. Природные и антропогенные изменения политического ландшафта Мордовии проявляются в визуальной и идеальной формах. Наиболее заметные визуальные преобразования политического ландшафта начинают формироваться в XVI–XVII вв. Политический ландшафт XX в. связан с системой политических изменений, коммунистической идеологией, бурным технологическим процессом и с созданием мордовской национальной государственности. В конце XX – начале XXI в. Мордовия вступила в новый этап социально-экономического развития, который характеризовался противоречивыми процессами, отражающимися и в динамике политического ландшафта республики.

Ключевые слова: политический ландшафт, антропогенный ландшафт, природный ландшафт, территория, культура, исторические эпохи, Мордовия, эволюция

METHODOLOGICAL APPROACH TO THE ANALYSIS OF CHANGES IN THE POLITICAL LANDSCAPE OF MORDOVIA

Saraykina S.V., Sotova L.V.

National research center Mordovian state University named after N.P. Ogarev, Saransk, e-mail: ssarajjkina@rambler.ru

The article considers the external, visible changes in the natural landscape under the influence of man. The theoretical and methodological aspects of the study of the political landscape are revealed. It is the visible changes in the natural landscape that are the object of the study of political landscape studies. The sequence of historical and political events reflects, as a rule, the elements of the political landscape peculiar to these categories, i.e. they make the natural landscape political. The comparative analysis of various historical epochs allowed us to identify the geographical symbols of the political landscape and its reflection in the cultural representations of society. The main attention is paid to the methodological approach to the study of the category «political landscape». This study shows that the ideal natural landscape is filled with political meaning in the case when a person transforms the appearance of nature, changing its properties. The authors believe that the ideal natural layer is geographically differentiated on historical, political, ethnic and other grounds. The system of approaches to political geography reveals the essential processes of the development of the political landscape. In turn, nature influences the creation of national values and political culture, and is the basis of human activity. The article reveals the features of the formation and development of the political landscape of Mordovia, taking into account the existing potential in a particular historical period. The factors that shaped the political landscape were: natural conditions, cultural values, and the visualization of landscape elements. Natural and anthropogenic changes in the political landscape of Mordovia are manifested in visual and ideal forms. The most noticeable visual transformations of the political landscape begin to take shape in the XVI – XVII centuries. The political landscape of the 20th century is associated with a system of political changes, communist ideology, a rapid technological process, and the creation of the Mordovian national statehood. In the late XX-early XXI centuries. Mordovia entered a new stage of socio-economic development, which was characterized by contradictory processes that are reflected in the dynamics of the political landscape of the republic.

Keywords: political landscape, anthropogenic landscape, natural landscape, territory, culture, historical epochs, Mordovia, evolution

В политической географии нередко уделяется внимание вопросам изучения политического ландшафтоведения, которое, в свою очередь, является составной частью культурного ландшафта. Внешние визуальные трансформации, которые человек привносит в природный ландшафт, чаще всего являются объектом изучения исследовате-

лей политического ландшафта. Объектом исследования данной статьи является динамика политического ландшафта Республики Мордовия.

Цель исследования: обосновать методологические подходы изменения политического ландшафта Мордовии.

Материалы и методы исследования

В трудах зарубежных ученых в основном рассматривается внешняя оболочка политического ландшафта, его визуальный облик и факторы его формирования. Исследования немецких ученых, таких как К. Тролль, Э. Нееф, Г. Хаазе, Г. Рихтер, посвящены экологии и уходу культурного ландшафта. Понятие «культурный ландшафт» в политическом ландшафтоведении сформулировал американский ученый-географ К. Зауэр. Категории визуализации политических явлений и процессов в своих работах разрабатывали Т. Джордан и Л. Раунтри. Видимые изменения в природном ландшафте являются объектом изучения политического ландшафтоведения. Последствия политических явлений становятся неотъемлемым элементом политического ландшафта, т.е. они делают природный ландшафт политическим [1].

В работах отечественных ученых Д.О. Дробницкого, Р.Ф. Туровского, В.А. Колосова, Л.В. Смирнягина, В.Л. Петровой дается не только определение категории политического ландшафта, как совокупности элементов сложной системы, обладающей динамикой природы и политики, истории и географии, в которую включена еще и топонимика, а также и политический анализ разных территорий и регионов России. Политический ландшафт, по мнению ученых, с его визуальной стороны отражает проводимую региональную политику. В политическом ландшафте отражаются наиболее значимые черты определенного исторического периода, поэтому власти стремятся привнести «исторические» трансформации в ландшафт [2].

В ходе проведения исследования применялся эмпирический метод, позволивший проводить наблюдение на местности; исторический метод, основанный на сборе исторических и социальных фактов; на основе теоретического анализа и метода наблюдения состояния территорий нами были получены и обобщены промежуточные и конечные результаты исследования. Проведенный сравнительный анализ различных исторических эпох позволил выявить географические символы политического ландшафта, а именно его отражение в культурных представлениях общества, выраженных в различных формах в политическом ландшафте, которые отражают образ жизни людей, их культуру, язык и прочее.

Результаты исследования и их обсуждение

В процессе эволюции человек преобразует природную среду, но способ этих преобразований в конкретном ландшафте зависит и от возможностей, которые дает человеку природа, и от выбора людьми только тех возможностей, которые он может реализовывать на основе своих представлений об окружающем мире, полученных через культурное и историческое наследие.

В политической географии сложилось научное направление – политическое ландшафтоведение, которое определяется формированием политической культуры и политической активностью человека. Человек преобразует визуальный облик природы, изменяя её свойства и наполняя природный ландшафт политическим смыслом [3].

Политический ландшафт эволюционирует под воздействием различных аспектов. Во-первых, его каркас составляет природная среда. Во-вторых, политический ландшафт формируется на основе местной политической культуры. В-третьих, политический ландшафт – результат происходящих политических процессов определенной территории. Можно сказать, что политический ландшафт – категория политико-географического анализа, а также часть природной и политической систем, которые сложились на конкретной территории.

Природные условия оказывают влияние на политические процессы, применение политических технологий, использование других элементов политической системы. Природа способствует формированию национальных ценностей и политической культуры и является основой человеческой деятельности (особенности рельефа и тектонических процессов, климата, гидрологии, растительного покрова, животного мира и пр.), а её внешний облик вместе с природными условиями становится отражением видимой формы политического ландшафта. Природный ландшафт в ходе политического процесса насыщается политическим смыслом, он ассоциируется с великими и другими значимыми историческими событиями, с национальными символами. В этих условиях проявляется,

в хорошем смысле, национализм, который исходит из национальной политической культуры [4].

Человек вносит изменения в формирование политического ландшафта, тем самым преобразуя природные, а в результате антропогенной их модификации, возникают культурные ландшафты.

Необходимо сказать и о такой составляющей политического ландшафта, как композиция, которая наполняет ландшафт идеологически и информационно. Композиция создаётся на конкретной территории под влиянием политических процессов прошлого и настоящего. И не всегда может отражаться в видимом ландшафте, но в идеальном ландшафте это отражается в элементах местной политической культуры, жизни, сознании и деятельности людей, которые заселяют определенную территорию.

Политический ландшафт не только располагается на территории, но и динамичен во времени. В идеальном выражении он передается в виде исторической памяти народа, различных произведений, передающих политическую информацию, и научных исследований, выявляющих картины политических процессов разных исторических эпох. Каждая эпоха не только оставляет свой след в разных слоях политического ландшафта, но трансформирует и даже до основания преобразует его. Те политические ландшафты, которые сформировались в настоящее время, чаще всего являются результатом длительного эволюционного и динамичного развития. В каждой исторической эпохе формировалась своя территориальная система политических ландшафтов, на каждом временном отрезке в ландшафт привносились свои ценности и образы, своя ландшафтная архитектура и т.п. Каждая новая эпоха перестраивала ландшафт по-своему и часто разрушала то, что оставалось от прошлого. Современные политические ландшафты – результат формирования всех предыдущих исторических эпох [3].

Под *политическим ландшафтом* предлагаем понимать совокупность политико-географических процессов и явлений, характерных для определенной территории. Политический ландшафт представляет собой пространственно организованную систему, включающую особенности организации политической жизни и природных условий. Данное понятие помогает связать политический процесс с пространством и средой, в которой он протекает. Эта связь проявляется более очевидно при наличии представления о визуальном политическом ландшафте, т.е. видимых объектов, носящих политический смысл, которые возникли в природном ландшафте в ходе динамики политических процессов (рис. 1).

Политический ландшафт формируется под воздействием различных условий, например правовой системы, свойств административных границ, исторических процессов, политических режимов, и создается двумя формами: идеальной и визуальной. Визуальная форма проявляется наиболее ярко. Также политический ландшафт дает представление о том, что каждая политическая культура вносит свои изменения в природный ландшафт, тем самым создавая культурный ландшафт, заселяемый и обживаемый разными народами.

Рис. 1. Факторы формирования политического ландшафта

Важную роль в политическом ландшафте и отражении политико-географических процессов играет топонимика. Довольно часто географические названия отражают сдвиги и динамику общественных отношений и сознания. Название места выступает как политико-культурный символ определенного исторического периода, особенно если речь идет о названиях населенных пунктов, улиц и площадей [5].

Таким образом, политический ландшафт является важным объектом изучения в политической географии.

На каждом этапе развития Мордовии политический ландшафт развивался с учетом возможностей, которые складывались в определенный исторический период. Факторами формирования политического ландшафта явились: природные условия, культурные особенности и визуализация ландшафтных элементов. В процессе проведенного исследования нами были выявлены основные этапы формирования политического ландшафта республики, что отражено в таблице.

Наиболее заметные визуальные преобразования политического ландшафта начинают формироваться, на наш взгляд, в XVI–XVII вв. Этот этап характеризуется экономическим освоением территории Мордовии и вовлечением ее в политическую и социальную структуру Русского государства. В это время сформировались непосредственные причины строительства крепостей и засек на юго-востоке России.

Так, строительство Большой засечной черты первого порядка XVI в. и возведение на ней крепостей-острогов (Темников, Краснослободск и Алатырь), строительство новой сторожевой черты XVII в. и военных крепостей Инсара, Шишкеева, Саранска и Атемара основывалось на природных возможностях территории и проходило по лесам.

При сооружении засек (поваленный лес – бурелом), постройке стен крепости, частоколов с заостренными наверху концами получалось непроходимое пространство для защиты территории централизованных русских земель от набегов крымских татар, ногайцев и башкир. Имеющийся лес использовался также при постройке сторожевых башен и домов для жилья [6].

В безлесных промежутках строительство велось на высоких холмах с крутыми склонами также с учетом природных условий. Валы крепости строили в виде насыпи слоев, примерно по 20 см, чернозема и обожженного трепела (иногда глины) попеременно, высотой от 2,5 до 3,5 м. Они отчетливо сохранились до настоящего времени и протягиваются на 107 км.

К этому времени мордва была практически крещена в православие и наряду со строительством острогов возводились культовые сооружения (храмы, монастыри, в основном деревянные), что символизировало на тот период мощную теократическую власть России. Некоторые из этих храмов сохранились и поныне, но сменили деревянное обрамление на каменное (Иоанно-Богословский храм в г. Саранске, Михайло-Архангельская церковь в Макаровке и некоторые другие) [7].

Этапы, факторы и визуализация формирования политического ландшафта Республики Мордовия

Этапы формирования ландшафта	Факторы формирования ландшафта	Основные проявления визуализации ландшафта
XVI – XVII вв.	Природный Политический	Засечные черты, слободы, храмы, памятники отдельным личностям (патриарху Никону, А. Арзамасской, Е. Пугачеву)
XVIII – XIX вв.	Природный Экономический	Сельские поселения и города, отдельные деревянные и каменные купеческие здания, монастыри, дороги, памятники отдельным личностям (А.С. Пушкину, Ф.Ф. Ушакову)
XX в.	Политический Экономический	Здания сталинской и хрущевской эпох, разрушенные храмы и монастыри, советские лозунги, памятники вождям, промышленные предприятия, крупные колхозы и совхозы, советские топонимы, советская планировка городских кварталов и др.
Конец XX – начало XXI вв.	Политический Экономический Этнический	Восстановленные и вновь возведенные храмы, современные здания и социальная инфраструктура, этническая символика, новейшие городские кварталы с индивидуальной системой социального благоустройства, современные технологичные транспортные развязки, спортивные объекты и промышленные предприятия

Современником этой эпохи является выходец из мордовской земли – Московский патриарх Никон, который всячески поощрял церковное строительство во времена своего служения. Памятник ему как историческому лицу и той непростой эпохе воздвигнут в центре г. Саранска.

Мордовские земли пересекали две крупные гужевые дороги. Посольская – соединяла Крым с Казанью, по ней проезжали обозы с солью, и Московская – по ней гнали из Астрахани на продажу табуны лошадей. Участки этих дорог также сохранились на высоких холмах Лямбирского района.

Визуализация политического ландшафта этого периода проявляется в разных аспектах. Так, на рис. 2 представлена врезка карты Г. Герритса конца XVI в., где показана территория Мордовии, к югу от которой протягивается засечная черта, а рядом представлен современный космический снимок Атемарской лесной дачи, где отчетливо виден вал засечной черты в современном ландшафте.

Кроме того, визуализация политического ландшафта проявляется в названиях слобод, где селились служилые люди, а на окраинах податные крестьяне (выращивали хлеб и продукты). Это стрельцы, пушкари, которые впоследствии дали названия населенным пунктам и улицам (Посоп, Потижский Острог, Стрелецкая Слобода, Пушкарская слобода, Завальный, Коновая, Теребиловка, Горшечная и др.), некоторые из них до сих пор имеют прежние названия, являясь свидетелями той исторической эпохи.

Данный исторический этап отличался изменениями в общественном сознании крепостного крестьянства. Их обнищание на фоне усиления феодально-крепостнической власти приводило к крестьянским войнам. Во главе вставали сильные личности. На территории Мордовии это выразилось в бунтарском движении, руководимом Степаном Разиным. В Мордовии его соратницей стала Алена Арзамасская, которая примкнула к движению и даже возглавила большой отряд крестьян, состоящих из беглых крепостных. Ее отряд располагался недалеко от г. Темникова. В память об этом событии в городе ей поставлен памятник, а одна из улиц Саранска носит имя Степана Разина.

В XVIII–XIX вв. политический ландшафт характеризуется, прежде всего, системой землепользования и землевладения, которые достаточно четко определимы визуально. Природный ландшафт этого периода все больше преобразуется в культурный (антропогенный) [9].

Идет бурно процесс расселения населения и активно осваиваются междуречные пространства, возникают города торгового и ремесленного направления на основе местного сырья. Наиболее значимыми промыслами стали производство деревянной утвари и глиняной посуды, льняных холстов и одежды, а также бортный и поташные промыслы.

В городах создается городская инфраструктура, вместо деревянных домов строятся каменные здания: управы, особняки, торговые и жилые дома купцов, больницы, училища и гимназии, церкви (более 100) и монастыри (12) и т.п. Отдельные строения этого периода хорошо сохранились в городах Краснослободск, Темников, Инсар и Ардатов [10].

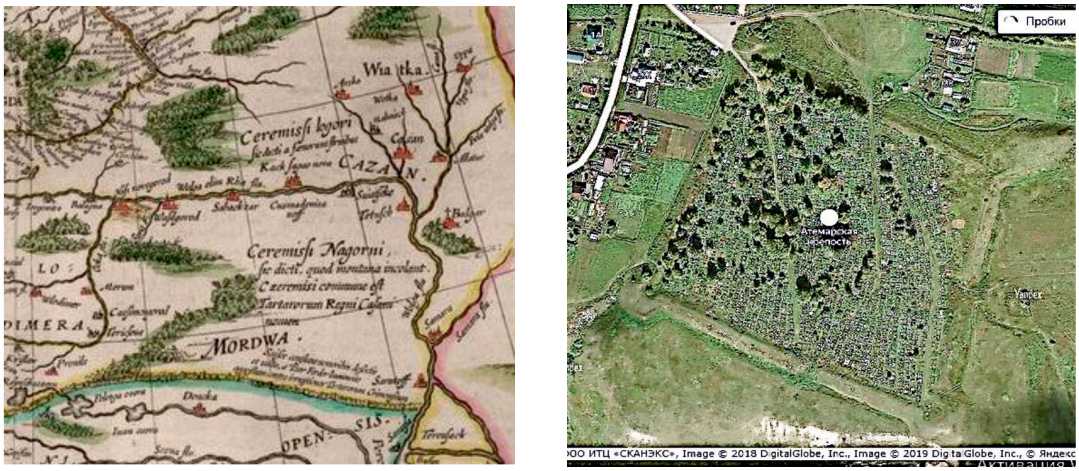


Рис. 2. Карта XVII в. Г. Герритса и современный космический снимок с засечной чертой [8]

Отличительной чертой данного периода является строительство первой железной дороги, которая улучшила транспортно-географическое положение края, соединив Москву с Казанью и, в свою очередь, изменила статус некоторых населенных пунктов, так, города Атемар и Шишкеево утратили свое значение, оставшись в стороне от этой дороги. Тогда как Арапово (Ковылкино) и Рузаевка превращаются в железнодорожные станции, а затем становятся городами.

Визуализация политического ландшафта этого периода отмечается в учреждении гербов городам, которые символизировали их статус, а также названия «слобод», как и во всей России по указу Екатерины II, заменяются улицами и площадями (пл. Базарная, ул. Успенская, ул. Воскресенская и др.), а дворяне и помещики дают в качестве названия населенным пунктам свои имена (Арапово, Архангельское, Голицыно, Смольково, Павловка, Елизаветинка и др.), которые остаются живыми памятниками в политическом ландшафте Мордовии.

Духовная организация политического ландшафта связана с данью памяти грандиозным сражениям в Русско-Турецкой (вторая половина XVIII в.) и Отечественной войне (1812 г.), приходящимся на данный период. В первом случае это построенный собор и памятник в Саранске, посвященные адмиралу русского флота Ф.Ф. Ушакову, а в г. Темникове сохранилась его могила, святые мощи при монастыре и в краеведческом музее, названном в его честь, имеется большой зал с подлинными вещами. Во втором случае – это мост через р. Инсар. Это уникальное инженерное сооружение не только сохранилось до наших дней, но и исправно выполняет свою функцию. Еще один сохранившийся монументальный памятник этого периода – бюст А.С. Пушкину (1899), который находится в экспозиции краеведческого музея.

Политический ландшафт XX в. связан с системой политических изменений, коммунистической идеологией, бурным технологическим процессом и с созданием мордовской национальной государственности. Индустриализация и коллективизация вывели из природного ландшафта большое количество земель, превратив его в антропогенный.

После Октябрьской революции 1917 г. в политическом ландшафте Мордовии прослеживаются значительные изменения. Советский политический режим с коммунистической идеологией, создав соответствующие структуры (компартия, комсомол, пионерия), активно использовал атрибуты своего могущества для организации большого количества людей. Красные флаги, лозунги, призывающие к светлому будущему, памятники вождям мирового пролетариата (Ленину, Марксу) и людям труда – рабочим и колхозникам – размещались во всех населенных пунктах Мордовии. Строились здания домов политпросвещения, культурные и образовательные объекты – театры, музеи, институты, дома пионеров, украшением которых становились политические лозунги, например: «Вся власть советам», «Слава КПСС», «Вперед к победе коммунизма», некоторые из них сохранились до сих пор (рис. 3).

Рис. 3. Атрибуты советской идеологии

Претерпевает изменение и топонимика. Меняют свои названия некоторые населенные пункты и улицы городов. Многие колхозы и совхозы стали называться «Путь Ильича», «Путь коммунизма» и т.п. Меняют названия и улицам, например в г. Саранске – ул. Коммунистическая (быв. 2-я Покровская), ул. Советская (быв. Базарная), ул. Демократическая (быв. Богословская) и т.д.

Надо отметить, что в этом временном отрезке новая эпоха по-своему перестраивает ландшафт, не заботясь о сохранении прошлого. Исчезают из политического ландшафта атрибуты духовных православных ценностей. Уничтожаются или перепрофилируются культовые христианские сооружения (церкви, монастыри), меняется ландшафтная архитектоника, исчезает как класс и духовенство.

Усиление влияния экономического фактора на политический ландшафт переплетается с политическим и даже военно-страте-

гическим. Это связано со строительством крупных промышленных объектов и инженерных сооружений, которые явились материальной основой социалистической экономики, особенно во время Великой Отечественной войны (1941–1945) и послевоенные годы [11]. В этот период было эвакуировано 17 предприятий из Украины, Белоруссии, Брянской области и других регионов страны. Самые крупные из них – это Ленинградский завод «Электросила», который впоследствии вырос в гигантское объединение «Светотехника», «Электровыпрямитель», механический, канатный заводы и др.

После Великой Отечественной войны политический ландшафт наполнился объектами славы героям во всех населенных пунктах республики. Мемориальные сооружения, музеи боевого и трудового подвига, монументы Победы с Вечным огнем являются объектами памяти и воспитания патриотизма будущих потомков.

Города принимают современный облик: широкие асфальтированные улицы, современная транспортная инфраструктура, старые «сталинки» и «хрущевки» сменяются многоэтажными домами в новых планировочных районах, особенно столицы Мордовии.

В конце XX – начале XXI в. Мордовия вступила в новый этап социально-экономического развития, который характеризовался противоречивыми процессами. С одной стороны, разрушались устои коммунистической идеологии, а с другой – начинает формироваться новая эпоха. Ее основами стали индустриально-аграрная экономика, духовное возрождение и этническая идентичность. В связи с распадом СССР из политического ландшафта постепенно уходят атрибуты коммунистической идеологии, а ее место заполняют ранее утраченные духовные ценности (восстанавливаются разрушенные и строятся новые храмы). По всей республике активно строятся социальные объекты (спортивные, культурные, транспортная инфраструктура).

Национальную идентичность территории архитекторы подчеркивают, вводя в строящиеся объекты элементы мордовской культуры. Например, здание Музея боевого и трудового подвига в Саранске стилизовано под мордовский женский головной убор – кокошник. Фонтан в г. Саранске украшен солярным знаком – мордовской розетки, а здания окрашиваются в традиционную мордовскую цветовую гамму.

Заключение

Рассмотрев основные процессы формирования политического ландшафта Мордовии, можно констатировать, что он постоянно эволюционирует, а его элементы видоизменяются на основе природного и антропогенного факторов. Все эти преобразования через компоненты визуализации отражают объективные тенденции трансформации политического ландшафта в различные исторические эпохи.

Список литературы / References

1. Туровский Р.Ф. Политическая география: учебное пособие. Москва-Смоленск: Изд-во СГУ, 1999. 381 с.

Turovsky R.F. Political geography: uchebnoye posobiye. Moskva-Smolensk: Izd-vo SGU, 1999. 381 p. (in Russian).

2. Сарайкина С.В., Сотова Л.В. Изучение топонимики и ее использование в формировании туристского образа регионов финно-угорского пространства России // Финно-угорский мир. 2014. № 2. С. 117–121.

Saraykina S.V., Sotova L.V. Study of toponymy and its use in forming the tourist image of the Finno-Ugric regions of Russia // Finno-ugorskiy mir. 2014. P. 117–121 (in Russian).

3. Емельянова Н.А., Сарайкина С.В.Проблемы и перспективы малых исторических городов для развития туризма Республики Мордовия // Туризм и региональное развитие. Смоленский гуманитарный университет. 2014. С. 97–100.

Emelyanova N.A., Saraykina S.V. Problems and prospects of small historical cities for the development of tourism in the Republic of Mordovia // Turizm i regional'noye razvitiye. Smolenskiy gumanitarnyy universitet. 2014. P. 97–100 (in Russian).

4. Николаев В.А. Культурный ландшафт – геоэкологическая система // Вестник Моск. ун-та. Сер. географ. 2000. № 6.

Nikolaev V.A. Cultural landscape-geo-ecological system // Vestnik Mosk. un-ta. Ser. geograf., 2000. № 6. (in Russian).

5. Бахмустов С.Б. Православные приходские храмы Мордовии: энциклопедический словарь-справочник. Саранск: КрасныйОктябрь, 2015. 361 с.

Bakhmustov S. B. Orthodox parish churches of Mordovia: an encyclopedic dictionary-reference. entsiklopedicheskiy slovar'-spravochnik. Saransk: Krasnyy Oktyabr', 2015. 361 p. (in Russian).

6. Колосов В.А. Критическая геополитика: основы концепции и опыт её применения в России // Политическая наука: сборник научных трудов / Ред. кол. Ю.С. Пивоваров. М.: ИНИОН, 2011. № Вып. 4. Региональное измерение политического процесса / Ред.-сост. номера Р.Ф. Туровский. С. 31–52.

Kolosov V.A. Critical geopolitics: fundamentals of the concept and experience of its application in Russia // Politicheskaya nauka: sbornik nauchnykh trudov / Red. kol. Yu.S. Pivovarov. M.: INION, 2011. № Vyp. 4. Regional'noye izmereniye politicheskogo protsessa / Red.-sost. nomera R.F. Turovskiy. P. 31–52 (in Russian).

7. Ямашкин А.А. Природное и историческое наследие культурного ландшафта Мордовии. Саранск: Изд-воМордов. ун-та, 2008. 162 с.

Yamashkin A.A. Natural and historical heritage of the cultural landscape of Mordovia. Saransk: Izd-vo Mordov. un-ta, 2008. 162 p. (in Russian).

8. Яндекс карта России 1600–1614 гг. Ф. Годунова и Г. Герритса [Электронный ресурс] URL: https://yandex.ru/images/search?text=карта+россии+1600-1614+годов+фёдора+годунова+и+гесселя+герритса (дата обращения: 19.01.2021).

Yandex map of Russia 1600–1614 by F. Godunov and G. Gerrits [Electronic resource]. URL: https://yandex.ru/images/search?text=карта+россии+1600-1614+годов+фёдора+годунова+и+гесселя+герритса (date of access: 19.01.2021). (in Russian).

9. Сотова Л.В. Картографирование земель в сельской местности Республики Мордовия // Картография и геодезия в современном мире: материалы II Всероссийской научно-практической конференции / Отв. ред.: В.Ф. Манухов. 2014. С. 72–75.

Sotova L.V. Land mapping in rural areas of the Republic of Mordovia // Kartografiya i geodeziya v sovremennom mire: materialy II Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii / Otv. red.: V.F. Manukhov. 2014. P. 72–75(in Russian).

10. Петрова В.В., Вишневская Е.В., Степанова Ж.Ю. Роль искусственных ландшафтов в системе устойчивого развития особо охраняемых территорий. Постановка проблемы // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 3–2. С. 222–226.

Petrova V.V., Vishnevskaya E.V., Stepanova Z.Y. The role of artificial landscapes in the system of sustainable development of specially protected territories. Problem statement // Sovremennyye naukoyemkiye tekhnologii. 2019. № 3–2. P. 222–226 (in Russian).

11. Борисов А.С., Арбузова М.И., Борисов А.А. Атемар – между прошлым и будущим (историко-географические очерки, рассказы, зарисовки и документальные подтверждения). Саранск: ГУПРМ Республиканская типография «Красный Октябрь», 2016. 240 с.

Borisov A.S., Arbuzova M.I., Borisov A.A. Atemar-between the past and the future (historical and geographical essays, stories, sketches and documentary evidence). Saransk: GUP RM Respublikanskaya Tipografiya «Krasnyy Oktyabr'», 2016. 240 p. (in Russian).

УДК 528.2(597)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИГОДНОСТИ ГЛОБАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ GECO, EGM2008 И EIGEN-6C4 ДЛЯ ТЕРРИТОРИИ ВЬЕТНАМА

Фунг Ч.Т., Елшеви М.А., Эль Мокдад Б.Р., Куликовский Д.Р.

Государственный университет по землеустройству, Москва, e-mail: trungthanhphung@gmail.com

Аномалия высоты (другое название – высоты квазигеоида) – это фундаментальная величина в геодезии, которую можно измерить напрямую (комбинируя GPS-метод и нивелирование) или рассчитать по локальному квазигеоиду, или глобальным моделям геоида. Однако, чтобы свести к минимуму ошибки в измерении аномалии высоты, модели локального квазигеоида часто создают на основе геоида (эталонной модели). Статья посвящена оценке пригодности глобальных моделей Geco, EGM 2008 и EIGEN-6C4 путем сравнения аномалии высоты GPS-нивелирования и аномалии высоты глобальной модели в регионе северного Вьетнама. Цель исследования – расссчитать модель квазигеоида, которая подходит для района исследования и дальнейшего определения квазигеоида в региональном и национальном масштабах. Область исследования состоит из 302 контрольных точек, принадлежащих к национальной высотной сети Вьетнама. Контрольные точки расположены на высотах от 0 до 1600 м над уровнем моря и разделены на сети 1, 2 и 3 класса. Кроме того, аномалии высот, полученные из глобальных моделей, сравнивались с аномалиями высот, полученных из GPS-нивелирования 302 контрольных точек по средней квадратической ошибке. Результаты оценки показывают, что модель GECO и модель EIGEN-6C4 являются двумя наиболее подходящими моделями для определения модели квазигеоида северного Вьетнама. Метод, используемый в исследовании, это сбор и обработка данных измерений, таких как измерение ускорения силы тяжести, модель рельефа, измерение высоты спутниковым методом, является одним из перспективных методов в создании квазигеоида на территории северного Вьетнама.

Ключевые слова: Geco, глобальный, EGM 2008, EIGEN-6C4, квазигеоид

STUDY OF THE SUITABILITY OF GLOBAL MODELS GECO, EGM2008 AND EIGEN-6C4 TO THE TERRITORY OF VIETNAM

Phung Trung Thanh, Elshevi M.A., El Mokdad B.R., Kulikovskiy D.R.

State University of Land Management, Moscow, e-mail: trungthanhphung@gmail.com

High anomaly also known as geoid height**,** is a fundamental quantity in geodesy that can be measured directly (by combining GPS and leveling), or calculated from a local quasi-geoid, or global geoid models. However, in order to minimize errors in the measurement of the height anomaly, local quasi-geoid models are often created based on a geoid (reference model). The article is devoted to assessing the suitability of the global models Geco, EGM 2008 and EIGEN – 6C4 by comparing the GPS leveling altitude anomaly and the global model altitude anomaly in the North Vietnam region. The purpose of the study is to calculate a quasi-geoid model that is suitable for the study area and further define the quasi-geoid on a regional and national scale. The study area consists of 302 control points belonging to the Vietnam National Altitude Network. Control points are located at altitudes from 0 to 1600 meters above sea level and are divided into 1, 2 and 3 classes. In addition, the elevation anomalies obtained from the global models were compared with the elevation anomalies obtained from GPS – leveling 302 control points by root mean square error. The evaluation results indicate that the GECO model and the EIGEN-6C4 model are the two most appropriate models for defining the North Vietnamese quasi-geoid model. The method used in the study is the collection and processing of measurement data, such as the measurement of the acceleration of gravity, the elevation model, the measurement of altitude by the satellite method, is one of the promising methods for creating a quasi-geoid in the territory of northern Vietnam.

Keywords: GECO, global, EMG 2008, EIGEN 6C4, quasi-geoid

В настоящее время мировым научным сообществом приняты рассчитанные три глобальные модели геоида: GECO [1, 2], EGM 2008 [1, 3] и EIGEN-6C4 [1, 4]. Исходя из указанного, используя географические информационные технологии (ГИС) и возможности обработки информации компьютеров, создана глобальная модель геоида в цифровом виде.

Теоретически изучаемая поверхность будет состоять из бесчисленного количества точек, поэтому исследователи часто создают геоид в виде сетки (Grid), путем распределения исследуемой территории уникальному значению ячейки сети модели геоида. Модель геоида имеет шаг сетки ΔB, ΔL и включает в себя набор значения высоты геоида. Расстояние между шагом указанной сетки представляет детализацию модели геоида. Точки на сетке имеют координаты (B, L, H), а модель геоида сохраняется в общем цифровом формате *.GGF и используется в программах настройки GPS.

Из интернета или из файлов формы *.GGF мы можем легко использовать аномалию высоты любой точки, зная координаты B, L, но точность этих значений не соответствует требованиям определения высоты

с помощью GPS измерений во Вьетнаме. Таким образом, нам, прежде всего, нужно оценить глобальную модель геопотенциала в исследуемой области, из которой выбрать соответствущую модель.

Методы оценки точности модели глобального геоида и результаты экспериментов, а также оценка глобальных геопотенциальных моделей и сравнение аномалий высот

Чтобы оценить точность в некоторой области, прежде всего, необходимо создать дубликаты данных GPS-нивелирования для точек равномерно распределенных по треритории этой области.

Геодезическая высота определяется технологией GPS в системе координат WGS-84 (H^{Γ}). Предположим, что в точках сети GPS одновременно с нормальной высотой (H^{γ}), определенной методом нивелирования, могут быть выявлены аномалии высоты [5]:

$$\zeta_{H^{\Gamma}-H^{\gamma}} = H^{\Gamma} - H^{\gamma} . \qquad (1)$$

Различия между GPS-нивелированием и глобальной моделью геопотенциала $\zeta_{\text{ГМГ}}$ по аномалии высоты получаем по формуле

$$\Delta\zeta_i = \zeta_{H^{\Gamma}-H^{\gamma}} - \zeta_{\text{ГМГ}} (i = 1, 2, ...) , \qquad (2)$$

где i – общее количество точек.

Отклонение $\Delta\zeta_i$ (2) содержит 3 типа ошибок: ошибка измерения GPS, ошибка нивелирования и ошибка глобальной геопотенциальной модели $\Delta\zeta_i$ (набольшее значение, влияющее на итоговые вычисления).

Среднее отклонение мы получаем по формуле

$$\overline{\Delta\zeta_{cp}} = \frac{1}{n}\sum \Delta\zeta_i . \qquad (3)$$

На основе отклонений $\Delta\zeta_i$ также можно рассчитать среднее квадратическое отклонение аномалии высоты по формуле

$$m = \pm\sqrt{\frac{[\Delta\zeta_i \Delta\zeta_i]}{n}} . \qquad (4)$$

Точность результатов измерений оценивается средней квадратической ошибкой. Среднюю квадратическую ошибку вычисляем по формуле

$$m' = \pm\sqrt{\frac{[\Delta\zeta_i' \Delta\zeta_i']}{n-1}} , \qquad (5)$$

где $\Delta\zeta_i' = \Delta\zeta_i - \overline{\Delta\zeta_{cp}}$.

Район исследования расположен на севере Вьетнама в географических границах: $19^0 N \le \varphi \le 23^0 N$; $102^0 E \le \lambda \le 107^0$ (510 км×440 км).

Рис. 1. Технологическая схема расчета оценки пригодности высоты геоида по глобальной модели и GPS-нивелирования на территории Вьетнама

Рис. 2. Географическое распределение 302 пунктов GPS-нивелирования

Все наши оценочные тесты глобальной геопотенциальной модели (GGM), основанные на высотах геоида, относятся к 302 контрольным точкам (107 пунктов первого класса, 59 пунктов второго класса, 136 пунктов третьего класса), которые находятся на севере Вьетнама, в районе исследования (рис. 2).

Статистические значения данных об аномалиях высоты, которые использовались для оценки GGM, приведены в табл. 1. Аномалии высоты GPS-нивелирования и GGM над исследуемой областью приведены на рис. 3.

Различия между GPS-нивелированием и глобальной моделью геопотенциала $\zeta_{ГМГ}$ по аномалиям высот высчитываются по формуле (2).

Различия между GPS-нивелированием и глобальными моделями геопотенциала по аномалиям высот приведены в табл. 2.

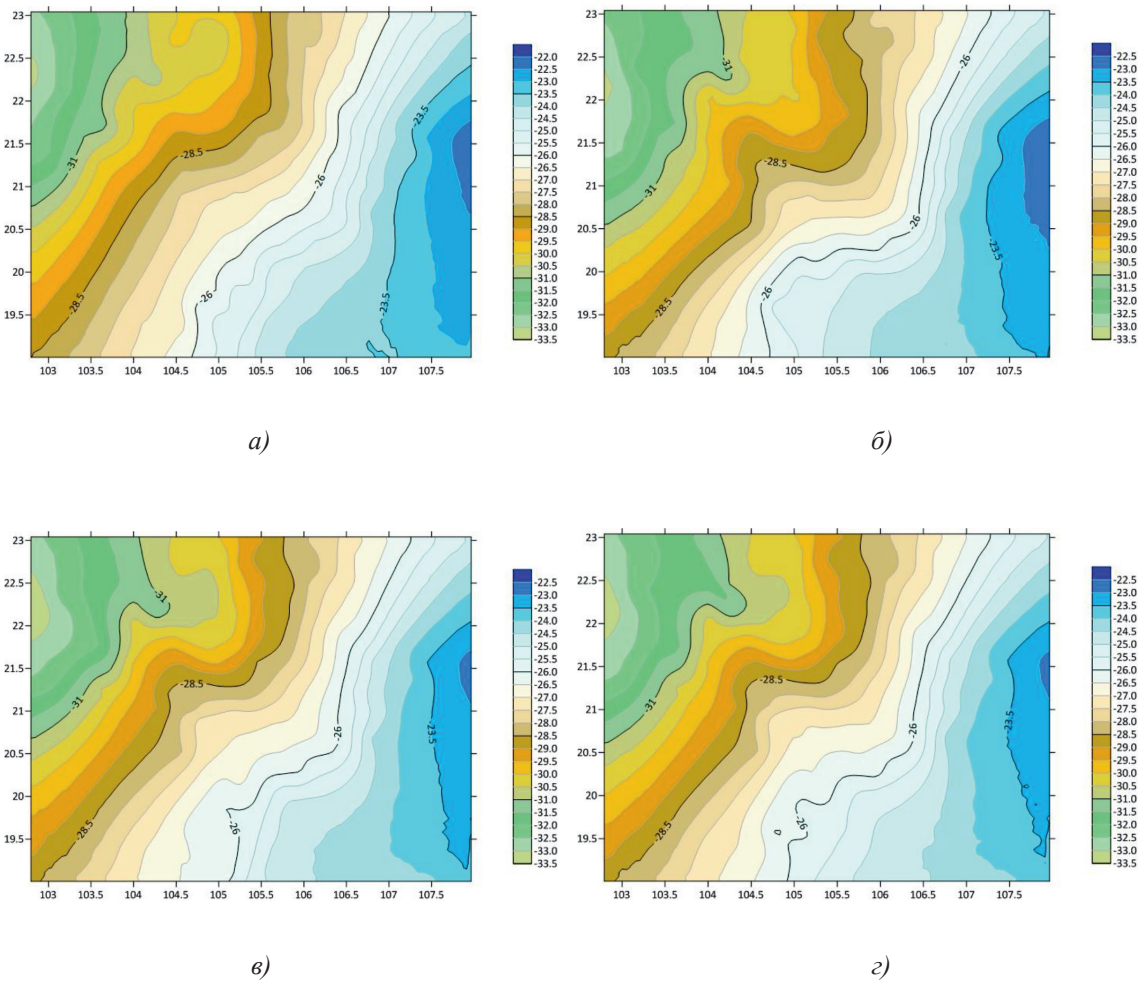


Рис. 3. а) аномалии высоты на 302 пунктах GPS-нивелирования; б) аномалии высоты на 302 пунктах модели EGM 2008; в) аномалии высоты на 302 пунктах модели GECO; г) аномалии высоты на 302 пунктах модели EIGEN-6C4

Таблица 1

Аномалии высот: GPS-нивелирования и GGM (единицы измерения в метрах)

Аномалия высоты	Минимальная	Максимальная	Средняя	Средняя квадратическая ошибка
$\zeta_{H^{\Gamma}-H^{\gamma}}$	-33,1677	-22,122	-27,175	2,289
$\zeta_{\text{ГМГ}(EGM\,2008)}$	-33,0050	-22,575	-27,603	2,266
$\zeta_{\text{ГМГ}(EIGEN-6C4)}$	-33,2367	-22,761	-27,672	2,255
$\zeta_{\text{ГМГ}(GECO)}$	-33,3481	-22,708	-27,672	2,272

Таблица 2

Отклонения значениий аномалии высот GPS-нивелирования и трех глобальных моделей геоида (GGM) на 302 пунктах

Аномалии высоты (м)	Min отклонение (м)	Max отклонение (м)	Сред. отклонение (м)	Средняя квадратическая ошибка
$\zeta_{H^{\Gamma}-H^{\gamma}}-\zeta_{\text{ГМГ}(EGM\,2008)}$	-0,5539	1,230	0,428	0,374
$\zeta_{H^{\Gamma}-H^{\gamma}}-\zeta_{\text{ГМГ}(EIGEN-6C4)}$	-0,2443	1,014	0,497	0,229
$\zeta_{(H^{\Gamma}-H^{\gamma})}-\zeta_{\text{ГМГ}(GECO)}$	-0,1865	0,983	0,497	0,214

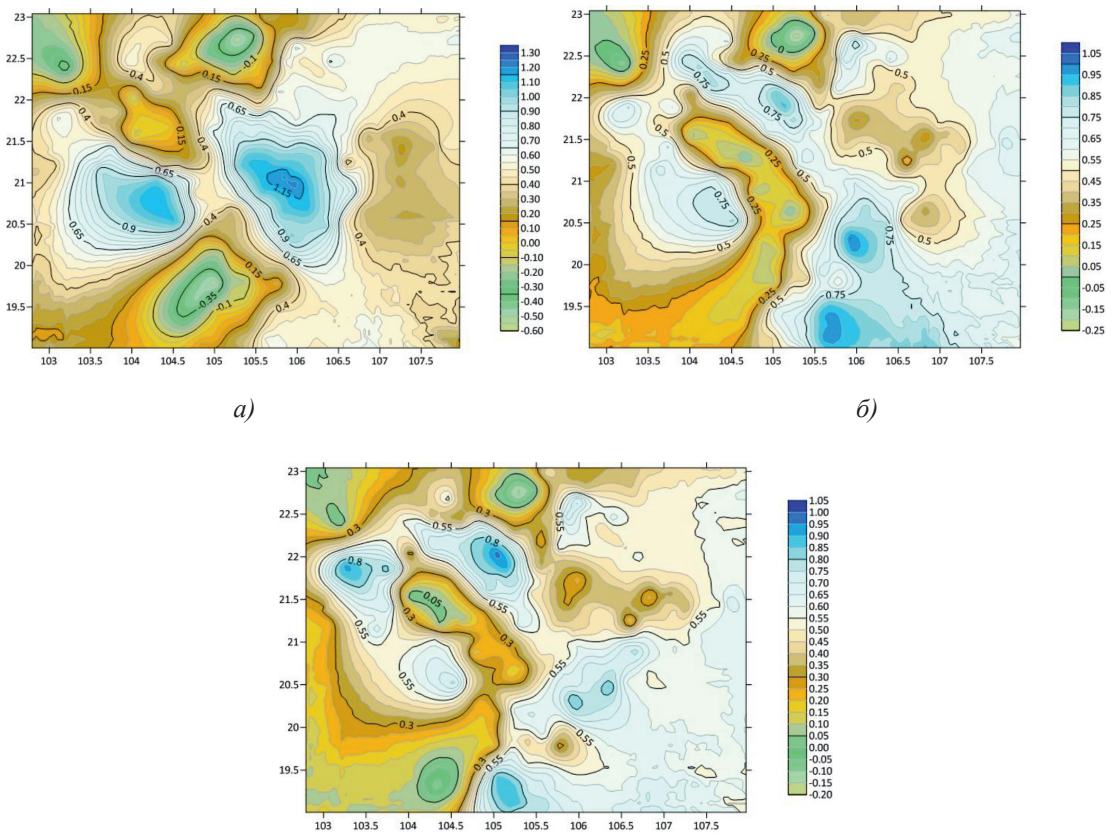


Рис. 4. а) сравнительная оценка данных аномалии высот из GPS-нивелирования с аномалиями высот модели EGM 2008 на 302 пунктах; б) сравнительная оценка данных аномалии высот GPS-нивелирования с аномалиями высот модели EIGEN-6C4 на 302 пунктах; в) сравнительная оценка данных аномалии высот GPS-нивелирования с аномалиями высот модели GECO на 302 пунктах

Заключение

Из табл. 2 очевидно, что модель GECO лучше всего подходит для данных, полученных из GPS-нивелирования, по сравнению с другими моделями в исследуемой области. Средняя квадратическая ошибка $\zeta_{(H^{\Gamma}-H^{\gamma})}-\zeta_{\text{ГМГ}(GECO)}$ меньше в 1,75 раза по сравнению с $\zeta_{H^{\Gamma}-H^{\gamma}}-\zeta_{\text{ГМГ}(EGM2008)}$, а также меньше в 1,07 раза по сравнению с $\zeta_{(H^{\Gamma}-H^{\gamma})}-\zeta_{\text{ГМГ}(EIGEN-6C4)}$. Различия аномалии высоты ($\zeta_{H^{\Gamma}-H^{\gamma}}-\zeta_{\text{ГМГ}}$) в исследуемой области показаны на рис. 4.

Из результатов оценки GGM можно сделать вывод, что GECO может быть использована в качестве эталонной геоидной модели для дальнейшего определения локального квазигеоида на территории северного Вьетнама.

Список литературы / References

1. Barthemes F. (2013) Definition of Functionals of the Geopotential and Their Calculation from Spherical Harmonic Models, Scientific Technical Report STR09/02. [Electronic resource]. URL: http://icgem.gfz-potsdam.de/ICGEM/ (date of access: 12.01.2021).

2. Maddalena Gilardoni, Mirko Reguzzoni, Daniele Sampietro. GECO: a global gravity model by locally combining GOCE data and EGM2008. Studia Geophysica et Geodaetica. 2016. Vol. 60. P. 228–247. DOI: 10.1007/s11200-015-1114-4.

3. Pavlis N. (2009). Версия EGM2008-WGS 84. [Электронный ресурс]. URL: http://earthinfo.nga.mil/GandG/wgs-84/gravity-mod/egm2008/egm08_wgs84.html (дата обращения: 12.01.2021).

Pavlis N. (2009). Version EGM2008-WGS 84. [Electronic resource]. URL: http://earthinfo.nga.mil/GandG/wgs-84/gravity-mod/egm2008/egm08_wgs84.html (date of access: 12.01.2021) (in Russian).

4. Foerste C., Bruinsma S.L., Abrikosov O., Lemoine J.-M., Marty J.C., Flechtner F., Balmino G., Barthelmes F., Biancale R. EIGEN-6C4 The latest combined global gravity field model including GOCE data up to degree and order 2190 of GFZ Potsdam and GRGS Toulouse. GFZ Data Services. 2014. DOI: 10.5880/icgem.2015.1.

5. Mustafa Yilmaz, Bayram Turgut, Mevlüt Güllü, Ibrahim Yilmaz. Evaluation of recent global geopotential models based on GPS/levelling data: internal aegean region. International Journal of Engineering and Geosciences (IJEG). 2016. Vol. 1. P. 18–23. DOI: 10.26833/ijeg.285221.

УДК 622.831.325

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ МЕТАНА ИЗ ПЛАСТОВ-СПУТНИКОВ

Цыганков Д.А., Осипова Т.В.

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет НЭТИ», Новосибирск, e-mail: tsygankov@corp.nstu.ru

В статье рассмотрен вопрос возможности снижения концентрации метана в исходящей струе воздуха лавы за счёт повышения степени эффективности дегазации выработанного пространства, выражающегося в дополнительном извлечении газа из отработанных подрабатываемых пластов-спутников различной мощности. Исходя из опыта ряда стран – членов Европейского союза предложен совместный учёт возможностей вентиляции и дегазации выемочного участка, оптимальное соотношение технологических возможностей которых по отведению метана должно находиться на уровне 70%. Несмотря на повышенную сложность проведения работ по дегазации и с учётом того, что вентиляция исчерпала свои возможности, в качестве конкретных технологических мер было предложено бурить газодренажные скважины из откаточного штрека не только на надрабатываемые пласты-спутники (газовыделение 4,29 м^3/т), но и на подрабатываемые пласты-спутники различной мощности (газовыделение 0,38 м^3/т) с направлением дополнительного газового потока в подземный дегазационный трубопровод, соединённый с вакуум-насосом, расположенным на поверхности. В результате проведённых в течение одного года наблюдений горных мастеров за результатами внедрения предложенных мероприятий выяснилось, что концентрация метана в воздухе исходящей струи лавы снизилась в среднем на 22,2%, а общее количество газа, поступающего в подземный дегазационный трубопровод, возросло на 8,9%. Внедрённые мероприятия позволили обеспечить постоянную концентрацию метана в воздухе исходящей струи лавы на уровне, не превышающем нормативный (1% при отсутствии использования аппаратуры автоматического контроля метана) и увеличить нагрузку на очистной забой без нанесения ущерба безопасности горных работ.

Ключевые слова: вентиляция, дегазация, лава, метан, концентрация, газодренажная скважина, дегазационный трубопровод

INCREASING THE EFFICIENCY OF METHANE EXTRACTION FROM SATELLITE SEAMS

Tsygankov D.A., Osipova T.V.

Novosibirsk State Technical University NETI, Novosibirsk, e-mail: e-mail: tsygankov@corp.nstu.ru

The article discusses the issue of the possibility of reducing the concentration of methane in the outgoing stream of lava air by increasing the degree of degassing efficiency of the worked-out space, which is expressed in the additional extraction of gas from the exhausted undermined satellite layers of different thickness. Based on the experience of a number of member countries of the European Union, a joint accounting of the ventilation and degassing capabilities of the mining area was proposed, the optimal ratio of technological capabilities of which for methane removal should be at the level of 70%. Despite the increased complexity of degassing work and taking into account the fact that ventilation has exhausted its capabilities, it was proposed to drill gas drainage wells from the exit drift not only to the overworked satellite formations (gas release 4.29 m^3/t) as specific technological measures, but also to the developed satellite layers of various capacities (gas release 0.38 m^3/t) with the direction of additional gas flow into an underground degassing pipeline connected to a vacuum pump located on the surface. As a result of the observations of mining foremen over the results of the implementation of the proposed measures, carried out during one year, it was found that the concentration of methane in the air of the outgoing lava jet decreased by an average of 22.2%, and the total amount of gas entering the underground degassing pipeline increased by 8.9%. The implemented measures made it possible to ensure a constant concentration of methane in the air of the outgoing lava stream at a level not exceeding the standard (1% in the absence of the use of automatic methane control equipment) and to increase the load on the face without compromising the safety of mining operations.

Keywords: ventilation, degassing, lava, methane, concentration, gas drainage well, degassing pipeline

Высокой интенсивности добычи угля подземным способом невозможно достичь без управления процессом отведения метана средствами вентиляции и дегазации выемочного участка. В настоящее время для снижения количества метана, поступающего в горные выработки, применяется дегазация главных источников его выделения – разрабатываемых, сближенных подрабатываемых и надрабатываемых пластов угля (пластов-спутников), а также газоносных пород и выработанного пространства недр. В зависимости от газового баланса выемочного участка применяется один или несколько способов дегазации главных источников выделения метана. Несмотря на то, что количество метана, извлекаемого из отработанных пластов-спутников, является относительно невысоким, в отдельных случаях его роль в газовом балансе выемочного участка может быть значительной. Все подземные горные

предприятия по добыче угля в результате своей производственно-технологической деятельности загрязняют окружающую среду выбросами метана. Основными источниками его поступления являются вентиляционные и дегазационные системы действующих шахт, непогашенные вскрывающие горные выработки закрытых предприятий, а также склады угля и породные отвалы. Выбросы метана российскими шахтами ежегодно растут примерно на 4 %. В случае оборудования всех шахт Кузнецкого бассейна дегазационными системами темпы извлечения метана в нём достигли бы 35–40 %. Основной причиной сдерживания применения дегазации на шахтах Кузнецкого бассейна, а также её низкой эффективности является недостаток инвестиций в современное оборудование и контрольно-измерительную аппаратуру [1]. Высокие концентрации метана в атмосфере выемочного участка могут привести к снижению нагрузки на очистной забой в 1,5–3 раза. Производственные мощности шахт, газообильность очистных забоев которых составляет 7–10 м^3/т добытого угля, в 2–3 раза выше, чем шахт с газообильностью 20–60 м^3/т [2].

Целью исследования является поиск путей решения проблемы снижения концентрации метана в исходящей струе воздуха лавы за счёт повышения степени его извлечения из выработанного пространства недр.

Материалы и методы исследования

Материалом для исследования является пласт угля со средней мощностью 3,2 м, разрабатываемый подземным способом на глубине 400–440 м в условиях центрального Кузбасса. Основными методами исследования являются наблюдение за газовой обстановкой на выемочном участке, проведение эксперимента по предложениям, служащим для её нормализации, а также анализ полученных статистических данных.

Результаты исследования и их обсуждение

Для планирования извлечения шахтного метана в ряде стран Европейского союза используется подход, который разграничивает количества газа, отводимые средствами вентиляции и дегазации выемочного участка, с целью прогноза общей стоимости всего процесса его отведения. В качестве критерия эффективности выступает величина соотношения стоимости работ по отведению метана средствами дегазации и вентиляции (рис. 1) [3].

На рис. 1 представлены результаты обобщения опыта вентиляции и дегазации очистных забоев ряда глубоких шахт со средней нагрузкой на очистной забой, находящейся на уровне 1500–2000 т/сутки. Значение оптимума 70 % корректируется в зависимости от изменения величины этой нагрузки и фактических размеров отрабатываемой панели. При этом безупречно работающая вентиляция добычных участков может не обеспечивать безопасных концентраций метана в исходящих струях лав исключительно по причине низкой эффективности предварительной и текущей дегазации разрабатываемого угольного пласта, исчерпав пределы своих технологических возможностей.

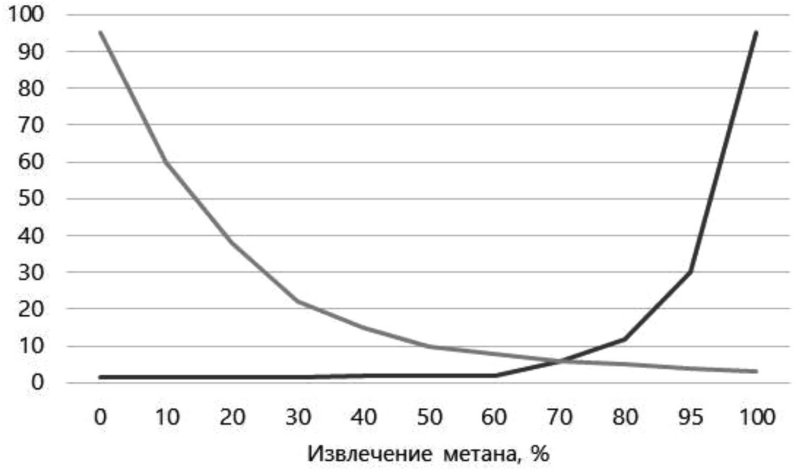


Рис. 1. Оптимальное соотношение стоимости работ по дегазации (тёмная кривая линия) и вентиляции (светлая кривая линия) выемочного участка, %

В рассматриваемом случае в условиях центрального Кузбасса ведётся разработка пласта угля с промышленными запасами 800 тыс. т, залегающего на глубине 420 м, со средней мощностью 3,2 м и углом падения 0–7°. Природная газоносность угля составляет 14–17 м^3/т. Пласт является склонным к самовозгоранию, опасным по взрыву угольной пыли и газа, а также угрожаемым по горным ударам. Вмещающие горные породы представлены аргиллитами и алевролитами крепостью 2 и 7. Подработанные пласты-спутники мощностью 4, 2,5 и 2,2 м в настоящее время отработаны.

Длина лавы по простиранию составляет 890 м, а по фронту – 202 м. При отбойке угля применяется очистной механизированный комплекс 2КМК800.3Р с комбайном МВ12-2 и лавовым конвейером Глиник-298. Отработка запасов осуществляется обратным ходом – от флангов к бремсбергам. Транспортирование угля осуществляется по откаточному штреку ленточным конвейером 2ПТ-120. Система разработки – длинными столбами по простиранию [4].

Схема проветривания лавы – комбинированная с отведением метановоздушной смеси по подземным горным выработкам, а также с помощью поверхностной газоотсасывающей установки. Свежая струя поступает в лаву из вентиляционного бремсберга по конвейерному штреку. Отработанная струя выдаётся по вентиляционному штреку на конвейерный бремсберг. Часть отработанной струи поступает по трубе диаметром 800 мм к скважине, связанной с газоотсасывающей установкой ВЦГ-9, оснащённой двумя вентиляторами [5].

Дегазация выемочного участка осуществляется тремя способами. Первый заключается в извлечении метана через купол обрушения, находящийся в выработанном пространстве, в скважину, расположенную на поверхности. Купол обрушения служит для повышения эффективности дегазации выработанного пространства через скважины, находящиеся на поверхности и подключённые к наземной дегазационной установке. Второй способ представляет собой изолированный отвод метана по газодренажным скважинам, находящимся в конвейерном штреке, в подземный трубопровод. Изолированный отвод метана служит для повышения эффективности дегазации выработанного пространства через подземный дегазационный трубопровод, подключённый к ротационным насосам и соединённый с вакуум-насосом, расположенным на поверхности. Здесь используются фильтры тонкой очистки метановоздушной смеси и огнепреградители. Третий способ включает в себя пластовую дегазацию, осуществляемую через скважины, находящиеся в конвейерном штреке и набуренные в разрабатываемый пласт, а также на надрабатываемые пласты-спутники. Она служит для повышения эффективности дегазации разрабатываемого пласта и пластов-спутников [6, 7].

В существующих условиях концентрация метана в исходящей струе лавы часто превышает нормативное значение в 1%, которое необходимо обеспечить в условиях отсутствия аппаратуры АКМ (автоматического контроля метана). Это периодически требует снижений нагрузки на очистной забой с целью сокращения количества метана, выделяющегося из угля, проявляющейся в сокращении объёмов его добычи. Наличие аппаратуры АКМ, допускающее временное присутствие концентраций метана в исходящей струе лавы на уровне до 1,3%, не является решением проблемы.

Сущность предложений по поиску пути решения проблемы заключается в обеспечении понижения концентрации метана в исходящей струе воздуха лавы за счёт повышения степени его извлечения из выработанного пространства недр. Для этого было предложено в течение 2019 г. бурить скважины из откаточного штрека не только на неотработанные надрабатываемые пласты-спутники (фактическое газовыделение составляет 4,29 м^3/т), но и на отработанные подрабатываемые пласты-спутники (расчётное газовыделение – 0,38 м^3/т), а в течение 2020 г. вести контрольные замеры.

По результатам проделанной работы сравнительные показатели отведения метана средствами вентиляции и дегазации выемочного участка представлены на рис. 2 и 3.

В результате реализации внесённых предложений среднегодовое отведение метана средствами вентиляции (исходящая струя лавы и газоотсос) в 2020 г. сократилось по сравнению с 2018 г. в среднем на 2 м^3/мин с 41,6 м^3/мин до 39,6 м^3/мин (на 4,8%).

В результате реализации внесённых предложений среднегодовое отведение метана средствами дегазации (купол обрушения, изолированный отвод и пластовая) в 2020 г. увеличилось по сравнению с 2018 г. в среднем на 1,4 м^3/мин, с 15,8 м^3/мин до 17,2 м^3/мин (на 8,9%).

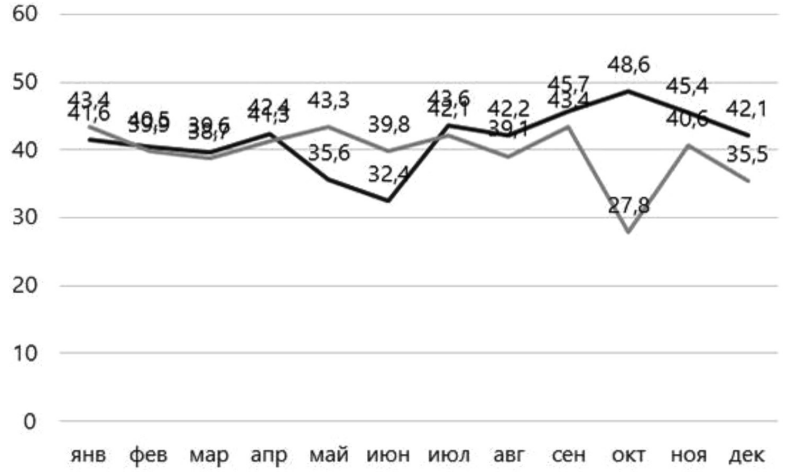


Рис. 2. Сравнительные показатели отведения метана средствами вентиляции в 2018 г. (тёмная кривая линия) и 2020 г. (светлая кривая линия), м³/мин

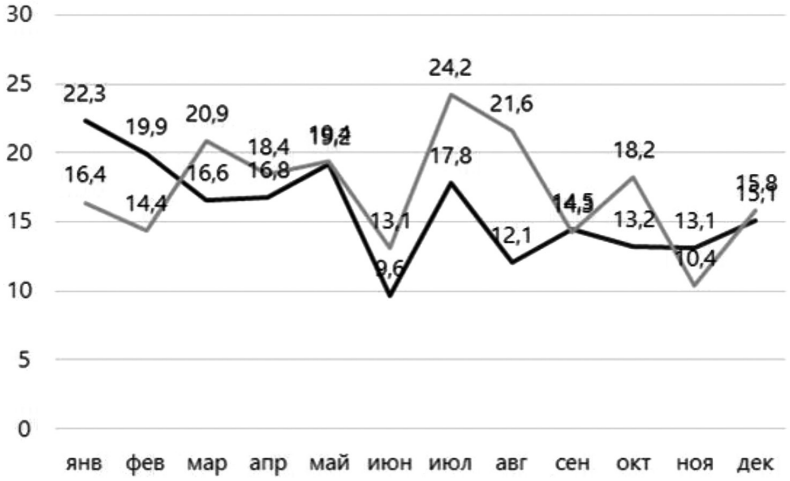


Рис. 3. Сравнительные показатели отведения метана средствами дегазации в 2018 г. (тёмная кривая линия) и 2020 г. (светлая кривая линия), м³/мин

По результатам проделанной работы сравнительные показатели концентрации метана, достигаемые путём эксплуатации существующих средств вентиляции и дегазации выемочного участка, представлены на рис. 4 и 5.

В результате реализации внесенных предложений концентрация метана в исходящей струе лавы в 2020 г. сократилась по сравнению с 2018 г. в среднем на 22,2 % и стала постоянно меньшей 1 % за счёт сокращения проникновения метана из отработанных подрабатываемых пластов-спутников (с 0,9 % до 0,7 %).

В результате реализации внесенных предложений концентрация метана в подземном дегазационном трубопроводе в 2020 г. возросла по сравнению с 2018 г. в среднем на 9,5 % за счёт увеличения количества извлекаемого метана из отработанных подрабатываемых пластов-спутников (с 31,6 % до 34,6 %).

Выводы

В результате использования предложенных мероприятий получен следующий эффект:

1. Среднегодовое выделение метана в лаву из выработанного пространства недр (включая подрабатываемые пласты-спутники) сократилось с 1,4 м³/т добываемого угля в 2018 г. до 1,3 м³/т добываемого угля в 2020 г. (на 7,1 %).

2. Доля вентиляции в общем объёме отводимого метана в 2020 г. снизилась на 5 % по сравнению с 2018 г.

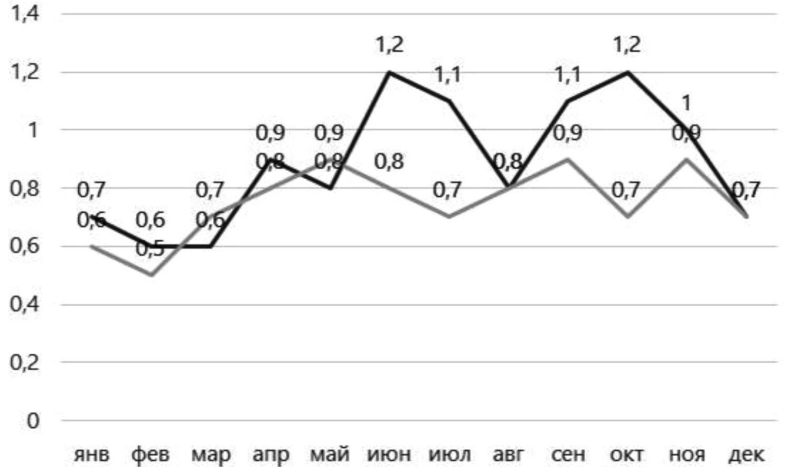


Рис. 4. Концентрации метана в исходящей струе лавы в 2018 г. (тёмная кривая линия) и 2020 г. (светлая кривая линия), %

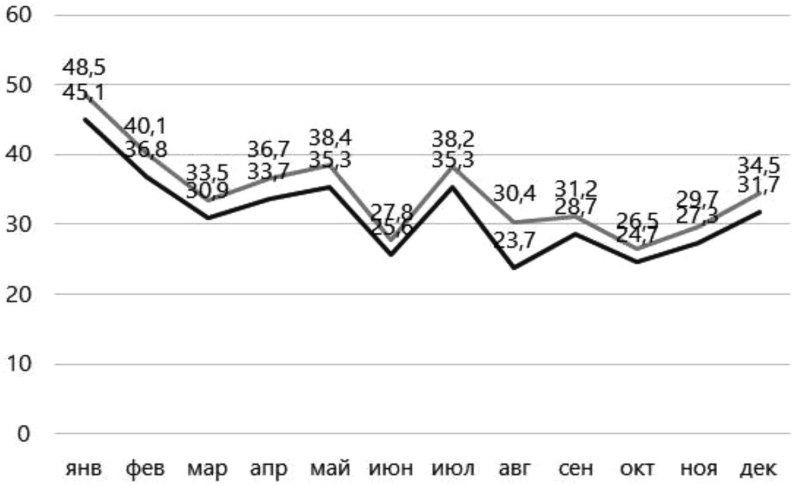


Рис. 5. Концентрации метана в подземном дегазационном трубопроводе в 2018 г. (тёмная кривая линия) и 2020 г. (светлая кривая линия), %

3. Доля дегазации в общем объёме отводимого метана в 2020 г. увеличилась на 8,9 % по сравнению с 2018 г.

4. Средняя добыча из лавы получила возможность увеличения на 1,1 % и может составить до 4550 т/сут.

Список литературы / References

1. IEA: Coal Mine Methane in Russia: Capturing the Safety and Environmental Benefits. International Energy Agency. 2016. 54 p.

2. Шахтный метан в России: Использование с выгодой для безопасности и охраны окружающей среды. ОЕСР/МЭА, 2010. 48 с.

Coal Mine Methane in Russia: Benefiting for Safety and Environmental Protection. OYESR/ MEA, 2010. 48 p. (in Russian).

3. Creedy D.P., Saghafi A., Lama R. Gas Control in an Underground Coal Mining. IEACR/ 91. London: IEA Coal Research, 1997. 122 p.

4. Ютяев Е.П. Подземная разработка пологих газоносных угольных пластов длинными забоями. М.: Горная книга, 2017. 288 с.

Yutyaev E.P. Underground mining of flat gas-bearing coal seams with long faces. M.: Gornaya kniga, 2017. 288 p. (in Russian).

5. Голинько В.И., Лебедев Я.Я., Муха О.А. Вентиляция шахт и рудников. Донецк: Национальный горный университет, 2012. 266 с.

Golinko V.I., Lebedev Ya.Ya., Mukha O.A. Ventilation of mines and mines. Donetsk: Natsional'nyy gornyy universitet, 2012. 266 p. (in Russian).

6. Курта И.В. Методы и схемы дегазации угольных пластов. Ухта: УГТУ, 2015. 35 с.

Kurta I.V. Methods and schemes for degassing coal seams. Ukhta: UGTU, 2015. 35 p. (in Russian).

7. Инструкция по дегазации угольных шахт. М.: ЗАО «Научно-технический центр исследований промышленной безопасности», 2013. 250 с.

Instructions for degassing coal mines. M.: ZAO «Nauchno-tekhnicheskiy tsentr issledovaniy promyshlennoy bezopasnosti», 2013. 250 p. (in Russian).

УДК 553:330.15:332.1

ГОРНОДОБЫВАЮЩАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Шведов В.Г., Ткаченко Г.Г., Ушаков Е.А., Чурзина А.А.

ФГБУН «Тихоокеанский институт географии ДВО РАН», Владивосток, e-mail: i-svg@yandex.ru

Статья посвящена обзору горнодобывающей промышленности Арктической зоны Дальнего Востока. Рассмотрена специфика размещения и состава сырьевого потенциала отрасли в данном регионе, дано объяснение её сложившейся специализации. Отдалённость и сложные природные, в том числе горно-геологические, условия предопределили избирательный характер добычи полезных ископаемых. В их числе одну группу образуют особо важные для жизнеобеспечения арктического региона углеводороды; другая группа представлена стратегическими видами минерального сырья, которые пользуются повышенным спросом в гражданском и военном производстве. По каждому виду рассмотренных полезных ископаемых определены особенности современного состояния и перспектив его разработки. Отмечено, что целесообразность добычи нефти и газа на шельфе Арктической зоны Дальнего Востока требует дополнительного изучения, и главным энергоносителем региона на ближайшую перспективу останется каменный уголь. На данной территории имеется один из мировых центров добычи алмазов, крупные природные запасы которого служат залогом его перспективности. Рассматриваемая территория является одним из важнейших производителей золота в России. Но его основные месторождения близки к истощению. В этой связи золотодобывающим компаниям целесообразно внедрять технологии по извлечению из руд серебра и платиноидов. Хорошую перспективу имеет восстановление добычи олова. При этом внимания заслуживают отвалы ранее отработанных месторождений. Согласно взятым пробам, содержание металла в некоторых из них выше, чем в природных рудах. Особое значение имеет нахождение в Арктической зоне Дальнего Востока крупнейших запасов редкоземельных и редких металлов. Эти материалы пользуются повышенным рыночным спросом, и их добыча представляется важным стимулом для дальнейшего развития горнодобывающей промышленности региона.

Ключевые слова: Арктика, Дальний Восток, горнодобывающая промышленность, состояние, перспективы

MINING INDUSTY OF THE ARCTIC ZONE OF THE FAR EAST: PROBLEMS AND PROSPECTS FOR DEVELOPMENT

Shvedov V.G., Tkachenko G.G., Ushakov E.A., Churzina A.A.

Pacific Geographical Institute of Far Eastern Branch of the Russian Academy of Science, Vladivistok, e-mail: i-svg@yandex.ru

The article is devoted to an overview of the mining industry in the Arctic zone of the Far East. The features of the location and composition of the raw material potential of the industry in this region are considered, an explanation of its current specialization is given. The remoteness and complex natural, including mining and geological, conditions have led to the selective nature of production. Among them, one group is made up of hydrocarbons, which are especially important for the life support of the Arctic region; Another group is represented by strategic types of mineral raw materials that are in demand in civilian and military production. For each type of considered minerals, the features of the current state of their development and the prospects for its development are determined. It was noted that the possibility of oil and gas production on the shelf of the Arctic zone of the Far East requires additional research, and coal in the near future will remain the main energy source for the region. One of the world's centers for diamond mining is located on this territory, and their large reserves are a guarantee of the prospects for this industry. The territory in question is one of the most important gold producers in Russia. But its main deposits are close to depletion. In this regard, it is advisable for gold mining companies to introduce technologies for extracting silver and platinoids from ores. The recovery of tin mining has good prospects. At the same time, attention should be paid to the dumps of previously worked out deposits. According to the samples taken, the metal content in some of them is higher than in natural ores. Of particular importance is the presence of the largest reserves of rare earth elements and rare metals in the Arctic zone of the Far East. These materials are in high demand in the market. and their extraction is an important incentive for the further development of the mining industry in the region.

Keywords: Arctic, Far East, mining industry, condition, prospects

Арктическую зону Дальнего Востока (АЗДВ) образуют 13 полярных улусов Республики Саха (Якутия) и Чукотский АО. Её минерально-сырьевой потенциал в основном был открыт, изучен и активно использовался в советский период. Постсоветские экономические реформы оказали на этот процесс деструктивное воздействие. Но мониторинг занятости населения и формирования валового регионального продукта, а также отчёты о финансовой деятельности предприятий указывают, что в настоящее время в экономике АЗДВ фактически сложилось состояние моноспециализации на добыче полезных ископаемых [1]. По последним данным, эта отрасль даёт 99 % стоимости промышленной продукции данной территории и обеспечивает занятость более чем половины её трудоспособного населения [2; 3].

Очевидно, что сложившаяся ситуация – результат рыночной саморегуляции эко-

номики региона. С позиций комплексной организации производства её, безусловно, нельзя считать удовлетворительной. Но, с другой стороны, она «естественным образом» определила стержневое значение горнодобывающей промышленности для региона. И поскольку сложности переходного периода ещё не исчерпаны, такое положение дел, скорее всего, сохранится в ближайшем будущем. Это обуславливает необходимость рассмотрения состояния данной отрасли в АЗДВ, анализ её проблем и перспектив развития.

Проблемам состояния и освоения минерально-сырьевой базы арктических территорий, а также развитию здесь горнодобывающей промышленности и ранее уделялось достаточно много внимания [4 и др.]. В последнее время интерес как к Арктическому региону в целом, так и к его ресурсному, и в частности минерально-сырьевому, потенциалу получил новый импульс в связи с быстро меняющейся геополитической обстановкой в мире [5]. Круг связанных с Арктическим регионом проблем очень широк. Неоднородность и его пространственное положение объективно заставляют уделять большее внимание западному сектору, который более приближен к европейской части Российской Федерации, где сосредоточен её основной населенческо-производственный потенциал. При этом восточный сектор Арктики оказывается несколько «в тени». В этой связи одной из причин особого интереса к АЗДВ, на наш взгляд, является актуальная для неё проблема освоения минеральных ресурсов, развития горнодобывающей промышленности. От её решения зависит перспектива самодостаточности, большей устойчивости развития этого региона, общего усиления позиций страны на её северо-восточном фланге.

Цель данного исследования состоит в проведении обзора состояния горнодобывающей промышленности Арктической зоны Дальнего Востока и формирования представления о специализации данной отрасли в регионе с целью выявления особенностей в условиях разработки основных видов минерального сырья и перспектив их добычи на ближайшее будущее.

Материалы и методы исследования

Основой написания данной статьи послужили следующие материалы: выборочные статистические данные, доступные сведения из отчётов горнодобывающих компаний, экспертные заключения по рынкам минерального сырья. При написании использованы следующие методы: камеральная обработка собранных материалов, расчётный, сравнительный, территориального и отраслевого анализа, оценочно-прогнозный.

Результаты исследования и их обсуждение

Разнообразие минерального сырья АЗДВ по преимуществу потенциальная категория: хотя в настоящее время здесь разведано боле 1,1 тыс. месторождений, среди них преобладают мелкие, эксплуатация которых экономически нецелесообразна. Разведанные крупные залежи немногочисленны и представляют собой технологически сложные для освоения объекты, поскольку наиболее доступные месторождения были исчерпаны ранее. Добычу полезных ископаемых в АЗДВ приходится вести в экстремальных горно-геологических и климатических условиях. Это является причиной высокой энерго- и теплоёмкости производства при состоянии децентрализации, относительной маломощности и высокой стоимости соответствующих видов обеспечения. Имеются и иные осложняющие производство факторы.

Большинство месторождений расположено в удалённой и труднодоступной местности, при том что транспортная сеть региона развита слабо, а её речной и сухопутный сегменты функционируют сезонно. Кроме того, действующие в горнодобывающей отрасли АЗДВ оборудование и агрегаты в постсоветское время обновлялись недостаточно, в значительной мере устарев физически и морально, при этом собственная материально-техническая и ремонтная база в регионе практически отсутствует. Отрицателен и тот факт, что некоторые виды работ, в первую очередь в газо- и нефтедобыче, существенно зависят от поставок импортной техники.

Климат АЗДВ оказывает ярко выраженное негативное воздействие на организм человека. Поэтому здесь сложился вахтовый метод ведения работ, который не способствует созданию квалифицированного профессионального контингента «на местах». Наконец, региональной особенностью является значительный, до 1,5 лет, разрыв между запуском производства и получением первой прибыли. Для действующих здесь предприятий это означает крупные инвестиционные вложения на начальном этапе, которые могут обернуться серьёзным кредитным обременением.

Эти факторы обусловили характер горной добычи в АЗДВ. Она специализируется на разработке тех видов минерального сырья, которые либо жизненно необходимы для региона, либо обладают высокой рыночной ликвидностью. Первую из этих категорий образуют энергоносители, вторую – драгоценные камни и некоторые металлические руды.

Из-за холодного климата обеспечение электро- и теплоснабжения населения и производства является жизненно важной потребностью региона. Но его удалённость и труднодоступность осложняют и удорожают внешнее снабжение энергоносителями. Поэтому самообеспечение ими является для АЗДВ одним из самых актуальных вопросов.

Эта территория располагает полным набором углеводородного сырья, хотя состояние и перспективы использования его различных видов остаются дискуссионными. В первую очередь это касается нефтегазовых ресурсов, которые здесь сосредоточены по преимуществу на шельфе арктических морей и отличаются высокой теплотворностью. Но проведённые в 2002–2004 гг. разведка и пробное бурение дали скромный результат. Общий объём выявленных запасов углеводородов был тогда определён в 12,7 млрд тонн в нефтяном эквиваленте, что в 10 раз меньше достоверно известных запасов шельфа Печорского моря. При этом был выявлен его «разброс» по серии некрупных месторождений. Их примером на шельфе Чукотского моря стали Верхне-Эчинское – 1,5 млн т нефти и 6,9 млрд м^3 газа, Верхне-Телекайское – 2,8 млн т нефти и 2,2 млрд м^3 газа, Угловое и Ольховское – примерно по 2,5 млн т нефти. Минимальный уровень рентабельности разработки, который равен 10 млн т нефти и 16 млрд м^3 газа, был определён лишь для Западно-Анабарского шельфового участка моря Лаптевых.

По итогам проведённых работ, и учитывая перспективу создания производственной инфраструктуры «с нуля», заинтересованные компании признали развитие нефтегазового производства в АЗДВ нецелесообразным. Его единственным действующим предприятием являлось Западно-Озёрское газовое месторождение, имеющее хоть и важное, но локальное значение. При относительно небольших (4,4 млрд м^3) запасах газа оно расположено на суше в 100 км от города Анадырь и с 2006 г. выполняет основные функции по его энергетическому и тепловому снабжению.

Новое обследование шельфа АЗДВ 2017–2019 гг. изменило представление о его потенциале. По данным повторной разведки, перспективные ресурсы Западно-Анабарского участка составили 266 млн т нефти и около 500 м^3 газа. Была произведена оценка Центрально-Оленёкского и Восточно-Анабарского участков, суммарные запасы которых определены в 4–5 млрд тонн углеводородов в нефтяном эквиваленте.

Такая перемена в оценке нефтегазовых запасов АЗДВ, безусловно, позитивна. Но она не снимает некоторых проблем. Так, необходима проверка последних оценок объёмов углеводородного сырья в регионе на достоверность, поскольку они контрастируют с полученными ранее оценками. Не изучены до конца и горно-геологические условия разработки здешних потенциальных месторождений [6]. Нельзя не учитывать отсутствие специализированной производственной и транспортной инфраструктуры в местах перспективной газо- и нефтедобычи, при том что их создание потребует огромных средств. К примеру, расчётная стоимость запуска в эксплуатацию Западно-Анабарского участка составит 364 млрд руб. Это ставит под вопрос его конкурентоспособность с действующим и обустроенным нефтегазовым комплексом Западной Арктики.

В этой связи более ясны перспективы другого энергоносителя АЗДВ – каменного угля. Его основным источником является Беринговский бассейн в Чукотском АО. Доразведка 2017 г. позволила оценить его запасы в 4–4,5 млрд т, сосредоточенных в серии крупных залежей (Фандюшкинские поля). Их примером служит месторождение Амаам с разведанным объёмом более 500 млн т. Кроме того, Беринговский бассейн расположен близ одноимённого посёлка – рейдового порта Северного морского пути.

В 2019 г. объём добычи в Беринговском бассейне составил 382,2 тыс. т, из которых 200 тыс. экспортированы в Китай, а остальной объем закрыл потребности Чукотского АО в твёрдом топливе. Дальнейшее расширение производства позволит выйти к 2025 г. на годовую добычу 5 млн т. Немаловажно, что стоимость технологической модернизации инфраструктурного обеспечения угледобычи в Беринговском бассейне оценена в 1,3 млрд руб.; то есть – в стоимостном отношении выгодно отличается от несоизмеримо бо́льших затрат на реализацию региональных нефтегазовых проектов.

Другой крупный источник добычи каменного угля в АЗДВ – Зырянский разрез в Верхнеколымском улусе Республики Саха (Якутия). Его запасы в текущем столетии прошли переоценку с 2,6 [Расчёт по: 7] до 5 млрд т. Здешний уголь отличается с высокой долей антрацитового содержания. Его добыча осуществляется открытым способом, достигнув в 2011 г. 243 тыс. т, после чего к настоящему времени снизилась до 160 тыс. т.

Сокращение выработки зыряновского угля объясняется сложностью его доставки потребителю. На мелкосидящих судах он перевозится к устью Колымы, и далее морскими сухогрузами – в Певек, на специализированный причал для его приёма. Этот маршрут удорожается несколькими перевалками груза, осложняется сезонной функциональностью и зависимостью от текущего состояния русла Колымы. Таким образом, Зырянский бассейн в смысле рентабельности уступает Беринговскому. Однако правительство Республики Саха (Якутии) рассматривает его как один из ключевых социально-экономических объектов освоения республиканской Арктической зоны и оказывает ему утверждённую республиканской «Программой социально-экономического развития» поддержку. Благодаря этому уголь добывается здесь в рамках госзаказа с гарантией закупки его нереализованного на рынке остатка. Кроме того, ведётся согласование вопросов по установлению сквозного тарифа углеперевозки от места добычи до конечного пункта в Певеке.

Изложенное позволяет прогнозировать, что до прояснения ситуации с перспективами нефтегазового сектора, основу собственного энергобаланса АЗДВ будет составлять каменный уголь.

В группу неэнергетических минеральных ресурсов АЗДВ включены достаточно разнородные по своей природе полезные ископаемые.

В Анабарском улусе Республики Саха находится месторождение алмазов Эбелях с разведанными запасами 20 млн карат [8]. Полезный объём всего Эбеляхского комплекса с серией «дочерних» месторождений оценён в 92 млн карат [9]. Это позволяет рассматривать его как крупнейшее разведанное сосредоточение алмазов в России (64,2 % национальных запасов) и одно из крупнейших в мире.

При вводе в эксплуатацию месторождения Эбелях в 2014 г. было добыто 2 млн карат. Максимальный объём был достигнут в 2018 г. – 5,4 млн карат, затем к 2020 г. выработка снизилась до 2,9 млн. Причиной сокращения производства стало падение цен на алмазы, достигшее к настоящему времени 24 % от пикового уровня 2013 г. Его вызвало совпадение обострения политической ситуации в алмазодобывающих странах Африки с переменой предпочтений в моде на украшения. Но текущее положение дел вызывает минимальную обеспокоенность, поскольку мировой рынок алмазов традиционно проходит циклы колебания цен в 7–15 лет, и в ближайшие годы ожидается их подъём. Вдобавок нереализованные камни гарантированно скупаются Гохраном, что обеспечивает бесперебойность алмазодобычи в АЗДВ.

Что касается металлических руд, то регион долгое время специализировался на добыче золота и олова. Из них главная позиция по производимой стоимости, и в настоящее время – по функциональной устойчивости, принадлежит золоту.

На АЗДВ в 2019 г. пришлось 7,8 % общероссийского производства этого благородного металла. Столь значимый показатель во многом обусловлен относительной стабильностью цен на золото. После некоторого снижения в 2010–2016 гг. они вновь показывают положительную динамику, что стимулирует его добычу в АЗДВ. В настоящее время промышленная разработка золота ведётся на Чукотке, главным образом на месторождениях Двойное, Майское (Чаунский район) и Купол (Анадырский район). В 2014–2016 гг. они давали в сумме от 21 до 24 т золота. Пиковый объём – 32,1 т – достигнут в 2015 г. К 2019 г. он сократился до 20,5 т из-за уменьшения производительности месторождения Купол, на которое приходится половина региональной золотодобычи.

Это сигнализирует о том, что текущая, в целом благоприятная, ситуация с добычей золота в АЗДВ вскоре может претерпеть негативные перемены. Согласно прогнозам, «лёгкие» эксплуатационные участки на Чукотке будут исчерпаны через 3–4 года, и придётся работать с технологически сложными слоями и труднообогатимыми породами. Это поставит добывающие предприятия на грань рентабельности. Данное положение усугублено тем, что большинство из иных разведанных в АЗДВ месторождений золота невелико по размерам: в Чукотском округе – Кекура (62,1 т), Клён (18 т), в Республике Саха – Тарын-Юрях (2,5 т), Аччигый (451 кг). Столь малые объ-

ёмы запасов ставят под вопрос рентабельность их освоения.

Исключением является месторождение Кучюс (Верхоянский район Республики Саха) с запасами 230 т золота. Но оно находится в труднодоступной, изолированной от путей сообщения местности. Работы по созданию его первичного инфраструктурного обеспечения оценены в 5,5 млрд руб. (в ценах до 2014 г.), что сдерживает интерес к его освоению. Это продемонстрировал в 2013 г. провал аукционных торгов на право разработки Кучюса; после них активность инвесторов к этому объекту практически пока не проявляется.

Что касается олова, то в Советском Союзе АЗДВ являлся его важнейшим производителем. Однако постсоветские реформы привели к полному обвалу этого производства. Были законсервированы или закрыты разрабатывавшиеся в Усть-Янском улусе Республики Саха месторождения Депутатское (разведанные запасы – 255 тыс. т), Тирехтях (68,9 тыс. т), Чурпунньа (11 тыс. т), а в Чукотском АО – Ильтутин (604,7 тыс. т). Не освоено крупнейшее в России и четвёртое в мире по объёму запасов (350 тыс. т) месторождение Пыркакай на Чукотке. При этом оловянные руды АЗДВ имеют высокое полезное содержание (0,23–1,15 г/м^3) и относятся к категории легкообогатимых.

Такая ситуация объяснима в основном затяжным падением цен на олово. Начавшись в конце XX в., оно к 2015 г. «обвалило» стоимость этого металла с 63,6 до 13,6 тыс. долларов за тонну. С одной стороны, это вызвано перепроизводством: к 2019 г. объём нереализованных запасов олова составил в мире 300 тыс. т [10]. С другой – сложилась тенденция сокращения спроса на него в традиционных областях применения: тароупаковке, электротехнике, химической промышленности. Очевидно, что это явление имеет долгосрочный характер: после краткого подъёма в 2017 г. до 21 тыс. долларов за тонну цена олова к началу 2020 г. снова сократилась, потеряв до 30% обновлённого было значения. В этих условиях добывающие компании, посчитав оловодобычу в АЗДВ убыточной, свернули её.

Таким образом, добыча металлических руд в регионе в нынешнем её виде – проблемная отрасль, лишившаяся части производственного сектора и приближающаяся к утрате рентабельности. Это положение нельзя считать приемлемым. Добыча драгоценных металлов – стратегический государственный вопрос. Что касается олова, то в России спрос на него стабилен, при том что от 85 до 90% его потребляемого в стране объёма закупается за рубежом. Нельзя не учитывать и тот факт, что основные оловопроизводящие страны – Индонезия, Перу, Бразилия, сообщили о скором исчерпании ресурсов своих легкодоступных месторождений. Иными словами, олово АЗДВ представляет собой огромный резерв для импортозамещения, а ситуация с этим металлом на мировом рынке вскоре может измениться. Эти факты говорят о необходимости сохранения производства по добыче металлических руд на АЗДВ и поиске путей формирования её экономической устойчивости.

Для решения этой задачи в регионе есть потенциальные резервы. Одним из них является геологическая доразведка территории с помощью современных изыскательских технологий. Соответствующее изучение АЗДВ велось в основном в 30–70 годы XX в., когда методы обнаружения и оценки полезных ископаемых были основаны лишь на самых очевидных показателях. В результате коэффициент плотности обнаруженных месторождений здесь равен 1,18 на 1 тыс. км^2, тогда как в среднем по России он составляет 2,2 [11]. То есть – в АЗДВ есть вероятность обнаружения и новых источников минерального сырья, и переоценки в сторону укрупнения тех из них, которые уже известны. Этот подход позволит создать ситуацию, когда сложность разработки полезных ископаемых компенсируется количеством их добычи.

Другая составляющая «резервного фонда» минерального потенциала АЗДВ в буквальном смысле лежит на земной поверхности. Это отвалы действующих и отработанных предприятий. Размер их объёма точно неизвестен, но заведомо составляет несколько миллионов тонн. Применявшиеся в прошлом веке методы извлечения полезного содержания из руд не отличались полнотой. По этой причине скопившиеся в регионе отвалы представляют собой настоящие техногенные месторождения, часть из которых по качеству сопоставима с естественными. Кроме того, они доступны для разработки открытым способом, что существенно удешевляет производственный процесс.

Ранее действовавшие в АЗДВ золотодобывающие предприятия были узко специализированы на извлечении из руды именно этого металла. Впоследствии ими из породы в качестве попутного продукта стало извлекаться серебро. Ежегодный объём его

добычи колеблется в диапазоне 130–160 т, что указывает на крупные запасы, которые используются в неполной мере.

Представляется, что золотодобывающим предприятиям целесообразно рассмотреть методы повышения извлекаемости серебра из руд. Не менее перспективным представляется изучение отвалов этого производства на предмет промышленного содержания серебра и, как показали пробы отходов месторождения Песчанка, платиноидов. В случае получения положительных результатов его проведения, база и номенклатура производства драгоценных металлов в АЗДВ могут быть значительно расширены.

Перспективы использования отвалов оловодобычи более очевидны, поскольку некоторые из них уже исследованы целевым образом. Так, изучение отходов заброшенного в 1998 г. месторождения Валькумей (близ Певека) показало в среднем 0,5% их полезного содержания [Расчёт по: 12]. При этом разработка отвалов оловодобычи считается рентабельной при показателе 0,14%. Расчёт содержания олова в отвалах оставленного в 2008 г. месторождения Чурпунньа дал результат в 682 т «чистого» металла. Эти данные позволяют рассматривать накопившиеся более чем за полвека в АЗДВ отходы оловодобычи как объекты вторичного использования и значительного удешевления его производства [13].

Наконец, перспективы горнодобывающей промышленности АЗДВ могут быть усилены за счёт расширения перечня видов добываемого сырья. Но при этом следует иметь в виду, что специфика региона диктует избирательность в освоении новых видов полезных ископаемых. Основными критериями целесообразности их добычи здесь является сочетание повышенного спроса на рынке и относительной (по местным меркам) доступности разработки. В настоящее время им соответствуют ранее не добывавшиеся в АЗДВ редкие и редкоземельные металлы. С 2012 г. их потребление в мире устойчиво растёт, приняв характер долгосрочной тенденции. Основными их потребителями являются расположенные рядом с АЗДВ Китай, Южная Корея и Япония, а сама эта территория – один из немногих регионов мира, где редкоземы представлены широкой номенклатурой наименований и повышенным содержанием в земной коре [14].

С одной стороны, источником редких и редкоземельных металлов в АЗДВ могут стать отходы оловодобычи, где они представлены как сопутствующие компоненты. Так, отвалы месторождений Пыркакай, Титерях и Депутатское содержат промышленные запасы вольфрама, индия, висмута, молибдена, бериллия, лития, тантала, ниобия. В отработанной рудной массе месторождения Пыркакай содержание каждого из этих элементов составляет 0,02%, что позволяет оценивать здесь физический объём каждого из них в среднем по 21 тыс. т «чистого» металла. Открытое в 1972 г. на Чукотке медное месторождение Песчанка, несмотря на разведанные запасы в 27 млн т руды, ранее не разрабатывалось из-за низкого содержания меди. Но с 2024 г. на его основе планируется запуск комплексного Баимского ГОКа. Это решение основано на сведениях о высоком содержании вольфрама, разведанный объём которого в Песчанке в перечёте на металл составляет 28 тыс. т. Попутным объектом разработки станет уникальное природное сочетание благородных металлов: серебра, золота, платины и палладия – 2,4 тыс. тонн металлического содержания.

Что касается редкоземельных металлов, то они представлены в АЗДВ как основные рудообразующие элементы. Из их месторождений наиболее известно Томтор в Оленёкском улусе Якутии. Его основным полезным содержанием являются ниобий и редкоземы иттриевой и церриевой групп, содержание которых в породе составляет 5 и 12% соответственно. По этим показателям и объёму запасов руды в 150 млн т Томтор превосходит крупнейшие в мире аналоговые месторождения Китая и Бразилии [15]. На его основе в 2024 г. планируется запуск ГОКа с добычей руды открытым способом и начальной мощностью 500 тыс. т редкоземельного концентрата.

Заключение

Несмотря на имеющиеся сложности, АЗДВ по многим позициям представляет собой регион, перспективный для развития горнодобывающей промышленности. Но в непростых условиях региона эта отрасль не будет иметь должной эффективности без активной господдержки.

Определённые шаги в этом направлении предприняты. Так, Гохран тесно взаимодействует с алмазо- и золотодобывающими предприятиями, скупая их нереализованную продукцию по гарантированным ценам. С 2011 г. введена нулевая ставка налога для работающих на Дальнем Востоке

оловодобывающих компаний. В 2020 г. принят закон о снижении налога с 8 до 4,8% на добычу редких и редкоземельных металлов при разработке как непосредственно их месторождений, так и при промышленном содержании таковых в составе многокомпонентных руд.

Однако в целом эти шаги следует признать фрагментарными и не во всём учитывающими специфику АЗДВ. К примеру, за годы обнуления налога на добычу олова его добыча на юге Дальнего Востока возросла на 6,9%; но в Арктической зоне позитивных перемен в этой связи не произошло, что объяснимо разницей в природных условиях и условиях работы между двумя частями данного макрорегиона. Кроме того, государственная доля участия в проектах освоения новых месторождений в Арктике не превышает $^{1}/_{17}$ от общей суммы инвестиций, что зачастую делает их «неподъёмными» даже для объединений предпринимателей и обозначает нежелание федерального центра иметь дело с трудно осваиваемыми ресурсами.

Эти факты указывают на то, что конкретизированное представление о решении некоторых экономических проблем АЗДВ на государственном уровне пока не сложилось. Такое положение дел следует признать неудовлетворительным. Восточная Арктика представляет собой обширный фланг всей Арктической зоны России. Её роль в сохранении национального контроля над крупными запасами стратегического сырья, артерией Северного морского пути, в поддержании геостратегического баланса со странами НАТО со стороны Западного полушария – очевидна. Но все эти функции могут быть успешно выполнены лишь достаточно сильным в экономическом отношении регионом. Отсюда следует вывод: поскольку горнодобывающая промышленность является главным «локомотивом» экономики АЗДВ и, судя по всему, останется таковым в обозримом будущем, она должна стать объектом пристального внимания со стороны государства и неформального подхода к мерам по её устойчивому развитию на самом высоком уровне.

Результаты исследований получены в рамках государственного задания Минобрнауки РФ (тема «Географические и геополитические факторы в инерционности, динамике и развитии разноранговых территориальных структур хозяйства и расселения населения Тихоокеанской России», № АААА-А16-116110810013-5. Раздел 1). Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-05-60103.

Список литературы / References

1. Мошков А.В. Социально-экономическая эффективность территориально-отраслевой структуры экономики субъектов Дальневосточного федерального округа Российской Федерации // Экономические проблемы регионов и отраслевых комплексов. 2019. № 2 (70). С. 124–131.

Moshkov A.V. Socio-economic efficiency of the territorial and branches structure of the economy of the subjects of the Far Eastern District of the Russian Federation // Ekonomicheskie problemy regionov i otraslevych kompleksov. 2019. № 2 (70). P. 124–131 (in Russian).

2. Ушаков Е.А. Собственные и внешнеэкономические факторы развития Арктических районов Республики Саха (Якутия) // Пространственная организация общества: теория, методология, практика: материалы Всероссийской научно-практической конференции (г. Пермь, 7–11 ноября 2018 г.). Пермь: Издательство ПГНИУ, 2018. С. 566–571.

Ushakov E.A. Own and external economic factors of the development of the Arctic regions of the Republic of Sakha (Yakutia) // Prostranstvennaya organizatsiya obshchestva: teoriya, metodologiya, praktika: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferentsii (g. Perm', 7–11 noyabrya 2018 g.). Perm': Izdatel'stvo PGNIU, 2018. P. 566–571 (in Russian).

3. Чурзина А.А. Анализ развития сетей городского расселения юга Российского Дальнего Востока // Геосистемы в Северо-Восточной Азии: типы, современное состояние и перспективы развития: материалы Всероссийской научно-практической конференции (г. Владивосток, 19–20 апреля 2018 г.). Владивосток: Издательство Тихоокеанского института географии ДВО РАН, 2018. С. 448–454.

Churzina A.A. Analysis of the development of urban settlement networks in the south of the Russian Far East // Geosistemy v Severo-Vostochnoj Azii: tipy, sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferentsii (g. Vladivistok, 19–20 aprelya 2018 g.). Vladivostok: Izdatel'stvo Tikhookeanskogo instituta geografii DVO RAN, 2018. P. 448–454 (in Russian).

4. Додин Д.А., Каминский В.Д., Золоев К.К., Коротеев В.А. Стратегия освоения и изучения минерально-сырьевых ресурсов Российской Арктики и Субарктики в условиях перехода к устойчивому развитию // Литосфера. 2010. № 6. С. 3–24.

Dodin D.A., Kaminskij V.D., Zoloev K.K., Koroteev V.A. Strategy for the developing and study of mineral resources of the Russian Arctic and Subarctic in the context of the transition to sustainable development // Litosfera. 2010. № 6. P. 3–24 (in Russian).

5. Романов М.Т., Шведов В.Г. Выделение и обоснование геополитического региона Берингия // Общественно-географическая структура и динамика современного Евразийского пространства: вызовы и возможности для России и её регионов: материалы Международной научной конференции (г. Владивосток, 14–20 сентября 2020 г.). Владивосток: Издательство Тихоокеанского института географии ДВО РАН, 2020. С. 251–259.

Romanov M.T., Shvedov V.G. Identification and substantiation of the geopolitical region of Beringia // Obshchestvenno-geograficheskaya struktura i dinamika sovremennogo Evrazijskogo prostranstva: vyzovy i vozmozhnosti dlya Rossii i ee regionov: materialy mezhdunarodoj nauchnoj konferentsii (g. Vlsdivostok, 14–20 sentyabrya 2020 g.). Vladivistok: Izdatel'stvo Tikhookeanskogo instituta geografii DVO RAN, 2020. P. 251–259 (in Russian).

6. Суслова А.А., Ступакова А.В., Коротков С.Б., Карнаухов С.М., Книппер А.А., Шелков Е.С., Баранова Д.Б., Радченко К.А., Гилаев Р.М., Степанов П.Б. Нефтегазоносные бассейны шельфа России // Геологоразведка. 2020. № 1. С. 52–64.

Suslova A.A., Stupakova A.B., Korotkov S.B., Karnaukhov S.M., Knipper A.A., Shelkov E.S., Baranova D.B., Rad-

chenko K.A., Gilaev R.M., Stepanov P.B. Oil and gas basins of the Russian sea shelf // Geologorazvedka. 2020. № 1. P. 52–64 (in Russian).

7. Батугина Н.С., Гаврилов В.Л., Хоютанов Е.А., Фёдоров В.И. Угольные месторождения Арктической зоны Якутии и Чукотки: состояние сырьевой базы и возможности её освоения // Наука и образование. 2014. № 4. С. 5–11.

Batugina N.S., Gavrilov V.L., Khojutanov E.A., Fedorov V.I. Coal deposits of the Arctic zone of Yakutia and Chukotka: the condition of the raw material base and the possibility of its development // Nauka i obrazovanie. 2014. № 4. P. 5–11 (in Russian).

8. Краткий отчёт независимых экспертов о запасах и ресурсах месторождений алмазов группы компаний АЛРОС. Норидж: Майкон Интернешнл К° Лимитед, 2018. 34 с.

The brief report by independent experts about reserves and resources of diamond deposits of the ALROS group of companies. Norwich: Micon International Co Limited, 2018. 34 p. (in Russian).

9. Новые месторождения АЛРОСа – возможные источники роста запасов алмазов. [Электронный ресурс]. URL: https://www.interfax.ru/business/235642 (дата обращения: 23.01.2021).

The New deposits of the ALROS – possible sources of increase of the diamond reserves. [Electronic resource]. URL: https://www.interfax.ru/business/235642 (date of access: 23.01.2021) (in Russian).

10. Металлургический бюллетень. [Электронный ресурс]. URL: https://www.metalbulletin.ru/news/color/10149770/ (дата обращения: 16.01.2021).

The Metallurgical Bulletin. [Electronic resource]. URL: https://www.metalbulletin.ru/news/color/10149770/ (date of access: 16.01.2021) (in Russian).

11. Ткаченко Г.Г. Сочетание минеральных ресурсов зоны суша-океан в арктическом регионе российского Дальнего Востока // Геосистемы Северо-Восточной Азии: особенности их пространственно-временных структур, районирование территории и акватории: материалы Всероссийской научно-практической конференции (г. Владивосток, 20–21 апреля 2019 г.). Владивосток: Издательство Тихоокеанского института географии ДВО РАН, 2019. С. 562–568.

Tkachenko G.G. Combination of mineral resources of the land-ocean zone in the Arctic region of the Russian Far East // Geosistemy Severo-Vostochnoj Azii: osobennosti ikh prostranstvenno-vremennykh struktur, rajonirovanie territorii i akvatorii: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferentsii (g. Vladivostok, 20–21 aprelya 2019 g.). Vladivostok: Izdatel'stvo Tikhookeanskogo instituta geografii DVO RAN, 2019. P. 562–568 (in Russian).

12. Лаломов А.В., Таболич С.Э. Прогнозируемая динамика техногенных россыпей в береговой зоне моря на основе численного моделирования на примере Валькумейского месторождения // Геология рудных месторождений. 2009. Т. 51. № 3. С. 239–249.

Lalomov A.V., Tabolich S.E. Predicted dynamics of technogenic placers in the coastal zone of the sea based on numerical modeling using the example of the Valkumejskoe mining field // Geologiya rudnych mestorozhdenij. 2009. Vol. 51. № 3. P. 239–249 (in Russian).

13. Шац М.М. Инженерно-геологические аспекты освоения месторождений олова Яно-Индигирской провинции. [Электронный ресурс]. URL: https://www.geoinfo.ru/product/shac-mark-mihajlovich/inzhenerno-geologicheskie-aspekty-osvoeniya-mestorozhdenij-olova-yano-indigirskoj-provincii-s-v-yakutiya-41397.shtml (дата обращения: 10.01.2021).

Shats M.M. Geotechnical aspects to the mastering of tin deposits in the Yano-Indigirskaya province [Electronic resource]. URL: https://www.geoinfo.ru/product/shac-mark-mihajlovich/inzhenerno-geologicheskie-aspekty-osvoeniya-mestorozhdenij-olova-yano-indigirskoj-provincii-s-v-yakutiya-41397.shtml (date of access: 10.01.2021) (in Russian).

14. Smith M., Moore K., Kavecsanszhi D., Finch A., Kynicky J., Wall F. From mantle to critical zone: A review of large and giant sized deposits of the rare earth elements. Geoscience Frontiers. 2016. Vol. 7. No. 3. P. 315–334.

15. Григорьев В.П., Петухов Г.Е. Перспективы и проблемы освоения ниобий-редкоземельного месторождения Томтор // Экономика и управление. 2013. № 25 (304). С. 27–31.

Grigor'ev V.P., Petukhov G.E. Prospects and problems to the mastering of the niobium and rare-earth deposit Tomtor // Ekonomika i upravlenie. 2013. № 25 (304). P. 27–31 (in Russian).