

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ – 0,560

Пятилетний импакт-фактор РИНЦ – 0,311

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 каталогу «Роспечать» – 70878

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

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

ЗАМ. ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

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

Чернева Ирина Николаевна, к.с.-х.н.

Ответственный секретарь редакции

Бизенкова Мария Николаевна, к.м.н.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

д.с.-х.н., доцент Абдулвалеев Р.Р. (Уфа); д.г.-м.н., проф., Абилхасимов Х.Б. (Астатна); д.т.н., проф. Айдосов А. (Алматы); д.с.-х.н., проф. Алабушев А.В. (Зерноград); 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.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.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 бесплатен.

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ – 0,560.

Пятилетний импакт-фактор РИНЦ – 0,311.

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

Журнал включен в Реферативный журнал и Базы данных ВИНТИ.

Учредитель, издательство и редакция:
ИД «Академия Естествознания»

Почтовый адрес: 105037, г. Москва, а/я 47

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

Подписано в печать – 18.09.2018
Дата выхода номера – 18.10.2018

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

Техническая редакция и верстка
Байгузова Л.М.
Корректор
Галенкина Е.С.

Способ печати – оперативный.
Распространение по свободной цене.
Усл. п.л. 12,5
Тираж – 1000 экз. Заказ. УСЕ/9-2018
Подписной индекс 70878

© ИД «Академия Естествознания»

СОДЕРЖАНИЕ

Сельскохозяйственные науки (06.01.00, 06.03.00)

ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКИХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ НА ВЫЖИВАЕМОСТЬ ЭНТОМОФАГОВ ВРЕДИТЕЛЕЙ КУКУРУЗЫ <i>Агасьева И.С., Федоренко Е.В., Мкртчян А.О., Исмаилов В.Я.</i>	7
ИЗУЧЕНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫХ И АДАПТИВНЫХ ПРИЗНАКОВ У НОВОГО СОРТА ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ АЛЕКСАНДРИТ, СОЗДАННОГО МЕТОДОМ ИНТРОГРЕССИВНОЙ СЕЛЕКЦИИ <i>Дружин А.Е., Сибикеев С.Н., Власовец Л.Т., Голубева Т.Д., Калинин Т.В.</i>	12
ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ТОНКИХ КОРНЕЙ НА РАЗЛИЧНЫХ СТАДИЯХ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОСТАГРОГЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ В ЗОНЕ ЮЖНОЙ ТАЙГИ <i>Кондратова А.В., Абрамова Е.Р.</i>	18
ЧЕТВЕРТИЧНЫЕ АММОНИЕВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ КАК ИНДУКТОРЫ УСТОЙЧИВОСТИ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ К КОРНЕВОЙ ГНИЛИ <i>Михно Л.А., Шутко А.П.</i>	23
ОЦЕНКА СОРТОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ФОРМИРОВАНИЯ СИЛЬНОГО И ЦЕННОГО ПО КАЧЕСТВУ ЗЕРНА В УСЛОВИЯХ ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ <i>Пахотина И.В., Игнатьева Е.Ю., Зелова Л.А., Белан И.А., Россеева Л.П., Блохина Н.П.</i>	29
ЛЕСОВОДСТВЕННАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОСУШЕНИЯ ХВОЙНЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА ТИМАНЕ (РЕСПУБЛИКА КОМИ) <i>Пахучая Л.М.</i>	37
ВЕРОЯТНОСТНЫЙ ПОДХОД К ВЫБОРУ ОБЪЕМА ВОДОХРАНИЛИЩА СЕЗОННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ СТОКА <i>Сафронова Т.И., Дегтярева О.Г., Степанов В.И.</i>	42

Науки о Земле (25.00.00)

ЛАНДШАФТООБРАЗУЮЩИЕ ФАКТОРЫ В ГОЛЬЦОВОМ И НИВАЛЬНО-ГЛЯЦИАЛЬНОМ ПОЯСАХ ЮЖНОЙ ЧАСТИ БАРГУЗИНСКОГО ХРЕБТА <i>Белоусов В.Ю., Лопатина Д.Н.</i>	47
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АЭРОМЕХАНИЧЕСКОГО МЕТОДА ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ГИДРАТООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ПОДГОТОВКЕ И ТРАНСПОРТИРОВКЕ ПРИРОДНОГО ГАЗА И КОНДЕНСАТА <i>Волков П.В., Зятиков П.Н., Большунов А.В.</i>	52
КУБАНСКИЙ СЕГМЕНТ СЕВЕРО-ЮРСКОЙ ДЕПРЕССИИ КАК ПОЛИГОН ПОЗНАВАТЕЛЬНОГО ТУРИЗМА, ШКОЛЬНОГО КРАЕВЕДЕНИЯ И ПОЛЕВЫХ ПРАКТИК СТУДЕНТОВ <i>Кипкеева П.А., Потапенко Ю.Я., Лайпанова А.М.</i>	58
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВОДЫ ПОЛИГОНАЛЬНЫХ ВОДОЕМОВ РЕСУРСНОГО РЕЗЕРВАТА «КЫТАЛЫК» (БАССЕЙН РЕКИ ИНДИГИРКА) <i>Левина С.Н., Ядрихинский И.В., Городничев Р.М., Давыдова П.В., Пестрякова Л.А., Перепелица И.М., Ушницкая Л.А.</i>	64
ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ КАК ЭЛЕМЕНТ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ <i>Подколзин О.А., Соколова И.В., Перов А.Ю., Кильдюшкин В.М., Давиденко Г.А.</i>	72

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ МОРСКОЙ ИЗОТОПНОЙ СТАДИИ 5 БЕРИНГОВОМОРСКОЙ СУБАРКТИКИ <i>Пушкарь В.С., Черепанова М.В., Тарасова Е.В.</i>	78
НАЛЕДИ КАК ОСОБАЯ ФОРМА МАЛОГО ОЛЕДЕНЕНИЯ И ИХ РОЛЬ В РАЗВИТИИ ГЕОСИСТЕМ ЧУКОТКИ И ПРИМОРЬЯ <i>Скрыльник Г.П.</i>	83

Научный обзор

Сельскохозяйственные науки

СОСТОЯНИЕ ЛЕСОЗАЩИТНЫХ ПОЛОС В ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ <i>Латкина Т.В., Латкин В.Н.</i>	93
--	----

CONTENTS
Agricultural sciences (06.01.00, 06.03.00)

INFLUENCE OF CHEMICAL AND BIOLOGICAL REPARATIONS UPON SURVIVAL AMONG ENTOMOPHAGES OF CORN PESTS <i>Agaseva I.S., Fedorenko E.V., Mkrtychyan A.O., Ismailov V.Ya.</i>	7
THE STUDY OF AGRONOMIC VALUABLE AND ADAPTIVE TRAITS IN A NEW CULTIVAR OF SPRING BREAD WHEAT ALEXANDRITE PRODUCED BY INTROGRESSION BREEDING <i>Druzhin A.E., Sibikeev S.N., Vlasovets L.T., Golubeva T.D., Kalitseva T.V.</i>	12
SPECIFIC FEATURES OF FINE ROOT FORMATION AT DIFFERENT STAGES OF REGENERATION OF POSTAGROGENIC ECOSYSTEMS IN SOUTHERN TAIGA ZONE <i>Kondratova A.V., Abramova E.R.</i>	18
QUATERNARY AMMONIUM COMPOUNDS AS INDUCTORS OF WINTER SOFT WHEAT RESISTANCE AGAINST ROOT ROT <i>Mikhno L.A., Shutko A.P.</i>	23
EVALUATING VARIETIES OF SPRING SOFT WHEAT ACCORDING TO STABILITY OF FORMING STRONG AND VALUABLE GRAIN IN THE CONDITIONS OF THE SOUTH OF WESTERN SIBERIA <i>Pakhotina I.V., Ignateva E.Yu., Zelova L.A., Belan I.A., Rosseeva L.P., Blokhina N.P.</i>	29
FORESTRY EFFICIENCY OF DRAINING CONIFEROUS STANDS IN TIMAN (KOMI REPUBLIC) <i>Pakhuchaya L.M.</i>	37
PROBABILISTIC APPROACH TOWARDS CHOICE OF STORAGE POOL VOLUME FOR SEASONAL REGULATION OF DRAIN <i>Safronova T.I., Degtyareva O.G., Stepanov V.I.</i>	42

Earth sciences (25.00.00)

LANDSCAPE FORMING FACTORS IN THE LOACH AND NIVAL-GLACIAL BELTS OF THE SOUTHERN PART OF BARGUZIN RANGE <i>Belousov V.Yu., Lopatina D.N.</i>	47
RESEARCH AND COMBINED APPLICATION OF HYDRO-AEROMECHANICAL METHODS FOR PREVENTION OF HYDRATE FORMATION AT PREPARATION OF GAS <i>Volkov P.V., Zyatikov P.N., Bolchunov A.V.</i>	52
KUBAN SEGMENT OF THE NORTH JURASSIC DEPRESSION AS A PLACE OF TOURISM, SCHOOL OF REGIONAL STUDIES AND FIELD PRACTICES OF STUDENTS <i>Kipkeeva P.A., Potapenko Yu.Ya., Laypanova A.M.</i>	58
PHYSICAL AND CHEMICAL FEATURES OF POLIGONAL PONDS WATER IN THE WILDERNESS PROTECTION ZONE «KYTALYK» (INDIGIRKA RIVER BASIN) <i>Levina S.N., Yadrikhinskiy I.V., Gorodnichev R.M., Davydova P.V., Pestryakova L.A., Perepelitsa I.M., Ushnitskaya L.A.</i>	64
INVENTORY OF LANDS OF AGRICULTURAL PURPOSE AS ELEMENT OF THE CONTROL SYSTEM OF LAND RESOURCES <i>Podkolzin O.A., Sokolova I.V., Perov A.Yu., Kildyushkin V.M., Davidenko G.A.</i>	72

CONDITIONS OF THE BERING SEA SUBARCTIC DEPOSITION
OF MARINE ISOTOPE STAGE 5

Pushkar V.S., Cherepanova M.V., Tarasova E.V. 78

AUFEISES AS A SPECIFIC FORM OF SMALL GLACIATION AND THEIR ROLE
IN DEVELOPMENT OF THE CHUKOTKA AND PRIMORYE GEOSYSTEMS

Skrylnik G.P. 83

Scientific review

Agricultural sciences

CONDITION OF FOREST-PRESERVING BELTS IN VOLGOGRAD REGION

Latkina T.V., Latkin V.N. 93

УДК 632.937:633.15

ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКИХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ НА ВЫЖИВАЕМОСТЬ ЭНТОМОФАГОВ ВРЕДИТЕЛЕЙ КУКУРУЗЫ

Агасьева И.С., Федоренко Е.В., Мкртчян А.О., Исмаилов В.Я.

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений»,
Краснодар, e-mail: mialusker22@gmail.com

Органическое сельское хозяйство имеет активное поступательное развитие во всем мире. Для успешного осуществления контроля вредителей сельскохозяйственных культур в органическом земледелии разрабатываются методы, предусматривающие использование энтомопатогенных препаратов, а также применение искусственно размноженных в биолaborаториях полезных хищных и паразитических насекомых. Важным фактором, который необходимо принимать во внимание, осуществляя подбор инсектицидов, является его токсическое действие, проявляемое по отношению к полезным организмам. Изучено влияние используемых в сельском хозяйстве химических и биологических препаратов на полезную энтомофауну агроценоза кукурузы, на основании которого установлена возможность интегрированного применения энтомофагов химических и биологических инсектицидов в технологиях органического и экологизированного земледелия. Ряд химических инсектицидов высокоэффективных в отношении вредителей особенно вредных чешуекрылых не оказался токсичным для таких массово применяемых энтомофагов, как габробракон *Habrobracon hebetor* Say, афидиус *Aphidius colemani* Vier, кокцинеллиды *Harmonia axyridis* Pallas. При обработке коконов эктопаразита *H. hebetor* Say препаратом Вертимек КЭ вылетело 72,8% насекомых, битоксибациллином 62,7% и лепидоцидом 79,8%. Препарат Кораген КС не оказывал токсического действия на эктопаразита, вылет имаго составил 100% из 91 кокона. Наиболее угнетающее действие оказал препарат децис эксперт, гибель эктопаразита составила 100%. При совместном применении паразита тлей *A. colemani* Vier и препарата Фитоверм вылетело 81,3% насекомых, препарата битоксибациллин 93,0%, лепидоцид 38,2%. В полевых условиях изучена чувствительность кокцинеллиды *H. axyridis* Pallas к препаратам Фитоверм, Вертимек, Битоксибациллин, которая выявила, что препарат Фитоверм в дозе 1,3 л/га не влиял на жизнеспособность афидофага *H. axyridis* Pallas, выживаемость имаго составила 87,7%.

Ключевые слова: биологические препараты, энтомопатогены, чувствительность насекомых к пестицидам, габробракон *Habrobracon hebetor* Say, паразит тлей *Aphidius matricaria* Hal, кокцинеллида *Harmonia axyridis* Pallas

INFLUENCE OF CHEMICAL AND BIOLOGICAL PREPARATIONS UPON SURVIVAL AMONG ENTOMOPHAGES OF CORN PESTS

Agaseva I.S., Fedorenko E.V., Mkrtychyan A.O., Ismailov V.Ya.

Federal State Budget Scientific Institution All-Russian Research Institute of Biological Plant Protection,
Krasnodar, e-mail: dollkaSneba@yandex.ru

Organic agriculture is seeing an active advancement in the whole world. In order to maintain successful control over pests of agricultural plants in organic farming methods that imply implementation of anhomopathogenic preparations as well as implementation of artificially-multiplied useful predator and parasite insects, are developed. An important factor that should be considered while selecting insecticides is its toxic effect upon useful organisms. Influence of the chemical and biological preparations, implemented in agriculture, upon useful entomofauna of corn agroecosis has been studied, upon which a possibility of integrated use of entomophages of chemical and biological insecticides in technologies of organic and ecologized farming has been established. A line of chemical insecticides of highly-effective against pests, especially harmful Lepidoptera appeared to be non-toxic to such massively-implemented entomophages as *Habrobracon hebetor* Say, *Aphidius colemani* Vier, *Harmonia axyridis* Pallas. Under treatment of ectoparasite cocoons with *H.hebetor* Saywith Vertimec 72.8% of insects flew out, 62.7% – for Bitoxybacillin, and 79.8% – for Lepididum. Preparation Koragen did not exert any toxic effect upon the ectoparasite, the fly-out of the imago equaled 100% of 91 cocoons. The most depressing effect was achieved pesticide DecisExpert, the death rate of ectoparasite equaled 100%. Joint application of aphid parasite *A.colemani* Vier and Fitoverm resulted in 81.3% of insects flying out, with bitoxybacillin – 93.0%, with lepidocid – 38.2%. In the field sensitivity of *H. axyridis* Pallas to Fitoverm, Vertimec, Bithoxybacillin was studied, and it revealed that Phytoverm at dose of 1.3 l/ ha had no effect on the viability of aphidophage *H. axyridis* Pallas, survival rate of imago equaled 87.7%.

Keywords: biological preparations, entomopathogens, insect sensitivity to pesticides, *Hababracon hebetor* Say, parasite of aphids *Aphidius matricaria* Hal, coccinellida *Harmonia axyridis* Pallas

Развитие технологий органического и экологизированного растениеводства как в мире, так и в России предопределяет особый интерес к исследованиям чувствительности энтомофагов как к химическим, так и к биологическим средствам защиты растений. В результате реализации этих иссле-

дований может быть решен целый ряд актуальных задач, ранее слабо изученных или не изученных совсем [1, 2]. Во-первых, открываются широкие возможности повышения эффективности биологической защиты растений за счет интеграции биопрепаратов и энтомофагов. Во-вторых, определится

ассортимент синтетических пестицидов, нетоксичных для интродуцируемых (искусственно разведенных) и природных популяций энтомофагов, что значительно расширяет возможность интегрированной защиты растений. И наконец, эти исследования позволяют решить фундаментальные проблемы, связанные с механизмами естественной биоценотической регуляции, способами ее восстановления и управления [3].

Нередко в полевых условиях возникают ситуации, когда природные энтомофаги не в состоянии самостоятельно сдерживать численность вредителя на хозяйственно неощутимом уровне. Причиной этому могут быть асинхронность фенологии фитофага и энтомофага или очень низкая численность последнего после перезимовки, что способствует неконтролируемому размножению и вредных видов. Но одной из главных причин является использование традиционных химических пестицидов, приводящих к гибели полезной энтомофауны и одновременно не влияющих на численность фитофагов в связи с формированием в их популяциях резистентности ко многим инсектицидам [4–7]. В связи с чем возникает необходимость в дополнительных выпусках энтомоакарифагов применением биологических и биорациональных средств защиты растений, которые бы не оказывали негативного воздействия на численность полезных членистоногих.

Известно, что при обработке агроценозов синтетическими препаратами, наряду с вредителями, массово гибнут и энтомофаги, поэтому переход на биологическую защиту открывает широкие возможности одновременного использования биопрепаратов и энтомофагов [8].

Применение химических пестицидов влияет не только на численность вредных насекомых, но и на общее заселение посевов членистоногими. Степень воздействия токсикантов в значительной степени связана с особенностями сезонной активности энтомофагов, а также с их биологией, экологией и механизмами действия и токсичностью препарата [9, 10]. Гибель полезных членистоногих наиболее ощутима в многолетних насаждениях (сады, виноградники), так как эти ценозы представлены большим количеством видов фитофагов и их энтомофагов, играющих важную роль в регулировании численности первых. Установлено, что применение инсектицидов различных классов приводит к массовой гибели хищных жужелиц и клопов, кокциnellид, зла-

тоглазок, мух-сирфид и тахин, трихограмматид, ихневмонид, браконид и других полезных видов. На посевах однолетних культур энтомофаги также представлены значительным числом видов (на озимой пшенице – до 200, горохе – 300). На одном гектаре картофельного поля встречается от 2000 до 3400 сирфид; 2400–4800 жужелиц, более 720 хищных пауков, которые почти все погибают при применении химических инсектицидов [11].

Отмечено негативное влияние обработки посевов пшеницы инсектицидами против клопа вредная черепашка на энтомофагов из семейств жужелиц, кокциnellид и теленомин. Фунгициды и гербициды, как правило, оказывают значительно меньшее негативное воздействие на энтомофагов в сравнении с инсектицидами [11].

Кукуруза – одна из наиболее уязвимых культур к вредителям. Из них наибольший ущерб наносят стеблевой кукурузный мотылек *Ostrinia nubilalis* L., хлопковая совка *Helicoverpa armigera* Hb, черная кукурузная тля *Rhopalosiphum maidis* Fitch, проволочники (Coleoptera, Elateridae).

Перспективным биоагентом, призванным снизить химическую нагрузку на посевы кукурузы, является эктопаразит *Habrobracon hebetor* Say (Hymenoptera, Braconidae), известный как паразит более 60 видов чешуекрылых вредителей. Самки габробракона способны проникать в различные отверстия, трещины, другие места, где поселяются гусеницы фитофагов, в частности стеблевого кукурузного мотылька и совок, которые питаются внутри стеблей, плодов, початков. Против черной кукурузной тли *R. maidis* эффективным биоагентом является *Aphidius colemani* Vier, *Harmonia axyridis* Pallas [12].

Целью настоящей работы является изучение чувствительности энтомофагов основных вредителей кукурузы к биологическим и химическим средствам защиты растений кукурузы и разработка на этой основе систем защиты культуры для технологий экологизированного и органического земледелия.

Материалы и методы исследования

Исследования по определению совместимости химических, биологических и биорациональных препаратов с энтомофагами в лабораторных условиях проводили на коконах *H. hebetor* и мумиях тлей, зараженных *A. colemani*. В качестве насекомого-хозяина для лабораторного культиви-

рования габробракона использовали гусениц средних возрастов вошинной огневки (*Galleria mellonella* L), которых помещали в 0,5 л стеклянные банки и заражали паразитом. Банки затягивали бязевой салфеткой с ватным тампоном, смоченным 20%-ным раствором сахара для подкормки энтомофага, и помещали в термостат с температурой (+28 – 30)°С. Через 7–8 дней после заражения образовывались коконы, которые в трехкратной повторности обрабатывали препаратами, рекомендуемыми для защиты кукурузы от чешуекрылых вредителей, опыт закладывали. Обработку проводили препаратами Лепидоцид СК («Сиббиофарм» Россия) с нормой расхода 2 л/га; Битоксибациллин П (БА – 1500 ЕА/мг) («Сиббиофарм» Россия) с нормой расхода 4 кг/га; Вертимек КЭ; 18 г/л («Syngenta AG», Швейцария) с нормой расхода 1,2 л/га; Helicovex СК, (7,5*10¹² полиэдролов/л) («Andermatt Biocontrol AG», Швейцария) с нормой расхода 200 мл/га, Инсегар, ВДГ; («Syngenta AG», Швейцария) при норме расхода 0,6 кг/га, Атаброн, КС; (ИСК Биосайенсис, Бельгия) с нормой расхода 0,75 л/га, Кораген, КС; («Дюпон Наука и Технологии» США) с нормой расхода 0,1 л/га, Децис Эксперт, КЭ; 100 г/л (Bayer AG, Германия) с нормой расхода 0,1 л/га. Рабочим раствором препаратов обрабатывали опытные варианты с коконами габробракона, контрольные дистиллированной водой.

Для разведения афидиуса использовали злаковую тлю *Schizaphis graminum*, которую разводили на проростках пшеницы. После инокуляции пшеницы злаковой тлей на 3–4 сутки заражали афидиусом *A. colemani* Vier., образовавшиеся мумии обрабатывали препаратами: Фитоверм, КЭ («Фармбиомед», Россия) с нормой расхода 1,3 л/га; Битоксибациллин, П, («Сиббиофарм», Россия) с нормой расхода 3 кг/га; Лепидоцид, СК; («Сиббиофарм» Россия) с нормой расхода 2 л/га, Актара, ВДГ; («Syngenta AG», Швейцария) при норме расхода 0,2 кг/га.

Опыты по изучению чувствительности кокцинеллиды *H. axyridis* проводили на опытных делянках ВНИИБЗР на растениях кукурузы поврежденных тлей. Фитоверм (концентрат эмульсии – КЭ, 2 г/л) («Фармбиомед», Россия) с нормой расхода 1,3 л/га соответственно и Битоксибациллин (порошок – П, биологическая активность БА-1500 ЕА/мг) («Сиббиофарм», Россия) с нормой расхода 3 кг/га Вертимек КЭ; 18г/л («Syngenta AG», Швейцария) с нормой расхода 1,2 л/га. Учет численно-

сти кокцинеллиды проводили до обработки и после. Рабочим раствором биопрепарата обрабатывали опытные делянки с энтомофагами, используя ранцевый гидравлический опрыскиватель.

Статистическую обработку результатов проводили по общепринятой методике (23) с применением компьютерной программы Statistica 12.6.

Результаты исследований и их обсуждение

В задачу исследований входило изучение чувствительности эктопаразита *H. hebetor* к биологическим и химическим препаратам. Препараты испытывались в производственных нормах расхода, применяемые при защите сельскохозяйственных культур от вредителей. Результаты испытаний представлены в табл. 1.

Как видно из данных, представленных в табл. 1, гибель лабораторной популяции эктопаразита габробракона от биорационального инсектицида Вертимек, КЭ составила 27,2%, от биопрепаратов на основе βt Битоксибациллина, П 37,3% и Лепидоцида, СК 20,2%. Не менее интересными оказались данные по препарату Кораген, КС рекомендуемому для борьбы с хлопковой совкой и другими вредными чешуекрылыми вредителями. При изучении чувствительности габробракона к инсектициду Кораген, КС вылет имаго паразита составил 100% из 91 кокона. Биопрепарат Helicovex, СК на основе вируса ядерного полиэдроза хлопковой совки не токсичен для эктопаразита *H. hebetor*. Вылет имаго после обработки составил 100%, что говорит о полной совместимости энтомофага и вирусного препарата в системах биологической защиты кукурузы, сои, томатов от хлопковой совки. Наиболее угнетающее действие оказал препарат Децис Эксперт, КЭ гибель эктопаразита составила 100%.

Результаты испытаний по изучению чувствительности паразита тлей *A. colemani* к биологическим и химическим препаратам представлены в табл. 2.

Изучена чувствительность паразита тлей *A. colemani* к биологическим и химическим препаратам. При совместном применении паразита и препарата Фитоверм, КЭ вылетело 81,3% насекомых, препарата Битоксибациллин, П 93,0%, Лепидоцид, СК 38,2%. При применении препарата актара вылет афидиуса составил 12 особей из 180 мумий.

Таблица 1

Чувствительность эктопаразита *H. hebetor* к биологическим и химическим инсектицидам

Вариант	Норма расхода, л/га, кг/га	Количество коконов до обработки, экз.	Вылетело имаго по дням учета, экз			Всего	В процентах от исходной численности, %
			3	5	7		
Лепидоцид, СК	2,0	69,2	10,2 ± 2,1	37,6 ± 1,6	7,4 ± 1,8	55,2 ^{ab}	79,8
Битоксибациллин, П	4,0	46,6	6,8 ± 1,5	19,3 ± 3,4	3,1 ± 2,3	29,2 ^a	62,7
Вертимек, КЭ	1,2	64,0	9,6 ± 2,4	32,5 ± 1,8	4,5 ± 1,1	46,6 ^{bc}	72,8
Helicovex, СК	200	83,4	22,5 ± 3,7	39,6 ± 2,1	21,3 ± 3,4	83,4 ^{ab}	100
Инсегар, ВДГ	0,6	80,3	14,7 ± 1,5	51,9 ± 3,3	12,4 ± 1,1	79,0 ^c	98,4
Атаброн, КС	0,75	76,2	24,8 ± 3,2	44,3 ± 1,3	9,9 ± 1,6	76,2 ^c	100
Кораген, КС	0,1	91,0	22,5 ± 2,2	54,0 ± 1,9	14,5 ± 3,1	91,0 ^{ab}	100
Децис Эксперт, КЭ	0,1	87,5	0	0	0	0 ^a	0
Контроль	–	93,0	20,9 ± 1,6	56,2 ± 4,2	13,9 ± 2,3	93,0 ^c	100

Примечание. Между вариантами, обозначенными одинаковыми буквенными индексами, при сравнении в пределах столбца нет статистически верных различий по критерию Дункана при уровне вероятности 95 %.

Таблица 2

Изучение чувствительности паразита *A. colemani* к биологическим и химическим препаратам

Вариант	Норма расхода, л/га, кг/га	Количество мумий до обработки, экз.	Количество вылетевшего паразита по дням учета, экз.			Всего	Количество вылетевших паразитов, %
			3	5	7		
ФитOVERM, КЭ	1,3	198 ± 4,5	48 ± 2,3	96 ± 3,5	17 ± 2,3	161	81,3
БТБ, П	3,0	186 ± 3,4	39 ± 4,7	79 ± 2,3	55 ± 1,8	173	93,0
Лепидоцид, СК	2,0	178 ± 2,6	28 ± 2,4	21 ± 3,4	1,9 ± 1,3	68	38,2
Актара, ВДГ (химический эталон)	0,2	180 ± 3,8	4 ± 1,6	8 ± 1,7	0,0	12	6,6
Контроль	Вода дист.	194 ± 4,4	65 ± 3,5	105 ± 4,5	17 ± 2,5	187	96,3



Тля зараженная афидиусом (природная популяция) на кукурузе (опытное поле ВНИИБЗР, 2017 г.)

препарат ФитOVERM КЭ в дозе 1,3 л/га не влиял на жизнеспособность афидофага *H. axyridi*, выживаемость имаго составила 87,7%. Личинки старших возрастов оказались устойчивыми к действию препарата. ФитOVERM КЭ оказывает токсичное действие на младшие возраста личинок кокцинелл, а при обработке яиц наблюдалось отрождение личинок, а затем 100%-ная гибель по сравнению со 100%-ной выживаемостью в контроле. Препарат Вертимек КЭ оказался нетоксичным для афидофага. В качестве эталона применяли препарат Актара ВДГ, на котором наблюдалась 100%-ная гибель насекомых. Применение Битоксибациллина П и Вертимека КЭ открывает широкие возможности борьбы с вредителями при сохранении основного запаса энтомофагов.

Выводы

В полевых условиях изучена чувствительность кокцинеллы *H. axyridis* к препаратам ФитOVERM КЭ, Вертимек КЭ, Битоксибациллин П, которая выявила, что

1. При защите кукурузы от основных вредителей большую роль нужно уделять совместности энтомофагов с биологиче-

скими и биорациональными пестицидами. Для сохранения интродуцированных и природных популяций энтомофагов и восстановления механизмов естественной биоценотической регуляции возможно преимущественное использование целого ряда экологически малоопасных препаратов выявленных в результате исследований.

2. Для защиты кукурузы от хлопковой совки, кукурузного мотылька и черной кукурузной тли совместно с энтомофагами габробраконом, афидиусом и кокцинеллидой рекомендуется применение биопрепаратов Helicovex СК; Битоксибациллин П; Лепидодид СК и биорациональных пестицидов Вертимек КЭ, Фитоверм, КЭ для органического земледелия.

3. Препараты Кораген КС, Инсегар ВДГ, Атаброн КС, для экологизированного земледелия, так как данные препараты не оказывают угнетающего действия на агроценоз и могут быть использованы совместно с выпусками энтомофагов.

Список литературы / References

1. Аистова Е.В., Безбородов В.Г., Гуськова Е.В., Рогатых Д.Ю. Формирование трофических связей аборигенных видов жуков-листоедов (Coleoptera, Chrysomelidae) с *Ambrosia artemisiifolia* (Asteraceae) в условиях Приморского края России // Зоологический журнал. 2014. Т. 93. № 8. С. 960–966. DOI: 10.7868/S0044513414060026.
2. Аистова Е.В., Безбородов В.Г., Гуськова Е.В., Рогатных Д.Ю.. Formation of trophic relations of native leaf-beetle species (Coleoptera, Chrysomelidae) with *Ambrosia Artemisiifolia* (Asteraceae) in Primorsky krai of Russia // Zoologicheskij zhurnal. 2014. T. 93. № 8. P. 960–966. DOI: 10.7868/S0044513414060026 (in Russian).
3. Есипенко Л.П., Савва А.П., Замотайлов А.С., Федотова Н.В., Готовчикова А.А. Адвентивный сорняк американского происхождения *Ambrosia artemisiifolia* L. как источник аллергии на Юге России и перспективные приемы его подавления // Труды Кубанского аграрного университета. 2016. № 58. С. 112–120.
4. Есипенко Л.П., Савва А.П., Замотайлов А.С., Федотова Н.В., Готовчикова А.А. Adventive weed of the American origin *Ambrosia artemisiifolia* L. as a source of allergies in Southern Russia and advanced methods of its control // Trudy` Kubanskogo agrarnogo universiteta. 2016. № 58. P. 112–120 (in Russian).
5. Москаленко Г.П. Карантинные сорные растения России. М.: Росгоскарантин, 2001. 280 с.
6. Moskalenko G.P. Quarantine weed plants of Russia. M.: Rosgoskarantin, 2001. 280 p. (in Russian).
7. Злотин А.З. Техническая энтомология. Справочное пособие. Киев: Наукова думка, 1989. 183 с.
8. Zlotin A.Z. Technical entomology. Handbook. Kiev: Naukova dumka, 1989. 183 p. (in Russian).
9. Есипенко Л.П. Использование насекомых-фитофагов в борьбе с амброзией полыннолистной в агроценозах Юга России // Земледелие. 2013. № 5. С. 39–40.
10. Esipenko L.P. Usage of phytophagous insects in the fight against *Ambrosia artemisiifolia* on the agricultural lands of southern Russia // Zemledelie. 2013. № 5. P. 39–40 (in Russian).
11. Гербер Е., Шэффнер У., Гассманн А., Хинз Н.Л., Сеер М., Мюллер-Шарер Н. Prospects for biological control of *Ambrosia artemisiifolia* in Europe: learning from the past. Weed Research, 2011. Vol. 51. P. 559–573.
12. Ковалев О.В., Тютюнов Ю.В., Ильина Л.П., Бердников С.В. Об эффективности интродукции американских насекомых-фитофагов амброзии (*Ambrosia artemisiifolia* L.) на юге России // Энтомологическое обозрение. 2013. Т. 92. Вып. 2. С. 251–264.
13. Kovalev O.V., Tyutyunov Yu.V., Iljina L.P., Berdnikov S.V. On the efficacy of introduction of American insects feeding on the common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) in the south of Russia // Entomological Review. 2013. T. 93. No 8. P. 962–973. DOI: 10.1134/S0013873813080046.
14. Ковалев О.В., Тютюнов Ю.В. Роль уединенных популяционных волн в обеспечении эффективности интродукции насекомых-фитофагов при подавлении заносных сорных растений // Энтомологическое обозрение. 2014. Т. 93. № 1. С. 16–29.
15. Kovalev O.V., Tyutyunov Yu.V. The Role of Solitary Population Waves in Efficient Suppression of Adventive Weeds by Introduced Phytophagous Insects // Entomological Review. 2014. Vol. 94. No. 3. P. 310–319. DOI: 10.1134/S0013873814030026.
16. Матишов Г.Г., Есипенко Л.П., Ильина Л.П., Агасьева И.С. Биологические способы борьбы с амброзией в антропогенных фитоценозах юга России. Ростов н/Д., 2011. 144 с.
17. Matishov G.G., Esipenko L.P., Ilina L.P., Agaseva I.S. Biological ways of fight against an ambrosia in anthropogenic fitotsenoza of the South of Russia. Rostov n/D., 2011. 144 p. (in Russian).
18. Эдельман Н.М. Массовое разведение насекомых-фитофагов. М.: ВИНТИ, 1972. С. 120–201.
19. Edelman N.M. Mass cultivation of insects phytophages. M.: VINTI, 1972. P. 120–201 (in Russian).
20. Агасьева И.С., Федоренко Е.В., Исмаилов В.Я., Ермоленко С.А. Способ производства питательной среды для разведения асмброзиевой совки *Tarachidia candefacta* Hubn. // Патент РФ 2628793. 2017. Бюл. № 24.

УДК 633.11:631.523.11:632.938.1

ИЗУЧЕНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫХ И АДАПТИВНЫХ ПРИЗНАКОВ У НОВОГО СОРТА ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ АЛЕКСАНДРИТ, СОЗДАННОГО МЕТОДОМ ИНТРОГРЕССИВНОЙ СЕЛЕКЦИИ

Дружин А.Е., Сибикеев С.Н., Власовец Л.Т., Голубева Т.Д., Калининцева Т.В.

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока»,

Саратов, e-mail: alex_druzhin@mail.ru

Представлены результаты изучения нового сорта яровой мягкой пшеницы Александрит, созданного методом интрогрессивной селекции с использованием комбинации транслокаций 7DS-7DL-7Ae#1L (*Agropyron elongatum* (Host) Beauv.) (Lr19/Sr25) и 2AL-2AS-2MV#1 (*Aegilops ventricosa* Tausch.) (Lr37/Sr38/Yr17) на хозяйственно полезные признаки. Выявлено, что этот сорт имеет хорошую адаптивность и пластичность как в условиях Саратовской области, так и при мультилокационном испытании по системе КАСИБ (10 точек в Казахстане и 9 точек в Западной Сибири и Нижнем Поволжье). Сорт не только не уступал местным сортам-стандартам, а во многих регионах значимо их превосходил по продуктивности. Изучена реакция сорта Александрит на комплекс патогенов. Выявлено, что сорт устойчив к популяциям листовой ржавчины, как в Нижнем Поволжье, так и в Западной Сибири и Казахстане, дифференцированно реагировал на местные популяции стеблевой ржавчины и имел степень поражения от TR до 80S, но в то же время устойчив к опасной расе Ug99 + Lr24(TTKST) этого патогена. При оценке сорта по системе КАСИБ он давал дифференцированную степень поражения на местные популяции мучнистой росы и септориоза от 0 до 60% и от 0 до 65%, соответственно. Оценка сорта Александрит выявила, что он имеет очень хорошие показатели качества зерна. На примере сорта Александрит показана перспективность использования комбинации транслокаций 7DS-7DL-7Ae#1L + 2AL-2AS-2MV#1 при создании сортов, сочетающих высокую устойчивость к комплексу патогенов с продуктивностью и качеством зерна.

Ключевые слова: мягкая пшеница, интрогрессия, транслокация 7DS-7DL-7Ae#1L (*Ag. elongatum* (Host) Beauv.) (Lr19), транслокация 2AL-2AS-2MV#1 (*Ae. ventricosa* Tausch.) (Lr37), устойчивость к грибным болезням, агрономические признаки

THE STUDY OF AGRONOMIC VALUABLE AND ADAPTIVE TRAITS IN A NEW CUL-TIVAR OF SPRING BREAD WHEAT ALEXANDRITE PRODUCED BY INTROGRESSION BREEDING

Druzhin A.E., Sibikeev S.N., Vlasovets L.T., Golubeva T.D., Kalintseva T.V.

Agricultural Research Institute for South-East Regions, Saratov, e-mail: alex_druzhin@mail.ru

The results of the study of a new cultivar of bread wheat Alexandrite produced by the method of introgressive breeding with the combination of 7DS-7DL-7Ae#1L (*Ag. elongatum* (Host) Beauv.) and 2AL-2AS-2MV#1 (*Ae. ventricosa* Tausch.) (Lr37/Sr38/Yr17) translocations (Lr19/Sr25) are present. It was found that this cultivar has a good adaptability and plasticity, both in the Saratov region and in the multilocal test system KASIB (10 stations in Kazakhstan and 9 stations in Western Siberia and the Lower Volga region). The cultivar Alexandrite was significantly higher for grains productivity than local cultivars-standards, in many regions. The reaction of the Alexandrite cultivar to the complex of pathogens was studied, it was revealed that the variety was resistant to leaf rust, differentiated reacted to local populations of stem rust and had a degree of infection types from TR to 80S, but at the same time it was resistant to the dangerous race Ug99 + Lr24(TTKST) of this pathogen. When evaluating the cultivar according to the KASIB system, it gave a differentiated degree of damage to the local populations of powdery mildew and Septoria tritici blotch from 0 to 60% and from 0 to 65%, respectively. Evaluation of the cultivar Alexandrite revealed that it has a very good performance of grain quality. The cultivar Alexandrite is an example, of the prospects of using a combination of translocations 7DS-7DL-7Ae#1L + 2AL-2AS-2MV#1 for producing cultivars combining high resistance to a complex of pathogens with productivity and quality of grain are shown.

Keywords: bread wheat, introgression, 7DS-7DL-7Ae#1L (*Ag. elongatum* (Host) Beauv.) (Lr19) and 2AL-2AS-2MV#1 (*Ae. ventricosa* Tausch.) (Lr37) translocations, resistance to fungal diseases, agronomic traits

Как показала практика, внутривидовой генетический потенциал мягкой пшеницы уже не в состоянии обеспечивать защиту растений от ряда патогенов, поэтому все чаще для защиты пшеницы привлекают интрогрессивные гены устойчивости, локализованные в чужеродных транслокациях [1]. Но и интрогрессивные гены также со временем теряют свою эффективность и не способны защищать растения от патогенов,

поэтому для защиты растений используют не одиночные гены, а целые комбинации генов (транслокаций), что позволяет «реанимировать» утратившие свою эффективность гены устойчивости. Примером может служить ген устойчивости *Lr19* (транслокация 7DS-7DL-7Ae#1L), перенесенный от *Agropyron elongatum* (Host) Beauv., который потерял свою эффективность в Поволжье в середине 1990-х гг., однако в ком-

бинации с другими генами *Lr26*, *Lr9*, *Lr23*, *Lr24*, *Lr25*, *LrAgi* (замещение 6D(6Agi) (*Agr. intermedium* (Host) Beauv.) он эффективно защищает растения от листовой ржавчины [2]. Кроме того, комбинацию транслокации 7DS-7DL-7Ae#1L (*Agr. elongatum* (Host) Beauv.) и замещение 6D(6Agi) (*Agr. intermedium* (Host) Beauv.) использовали при создании сорта яровой мягкой пшеницы Лебедушка в 2009 г., и как показывает практика, сорт до сих пор высокоустойчив к листовой ржавчине.

Пребридинговые исследования выявили довольно эффективную устойчивость против возбудителя листовой ржавчины у комбинации транслокаций 7DS-7DL-7Ae#1L (*Agr. elongatum* (Host) Beauv.) (*Lr19/Sr25*) и 2AL-2AS-2MV#1 (*Ae. ventricosa* Tausch.) (*Lr37/Sr38/Yr17*) [3]. С использованием этой комбинации был создан ряд линий, среди которых оказалась линия Л654, впоследствии ставшая сортом Александрит.

Цель исследования: изучение, на основе интрогрессивного сорта Александрит, влияния комбинации транслокаций 7DS-7DL-7Ae#1L (*Agr. elongatum* (Host) Beauv.) (*Lr19/Sr25*) и 2AL-2AS-2MV#1 (*Ae. ventricosa* Tausch.) (*Lr37/Sr38/Yr17*) на устойчивость к ряду заболеваний, а также на агрономически важные признаки продуктивности и хлебопекарные свойства, а также пластичность и адаптивность по системе КАСИБ.

Материалы и методы исследования

Исследования по системе КАСИБ проводили с 2015 по 2016 г., вегетационные периоды которых различались по температурным и водным режимам, помимо этого, испытания сортов были проведены в различных почвенно-климатических условиях (в Российской Федерации – в Омской (Омский государственный сельскохозяйственный университет (ОмГАУ), Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства (Сиб. НИИСХ)), Новосибирская (Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции (Сиб. НИИРС)), Саратовской (научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока (НИИСХ Юго-Востока)), Курганской (ЗАО «Кургансемена» (Кург. семена), Курганский научно-исследовательский институт сельского хозяйства (Кург. НИИСХ)), Челябинской (Челябинский научно-исследовательский институт сельского хозяйства (Чел. НИИСХ)), Московская (Всероссийский НИИ фитопатологии (ФГБНУ ВНИИФ)) областях и Алтайском крае (Алтайский

институт земледелия и селекции (Алтай НИИСХ); в Республике Казахстан – в Актюбинской (Актюбинская сельскохозяйственная опытная станция (Акт. СХОС), Костанайской (Карабалыкская сельскохозяйственная опытная станция (Карб. СХОС), Научно-производственная фирма «Фитон» (Фитон)), Алма-Атинской (Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства (КИЗ)), Павлодарской (Павлодарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства (Павл. НИИСХ)), Карагандинской (Карагандинский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции (Кар. НИИРС)), Жамбылской (научно-исследовательский институт проблем биологической безопасности (НИИПББ, Отар), Акмолинской (научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева (НПЦ ЗХ), Восточно-Казахстанская (ВКНИИСХ), Опытное хозяйство масличных культур (ОХМК)) областях, Кения – Njoro (г. Нджоро) (Кенийская организация сельского хозяйства и животноводства (KALRO)). Материалом исследований служили 52 сорта яровой мягкой пшеницы, созданные в различных учреждениях России и Казахстана, в том числе сорт Александрит (селекционное название Л654), полученный в результате скрещивания сорта Добрыня (содержит транслокацию 7DS-7DL-7Ae#1L с генами *Lr19/Sr25*) с линией Milan/Prinia селекции международного центра СИММИТ (содержит транслокацию 2AL-2AS-2MV#1 с генами *Sr38/Lr37/Yr17*).

Материал высевали в оптимальные сроки, рендомизированно, в 3-кратной повторности сеялкой ССФК-8 сплошным рядовым способом. Расстояние между рядками 15 см. Площадь делянок 3 м². Норма высева – 400 семян/м². Все полученные данные подвергали дисперсионному анализу и множественному сравнению по критерию Дункана, в ряде случаев применяли метод неорганизованных повторений, используя программу «Agros-2.10». Полевые наблюдения, учёты и оценки проводились по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [4].

На устойчивость к листовой ржавчине (*Puccinia triticina* Eriks), стеблевой ржавчины (*Puccinia graminis* Pers. f. sp. *tritici* Erikss. et Henn.) и септориозу (*Septoria tritici* Rob. et Desm.) сорта оценивали на естественном инфекционном фоне в поле по международной шкале СИММУТ [5], а к мучнистой росе (*Blumeria graminis* (DC.) Speer f. sp. *tritici* Marchal.) по общепринятой методике [6].

Оценку сортов на устойчивость к расе возбудителя стеблевой ржавчины Ug99 + Lr24 (ТТКСТ) проводили в инфекционном питомнике KARI в Njого, Кения. Материал испытывали в 2012 г.

Результаты исследования и их обсуждение

Устойчивость к заболеваниям

Изучение популяций *Puccinia triticina* Eriks в России по генам вирулентности выявило, что популяции очень разнообразны и различаются как по количеству вирулентных генов, так и по их динамичности [7]. Испытание сорта Александрит по системе КАСИБ показало, что сорт проявил устойчивость к популяциям листовой ржавчины практически на всех пунктах изучения, в отличие от межстанционного сорта стандарта Терция, который поражался от 20 до 100%, что указывает на высокую эффективность комбинации *Lr19 + Lr37* против патогена на довольно большой территории от Поволжья до Западной Сибири и Казахстана.

При оценке сорта Александрит на устойчивость к стеблевой ржавчине по системе КАСИБ было выявлено, что он дифференцированно реагировал на местные популяции патогена и имел степень пора-

жения от R до 80S, что обусловлено комбинацией *Sr25 + Sr38*, которая эффективно работает в Курганской и Челябинской областях, но слабо защищает в других. Известно, что ген *Sr25* эффективен против расы Ug99 + Lr24, а вот *Sr38* – нет [8]. При изучении на фитопитомнике в Njого KARI, Кения, в 2012 г. на устойчивость к расе Ug99 + Lr24(ТТКСТ), сорт показал тип реакции 10RMR, в то время как сорт стандарт Терция 60MSS (табл. 1).

Также выявлено, что сорт Александрит проявил дифференцирующую устойчивость к мучнистой росе – от 0% до 60%, при этом сорт-контроль Терция от 5–70% соответственно.

К сожалению, оценка на желтую ржавчину (*Puccinia striiformis*) была проведена только по одному пункту (Казахстан, Жамбылский р-он, НИИПББ Отар), но и там сорт Александрит проявил устойчивость к этому заболеванию 5% (1 балл) по сравнению с сортом-контролем Терция 30% (3 балла).

Оценка сорта Александрит на устойчивость к популяциям септории показала, что он дифференцированно реагировал на этот патоген и поражался от 0 до 65%, в то время как сорт-контроль Терция от 40 до 100% соответственно.

Таблица 1

Поражение сортов яровой мягкой пшеницы болезнями 2015–2016 гг.

Сорт	Пункт изучения											
	Карб. СХОС	Кар. НИИРС	НПФ Фитон	Станция СИММИТ	Курган Семена	Курган НИИСХ	НИИСХ Юго-Востока	ОМГАУ	Сиб. НИИСХ	Чел. НИИСХ	ФГБНУ ВНИИФ	KARI
Реакция на листовую ржавчину												
Терция St	75	70	100	10	50	50	5	40	90	20	80	–
Александрит	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	–
Реакция на стеблевую ржавчину												
Терция St	75S	–	100S	100S	10S	50S	20S	60S	80S	60MS	–	60MSS
Александрит	25S	–	80S	5S	R	50S	20S	60S	90S	TR	–	10RMR
Реакция на мучнистую росу												
Терция St	–	–	–	–	–	5	40	70	60		40	–
Александрит	–	–	–	–	–	0	0	20	20		60	–
Реакция на септориоз листьев												
Терция St	–	5	100	–	–	–	40	–	–	–	80	–
Александрит	–	0	5	–	–	–	20	–	–	–	65	–

Элементы продуктивности и урожайности

Проведенные ранее пребридинговые исследования нового сорта Александрит (селекционная линия Л654) в полевых условиях Саратова показали, что у сорта Александрит период «всходы – колошение» был длиннее по сравнению с сортом-реципиентом Добрыня в среднем за годы изучения на 7 суток, что вероятнее всего произошло из-за взаимодействия двух транслокаций, так как после пяти беккроссов генотип сорта Добрыня теоретически восстановлен более чем на 98%. Сорт Александрит значимо превосходит сорт-реципиент Добрыня и по высоте растений, что также указывает на влияние транслокации 2AL-2AS-2MV#1 на этот признак, либо на взаимодействие двух транслокаций как в случае с периодом «всходы – колошение», но значимо не отличается от сорта-реципиента Добрыня по устойчивости к полеганию, массе 1000 зерен, массе зерна с колоса, числу зерен в колосе, натуре зерна [3].

При оценке сорта Александрит по системе КАСИБ было выявлено, что у него период «всходы – колошение» был длиннее по сравнению с сортом-контролем Терция в среднем за годы изучения на 4 суток, и он оказался одним из самых позднеспелых сортов, включенных в изучение. Также было отмечено, что у сорта Александрит высота растений также выше, чем у сорта контроля Терция, и он является одним из самых высокорослых среди изучаемых сортов (табл. 2).

Что касается других показателей, то сорт Александрит уступал сорту-контролю Терция по длине колоса (8,1 и 9,0 см соответственно ($HCP_{05} = 0,4$)), однако количество колосков в колосе у них было одинаково – в среднем по 23 шт. ($HCP_{05} = 2,6$). Сорт Александрит превосходил сорт Терция по числу зерен в колосе (32 и 29 шт. соответственно ($HCP_{05} = 2,2$)), массе зерна с колоса (1,38 и 0,9 ($HCP_{05} = 0,38$)), а также по площади флагового листа (19,7 и 9,3 см соответственно ($HCP_{05} = 4,1$)), причем по последним двум показателям сорт Александрит входил в пятерку лидеров среди изучаемых 52 сортов.

Предварительно проведенные исследования по изучению урожайности зерна у сорта Александрит показали, что он не отличается по этому показателю от сорта-реципиента Добрыня и сорта-стандарта для Саратовской области Фаворит. И в целом сорт Александрит показал хорошую адаптивность как в годы острозасушливые, так и в годы с оптимальным гидротермическим показателем, в сочетании с комплексом фитопатогенов [3].

Адаптивность сорта Александрит проявилась и при мультилокационном испытании по системе КАСИБ (10 точек в Казахстане и 9 точек в Западной Сибири и Нижнем Поволжье), где в изучение было включено 52 сорта яровой мягкой пшеницы. В среднем за 2 года изучения (2015–2016), урожай зерна у сорта Александрит составил 2753 кг/га, а прибавка к межстанционному стандарту (сорт Терция) составила 350 кг/га. Изучение сорта в Челябинском НИИСХ показало его преимущество над Терцией на 720 кг/га, в Алтайском НИИСХ – 430 кг/га, в ЗАО «Кургансемена – 690 кг/га. При этом в среднем масса 1000 зерен была выше у сорта Александрит по сравнению со стандартом (табл. 3).

Показатели качества зерна

Важным показателем при оценке сортов мягкой пшеницы является качество муки и хлеба. Особенно это относится к сортам, полученным с помощью интрогрессивных методов селекции. Известно, что многие транслокации, переносимые в генофонд пшеницы, помимо положительных качеств приносят и отрицательные. Сорт Александрит имеет комбинацию транслокаций 7DS-7DL-7Ae#1L + 2AL-2AS-2MV#1. Известно, что транслокация 7DS-7DL-7Ae#1L в генотипе саратовских сортов яровой мягкой пшеницы значимо повышает содержание белка в зерне и клейковину [9], а транслокация 2AL-2AS-2MV#1 увеличивает содержание белка в зерне, объем хлеба, но в то же время уменьшает отношение упругости теста к растяжимости [10]. Предварительная оценка физических свойств муки и хлебопекарных показателей сортов Александрит, Добрыня и Фаворит, которая была проведена ранее, показала, что у сорта Александрит значимо снизилось содержание клейковины по сравнению с сортом-реципиентом Добрыня, при этом свойства клейковины не изменились. Не было выявлено различий между сортом Александрит и сортом Добрыня по показателям упругость теста (P), отношение упругости теста к растяжимости (P/L), сила муки (W), объем хлеба (V) и пористость мякиша. Кроме того, сорт Александрит значимо превзошел сорт стандарт Фаворит по показателям упругость теста (P) и сила муки (W) [3].

При оценке сорта Александрит по системе КАСИБ, хотя и не во всех оценочных точках делали анализ, было выявлено, что сорт имеет в целом хорошие показатели качества зерна, а по некоторым показателям, таким как стекловидность зерна и количество клейковины, входит в группу лидеров (табл. 4).

Таблица 2

Показатели продуктивности сортов яровой мягкой пшеницы при испытании по системе КАСИБ, 2015–2016 гг.

Сорт	Акт. СХОС	ВКНИСХ	КИЗ	Карб. СХОС	Кар. НИРС	НИИПБ, Отар	Фитон	НПЦ ЗХ	Павл. НИСХ	ОХМК	Алтай НИСХ	Курт. Семена	Курт. НИСХ	НИСХ Юго-Востока	ОМГАУ	Сиб. НИРС	Сиб. НИСХ	Чел. НИСХ	Среднее	
																				Период «всходы – колошение», сутки
Терция	36	–	62	40	–	–	–	–	42	43	42	41	–	45	42	–	44	41	42	
Александрит	41	–	57	45	44	–	–	–	44	47	46	46	–	48	47	43	50	46	46	
НСР ⁰⁵																				3,2
Высота растений, см																				
Терция	55	–	105	103	–	54	–	–	41	105	80	88	99	70	–	–	95	76	81	
Александрит	65	–	100	108	130	66	–	–	83	110	90	90	115	75	–	–	110	75	90	
НСР ⁰⁵																				6,2

Таблица 3

Показатели продуктивности яровой мягкой пшеницы (КАСИБ 2015–2016 гг.)

Сорт	Акт. СХОС	ВКНИСХ	КИЗ	Карб. СХОС	Кар. НИРС	НИИПБ, Отар	Фитон	НПЦ ЗХ	Павл. НИСХ	ОХМК	Алтай НИСХ	Курт. Семена	Курт. НИСХ	НИСХ Юго-Востока	ОМГАУ	Сиб. НИРС	Сиб. НИСХ	Чел. НИСХ	Среднее	
																				Масса 1000 зерен
Терция	34,3	23,6	–	34,5	–	37,2	–	39,5	30,7	35,0	31,4	32,1	16,5	30,3	–	–	–	34,9	31,9	
Александрит	32,7	32,7	–	35,0	28,1	33,2	–	35,0	38,0	33,8	37,8	37,5	21,5	35,5	–	–	–	39,1	34,1	
НСР ⁰⁵																				1,1
Урожайность зерна, кг/га																				
Терция	1975	1625	2479	3170	–	4333	2540	2350	1265	2465	2855	3885	930	1368	1400	–	1905	3105	2401	
Александрит	1996	2575	3541	3647	2825	5029	2930	2450	1295	1815	3350	4580	1275	2035	1780	2355	2230	3830	2753	
НСР ⁰⁵																				234,6

Таблица 4

Показатели качества зерна у сортов яровой мягкой пшеницы в среднем за 2015–2016 гг., при оценке по системе КАСИБ

Сорт	Стекловидность зерна, %	Натура зерна, г/л	Клейковина		Содержание белка, %	SDS
			%	ИДК-1		
Терция St	71	747	24,4	66,4	13,6	41
Александрит	78	737	26,3	73,9	12,2	45
НСР ₀₅	4,6	19,8	1,6	4,3	0,5	3,2

Выводы

Таким образом, в результате многолетней работы с помощью интрогрессивных методов был создан сорт Александрит, который несет комбинацию транслокаций 7DS-7DL-7Ae#1L + 2AL-2AS-2MV#1. Эта комбинация благодаря блоку генов *Lr19/Sr25* + *Lr37/Sr38/Yr17* определяет высокую устойчивость этого сорта как к саратовской высоковирулентной популяции листовой ржавчины, так и ко многим популяциям патогена в Казахстане и Западной Сибири. Выявлено, что сорт Александрит дифференцированно реагировал на популяции стеблевой ржавчины и имел степень поражения от TR до 80S, но в то же время устойчив к опасной расе Ug99 + Lr24(ТТКСТ) этого патогена. По оценке в системе КАСИБ сорт имел дифференцированную степень поражения к местным популяциям мучнистой росы и септориоза от 0 до 60% и от 0 до 65% соответственно.

Изучение сорта Александрит выявило его хорошую адаптивность и пластичность как в условиях Саратовской области, так и при мультилокационном испытании по системе КАСИБ. Сорт не только не уступал местным сортам-стандартам, а во многих регионах значимо их превосходил по продуктивности. При этом сорт имел хорошие показатели качества зерна.

В целом изучение хозяйственно ценных и адаптивных признаков у нового сорта яровой мягкой пшеницы Александрит, созданного методом интрогрессивной селекции, позволило выявить перспективность использования комбинации транслокаций 7DS-7DL-7Ae#1L + 2AL-2AS-2MV#1 при создании сортов, сочетающих высокую устойчивость к комплексу патогенов с продуктивностью и качеством зерна.

Список литературы / References

1. Wang R.R.C. Agropyron and Psathyrostachys. In Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources, Cereals; Kole, C., Ed.; Springer-Verlag: Berlin/Heidelberg, Germany, 2011, pp. 77–108.
 2. Дружин А.Е. Влияние изменений климата на структуру популяций патогенов яровой пшеницы в Поволжье // Аграрный вестник Юго-Востока. 2010. № 1 (4). С. 31–35.

Druzhin A.E. Effect of Climate Change on the Structure of Populations of Spring Wheat Pathogens in the Volga Region // Agrarian Reporter of South-East. 2010. № 1 (4). P. 31–35 (in Russian).

3. Сибикеев С.Н., Дружин А.Е. Пребридинговые исследования почти изогенных линий яровой мягкой пшеницы с комбинацией транслокаций от *Agropyron elongatum* (Host) P.B. и *Aegilops ventricosa* Tausch // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2015. Т. 19. № 3. С. 310–315.

Sibikeev S.N., Druzhin A.E. Prebreeding research of near-isogenic lines of spring bread wheat with a combination of translocations from *Agropyron elongatum* (Host.) P.B. and *Aegilops ventricosa* Tausch // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2015. V. 19 (3). P. 310–315 (in Russian).

4. Федин М.А. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Общая часть. М., 1985. 267 с.

Fedin M.A. Technique of the state sortoispytaniye of crops. General part. M, 1985. 267 p. (in Russian).

5. Койшыбаев М., Шаманин В.П., Моргунов А.И. Скрининг пшеницы на устойчивость к основным болезням. Анкара: ФАО-СЕК, 2014. 61 с.

Koyshybayev M., Shamanin V.P., Morgunov A.I. Screening of wheat on resistance to the main diseases. Ankara: FAO-SEK, 2014. 61 p. (in Russian).

6. Захаренко В.А., Медведев А.М., Ерохина С.А., Коваленко Е.Д., Добровольская Г.В., Михайлов А.А. Методика по оценке устойчивости сортов полевых культур к болезням на инфекционных и провокационных фонах. М.: Россельхозакадемия, 2000. 88 с.

Zakharenko V.A., Medvedev A.M., Yerokhin S.A., Kovalenko E.D., Dobrovolskaya G.V., Mikhaylov A.A. A technique according to resistance of grades of field cultures to diseases on infectious and provocative backgrounds. M.: Rossel'hozakademiya, 2000. 88 p. (in Russian).

7. Гульяева Е.И., Шайдаюк Е.Л., Казарцев И.А., Аристова М.К. Структура российских популяций гриба *Puccinia triticina* Erik. // Вестник защиты растений. 2015. № 3 (85). С. 5–10.

Gulyaeva E.I., Shaidayuk E.L., Kazartsev I.A., Aristova M.K. Structure of Russian populations of *Puccinia triticina* // Plant Protection News. 2015. № 3(85). P. 5–10 (in Russian).

8. Singh R.P., Huerta-Espino J.H., Jin Y., Herrera-Foessel S., Njau P., Wanyera R., Ward R.W. Current resistance sources and breeding strategies to mitigate Ug99 threat. Proc. of the 11th Intern. Wheat Genet. Symp., Brisbane, QLD, Australia. 2008 URL: <https://ses.library.usyd.edu.au/bitstream/2123/3511/1/O03.pdf> (дата обращения: 17.08.2018).

9. Крупнов В.А., Воронина С.А., Крупнова О.В. Эффекты 7DL-7AG- и 1BL-1RS-транслокаций на урожайность и качество зерна мягкой пшеницы в Поволжье // Вестник ВОГиС. 2009. Т. 13. № 4. С. 751–758.

Krupnov V.A., Voronina S.A., Krupnova O.V. Effects of 7dl-7ag and 1bl-1rs Translocations on Wheat Yield And Grain Quality In The Volga Region // Vestnik VOGiS. 2009. T. 13. № 4. P.751–758 (in Russian).

10. Labuschagne M.T., Pretorius Z.A., Grobbelaar B. The influence of leaf rust resistance genes Lr29, Lr34, Lr35 and Lr37 on bread making quality in wheat // Euphytica. 2002. V. 124. P. 65–70.

УДК 631.4:574.42

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ТОНКИХ КОРНЕЙ НА РАЗЛИЧНЫХ СТАДИЯХ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОСТАГРОГЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ В ЗОНЕ ЮЖНОЙ ТАЙГИ

Кондратова А.В., Абрамова Е.Р.

*Институт геологии и природопользования ДВО РАН, Благовещенск,
e-mail: kondratova.ava@gmail.com*

Агроценозы, после выведения их из сельскохозяйственного оборота, вступают в сложный процесс самовосстановления. Многочисленные исследования показывают, что залежные земли служат устойчивым стоком углерода. Большое значение в процессе накопления подземного пула углерода принадлежит тонким корням растений. Изучение морфологических признаков тонких корней различных классов диаметра в гетерогенных растительных сообществах является важным для понимания внутритрипочвенных процессов депонирования углерода. Особенно актуальны подобные исследования на последовательных стадиях постагрогенной эволюции сельскохозяйственных угодий, так как они позволяют прогнозировать накопление углерода в почвах и оценить процессы восстановления экосистемы в целом. В работе представлен сравнительный анализ морфологических признаков тонких корней с диаметром <0,5 мм и 0,5–2,0 мм на разных типах землепользования в зоне южной тайги в северной окраинной части Амуро–Зейской равнины. Дифференциация тонких корней по классам диаметров показала, что в верхнем слое почв (0–10 см) преобладают очень тонкие корни (<0,5 мм). Морфологические признаки очень тонких корней <0,5 мм в верхнем слое почвы 0–10 см подвержены наибольшим изменениям в зависимости от состояния экосистемы. На стадии залежи биомасса и длина очень тонких корней в верхнем слое почвы по сравнению с сенокосом возросла в 2,1 и 1,7 раза соответственно ($p < 0,001$). В слое почвы 10–20 см тип землепользования не оказал существенного влияния на биомассу и длину корней всех изученных классов диаметра. Удельная длина корней возрастала в ряду лес – залежь – сенокос, что свидетельствует о более интенсивном использовании объема почвы растениями сенокоса.

Ключевые слова: тонкие корни, постагрогенные экосистемы, морфологические признаки

SPECIFIC FEATURES OF FINE ROOT FORMATION AT DIFFERENT STAGES OF REGENERATION OF POSTAGROGENIC ECOSYSTEMS IN SOUTHERN TAIGA ZONE

Kondratova A.V., Abramova E.R.

*Institute of Geology and Nature Management FEB RAS, Blagoveshchensk,
e-mail: kondratova.ava@gmail.com*

Arable lands enter the complex process of self-regeneration since the moment they are abandoned. A lot of studies show us that fallow lands act as sustainable carbon stock. Fine roots of plants play a significant part in processes of carbon accumulation. To understand the subsurface carbon accumulation process, it is very important to investigate morphological traits of fine roots in heterogenic plant communities. Such investigations are most interesting at sequential stages of regeneration of postagrogenic ecosystems, as their results could be useful to predict soil carbon accumulation processes. In this study we show comparison of fine roots (<0,5 mm and 0,5–2,0 mm) morphological traits on different types of postagrogenic landscapes as well as control site in the zone of southern taiga of northern part of Amur-Zeya river plain. Differentiation of fine roots according to diameter classes shows us that very fine roots (<0.5mm) are dominated in upper (0–10 cm) soil layer. Lower soil layer (0–20 cm) proportion of very fine roots is decreasing whereas increasing on fallow land and hay-field. Morphological traits of very fine roots in upper soil layer are most prone to environmental change. At the stage of fallow lands very biomass of fine roots and their length increase by 2.1 and 1.7 consequently compared to hay-field ($p < 0,001$). At lower depth (10–20 cm) type of ecosystem did not affect fine root biomass and length of all studied diameter classes. Specific root length increased in the line forest-fallow land-hay-field, suggesting intensive soil exploitation by fine roots on hayfield.

Keywords: fine roots, postagrogenic ecosystems, morphological traits

Многочисленные исследования показывают, что залежные земли служат устойчивым стоком углерода. По данным Ю.И. Бaeвoй и соавторов [1] в почвах различных природно-климатических зон происходит достоверное увеличение запасов органического углерода в ряду пашня – залежь – лес. Большинство работ по изучению постагрогенных ландшафтов в различных природно-климатических зонах посвящено оценке содержания углерода в почвах и растительном покрове, особенностям

изменения видового состава растительности. При этом процессам накопления углерода подземными органами растений уделяется недостаточно внимания.

Известно, что от 50 до 70% углерода почвы происходит от корней и корневых микроорганизмов [2, 3]. В некоторых экосистемах тонкие корни являются основным источником поступления органического вещества в почву. На их производство затрачивается около трети глобальной ежегодной чистой

первичной продукции [4], а органическое вещество, поступающее от разложения тонких корней, является более устойчивым по сравнению с органическим веществом от наземных органов растения [5].

Тонкие корни <2 мм играют ключевую роль в регулировании биогеохимических циклов экосистемы. Результаты исследований N. Makita и соавторов [6] показывают, что при оценке корневой биомассы и морфологических особенностей необходима более подробная классификация тонких корней <2,0 мм. Очень тонкие корни диаметром <0,5 мм могут проявлять видоспецифические черты и изменять их потенциал для поглощения питательных веществ и воды в зависимости от глубины.

Таким образом, изучение морфологических признаков тонких корней различных классов диаметра в гетерогенных растительных сообществах является важным для понимания внутрпочвенных процессов депонирования углерода. Особенно актуальны подобные исследования на последовательных стадиях постагрогенной эволюции сельскохозяйственных угодий, так как они позволяют прогнозировать накопление углерода в почвах и оценить процессы восстановления экосистемы в целом.

Цель исследования: провести сравнительный анализ морфологических признаков тонких корней растительных сообществ на последовательных стадиях восстановления постагрогенных экосистем в зоне южной тайги.

Материалы и методы исследования

Для изучения морфологических признаков тонких корней на переходной стадии самовосстановления нарушенной экосистемы в северной окраинной части Амуру-Зейской равнины выбрано три фитоценоза, и заложено три учетных площадки по 50 м²: ненарушенный ценоз – лес (53°43'49,7"; 127°04'01,1"), залежь (53°43'50,1"; 127°03'53,1") и сенокос (53°44'33,4"; 127°05'37,9") (рис. 1).

Климат северной окраинной части Амуру-Зейской равнины характеризуется как умеренно холодный, континентальный с муссонным характером распределения осадков, формируется в результате взаимодействия тихоокеанского муссона и сибирского антициклона. В исследуемом районе средняя многолетняя температура воздуха января минус 28,8 °С, июля 19,7 °С, среднегодовая минус 0,7 °С.

Большую часть территории занимают бурые лесные почвы (буроземы). В це-

линном состоянии они имеют подстилку мощностью не более 3 см, обладают четкими переходами генетических горизонтов. В стадии пашни почвы характеризуются очень низким содержанием гумуса. Буроземы используются под зерновые, технические, кормовые, плодовые и овощные культуры. Ввиду интенсивного освоения земель в 1950–1970-х гг. большие площади этих почв в Приамурье были вовлечены в пашню, в 1990-е гг. заброшены из-за низкого плодородия и экономического кризиса.

Для установления продуктивности подземной части экосистемы, оценки морфологических признаков тонких корней в августе 2017 г. произведен отбор почвенных образцов в 5-кратной повторности на глубину 0–20 см с помощью металлического цилиндра с диаметром 5 см. На каждой из учетных площадок пробы отбирали в пяти точках (четыре по углам и одна в центре). На сенокосе при определении точки отбора образца выбирали площадку с типичным и ровным травостоем, на площадках «лес» и «залежь» – участки с преобладающей в данном фитоценозе растительностью.

В полевых условиях почвенный образец с корнями разделяли на слои: верхний (0–10 см) и нижний (10–20 см). Тонкие корни (<0,5 мм; 0,5–2 мм) отделяли от почвенных образцов путём промывания проточной водой под высоким давлением на сите с размером ячейки 0,25 мм. В работе анализируется биомасса, определённая после высушивания образцов живых корней до постоянного веса при температуре 40 °С. Под общей биомассой корней в работе понимается масса всех тонких корней диаметром менее 2 мм. Диаметр и длина корней определены на программно-аппаратном комплексе анализа морфологии корневых систем WinRhizoRegular + STD4800 (Regent Instruments, Канада). Удельная длина корней (УДК) – длина единицы сухой массы корня, определялась как отношение длины к массе корней (м/г).

Леса северных районов Амурской области занимают 60–65% территории области [7]. Наибольшие их площади сосредоточены в Зейском (район исследования) и Селемджинском районах. Территория исследования расположена в подзоне южной тайги. Здесь широко распространены лиственнично-сосново-белоберезовые древостои (50–70% лиственницы, 10–20% сосны, 10–50% березы белой и осины). В южнотаежной подзоне, как и в средней тайге, встречаются рододендроновые, брусничные, багульниковые лиственничники.

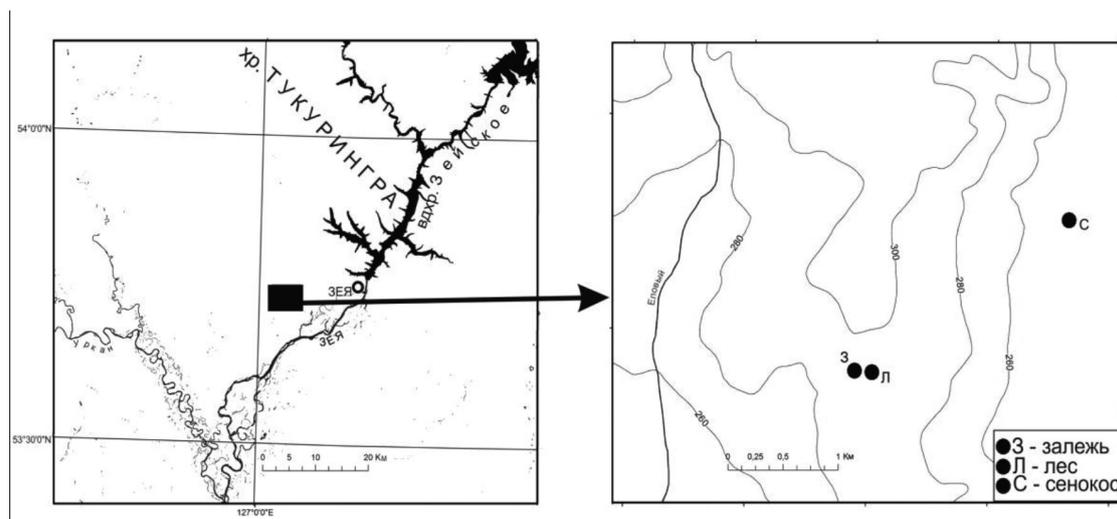


Рис. 1. Схема расположения объектов исследования (З – залежь, Л – лес, С – сенокос)

Для оценки современного состояния изучаемых фитоценозов на различных стадиях постагрогенной эволюции производили описание лесорастительных условий (древостоя, подрост, подлесок, травянисто-кустарниковой растительности).

Лесной участок (площадь 68 га), выбранный для размещения учетной площадки «лес», является типичным для региона исследований. Древостой в лесу образован березой плосколистной *Betula platyphylla* Sukacz., лиственницей Гмелина *Larix gmelinii* (Rupr.) Rupr. и осиною *Populus tremula* L. В кустарниковом ярусе леса преобладает рододендрон даурский *Rhododendron dauricum* L., ольховник кустарниковый *Duschekia fruticosa* (Rupr.) Pouzar. Травянистый покров состоит из майника двулистного *Maianthemum bifolium* (L.) F.W. Schmidt, брусники *Vaccinium vitis-idaea* L.

Залежь (площадь 45 га), выведена из сельскохозяйственного оборота 20 лет назад. Растительный покров образован кустарниками: ива *Salix* sp., малина Комарова *Rubus komarovii* Nakai, с преобладаем травянистых растений: тысячелистника обыкновенного *Achillea millefolium* L., осоки, полыни *Artemisia* sp., мелколепестника *Erigeron* sp., ястребинки зонтичной *Hieracium umbellatum* L., клевера люпиновидного *Lupinaster pentaphyllus* Moench и других видов.

Сенокос (площадь 58 га). На сенокосе произрастают пижма *Tanacetum* sp., одуванчик *Taraxacum* sp., хлопושка обыкновенная *Oberna behen* (L.) Ikonn., горошек *Vicia* sp.,

герань сибирская *Geranium sibiricum* L., вейник *Calamagrostis* sp., спорыш *Polygonum* sp., репешок мелкобороздчатый *Agrimonia pilosa* Ledeb., гравилат алеппский *Geum aleppicum* Jacq., лапчатка *Potentilla* sp.

Результаты лабораторных и полевых исследований обработаны методами математической статистики в программе R версия 3.3.2. Статистические различия между изучаемыми параметрами установлены при помощи дисперсионного анализа (ANOVA). Проверку гипотез на статистическую достоверность различий и значимость рассчитанных статистик осуществляли при 5%-ном уровне значимости.

Результаты исследования и их обсуждение

Общая биомасса тонких корней <2,0 мм в слое почвы 0–20 см максимальна на залежи (402 г/м²), что значимо выше по сравнению с сенокосом (259 г/м²) и лесом (295 г/м²) ($p < 0,001$). Большая часть общей биомассы сконцентрирована в верхнем слое почвы 0–10 см (рис. 2).

Дифференциация корней <2 мм на более тонкие фракции показала, что в верхнем слое почв всех исследуемых сообществ преобладают корни <0,5 мм. На стадии сельскохозяйственного использования земель (сенокос) их доля составила 73% от общей биомассы тонких корней, на залежи – 89%, в естественной экосистеме (лес) – 61%. В почвенном слое 10–20 см в лесу доля корней <0,5 мм снижается, тогда как на залежи и сенокосе возрастает.

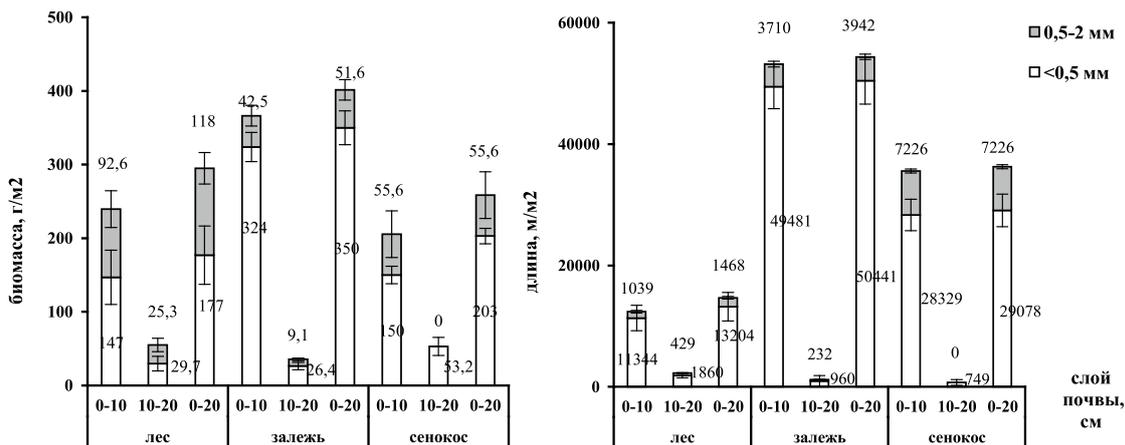


Рис. 2. Биомасса и длина тонких корней по классам диаметра (<0,5 мм и 0,5–2,0 мм) и глубине почвенного слоя (0–10 см, 10–20 см, 0–20 см), планки погрешностей отражают ошибки средних величин (n = 5)

На агроценозе (сенокос) длина корней <0,5 мм в верхнем слое почвы в 2,5 раза больше, чем в лесной экосистеме ($p < 0,001$), в то время как их биомасса значимо не различалась ($p = 0,999$). F. Brédoire и соавторы [8] отмечают, что длина тонких корней, как правило, больше на лугах, в то время как общая масса тонких корней, как правило, больше в лесах. Авторы предполагают, что это происходит за счет разницы в диаметре и/или плотности корневых тканей деревьев и трав.

Процесс трансформации нарушенных экосистем характеризуется интенсивным ростом очень тонких корней: биомасса и длина корней <0,5 мм на залежи по сравнению с сенокосом возросла в 2,1 и 1,7 раза соответственно ($p < 0,001$). Что, возможно, обусловлено изменением состава растительного сообщества, улучшением минерального питания за счет поступления опада.

Таким образом, наши исследования показали, что фракция тонких корней диаметром < 0,5 мм в верхнем слое почвы является наиболее чувствительной к изменению типов землепользования по сравнению с фракцией 0,5–2,0 мм, что подтверждается изменением морфологических признаков. На стадии самовосстановления нарушенных земель наблюдается интенсивное накопление биомассы корней <0,5 мм, а также увеличение их длины. В слое почвы 10–20 см тип землепользования не оказал существенного влияния на биомассу и длину корней всех изученных классов диаметра.

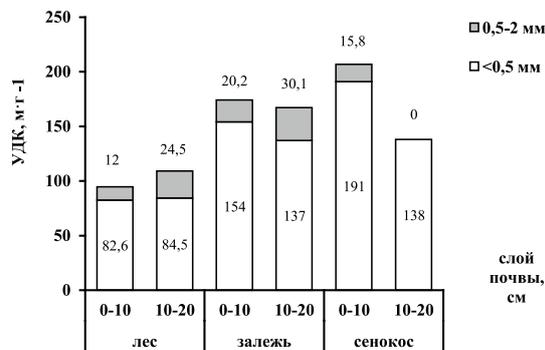


Рис. 3. Удельная длина корней по классам диаметра (<0,5 мм и 0,5–2,0 мм) и глубине почвенного слоя (0–10 см и 10–20 см)

Совместное изучение биомассы и длины корней отражает влияние условий среды обитания на развитие корней и, следовательно, на рост и развитие растительного сообщества. Удельная длина корней (УДК) является важнейшим параметром корневых систем, используемых в современной функциональной морфологии. Она показывает длину единицы сухой массы корня, оценивает затраты органических веществ, необходимых растению для образования единицы корней. В исследованиях Ф.С. Салпагаровой [9] значения удельной длины корня положительно коррелировали с содержанием азота и отрицательно с содержанием углерода в тонких корнях. Таким образом, растения с высокой удельной длиной корня образуют более «дешевые» корни, тратя на их построение меньше углерода. Увеличение УДК показывает «удешевление стоимости» корней, невысо-

кое вложение продуктов фотосинтеза в их построение.

Исследование корней <0,5 мм на уровне растительных сообществ показало, что показатель УДК в естественной лесной экосистеме зоны южной тайги в слое почвы 0–10 см составил 83 м/г (рис. 3).

Вовлечение земель в сельскохозяйственный оборот увеличило УДК в 2,3 раза ($p < 0,001$). На стадии залежи УДК снизилась до 154 м/г, однако значимость различий не подтверждена статистически ($p = 0,858$). Полученные нами данные согласуются с результатами исследований I. Prieto и соавторов [10]. Они показали, что тонкие корни в растительных сообществах на нарушенных землях трех изучаемых климатических зон (тропической, средиземноморской, горной) обладали более высокой удельной длиной корней и противоположно вели себя в менее нарушенных экологических сообществах. УДК считается показателем интенсивности использования тонкими корнями одинакового объема почвы за счёт единицы потраченной биомассы [11]. В наших исследованиях УДК возрастает в ряду лес – залежь – сенокос, что свидетельствует о более интенсивном использовании почвы растениями сенокоса. Это может быть обусловлено как снижением плодородия в условиях активного землепользования, так и составом растительного сообщества, которое состоит из травянистых видов. Мы не обнаружили значительных изменений УДК корней 0,5–2,0 мм, связанных с типом землепользования. Предположительно, корни такого диаметра менее чувствительны к изменениям условий среды.

Заключение

Таким образом, наши исследования показали, что наибольшим изменениям в зависимости от состояния экосистемы подвержены морфологические признаки очень тонких корней <0,5 мм в верхнем слое почвы. На стадии самовосстановления нарушенных земель наблюдается интенсивное накопление биомассы корней данной фракции, а также увеличение их длины, что создает благоприятные условия для роста запасов органического углерода в почве. Возрастание удельной длины корней в ряду лес – залежь – сенокос свидетельствует о более интенсивном использовании объема почвы растениями сенокоса, что может быть обусловлено как уровнем плодородия, так и составом изучаемых растительных сообществ. Тем не менее, эти вопросы, требуют дальнейшего изучения.

Исследованиями I. Prieto и соавторов [10] показано, что тонкие корни агроэкосистем залежных земель разлагаются быстрее, чем корни фоновых ненарушенных сообществ. В нашем исследовании наибольшая биомасса тонких корней выявлена на залежи, что свидетельствует о стадии активного накопления органического вещества в постагрогенной экосистеме. Поэтому в дальнейших исследованиях необходимо установить количество и качество органического вещества, поступающего в почву при разложении тонких корней в связи с изменением землепользования в зоне южной тайги.

Список литературы / References

1. Баева Ю.И., Курганова И.Н., Лопес де Гереню В.О., Телесника В.М. Сравнительная оценка содержания углерода в постагрогенных почвах различных природно-климатических зон // ПЭММЭ. 2013. Т. XXVIII. № 2. С. 27–39. DOI: 10.21513/0207-2564-2017-2-27-39.
2. Baeva Yu.I., Kurganova I.N., Lopes de Gerenyu V.O., Telesnina V.M. Comparative assessment of carbon content in post-agrogenic soils of various natural climatic zone // PE`MME. 2013. T. XXVIII. № 2. P. 27–39. DOI: 10.21513/0207-2564-2017-2-27-39 (in Russian).
3. Vogt K., Vogt D., Palmiotto P., Boon P., OHara J., Asbjornsen H. Review of root dynamics in forest ecosystems grouped by climate, climatic forest type and species. Plant Soil, 1996, vol. 187, no. 2, pp. 159–219.
4. Clemmensen K.E., Bahr A., Ovaskainen O., Dahlberg A., Ekblad A., Wallander H., Lindahl, B.D. Roots and associated fungi drive long term carbon sequestration in boreal forest. Science, 2013, vol. 339, pp. 1615–1618. DOI: 10.1126/science.1231923.
5. Jackson R.B., Mooney H.A., Schulze E.D. A global budget for fine root biomass, surface area, and nutrient contents. Proc. National Academy of Sciences United States of America, 1997, vol. 94, pp. 7362–7366.
6. Kätterer T., Bolinder M.A., Andrén O., Kirchmann H., Menichetti L. Roots contribute more to refractory soil organic matter than above-ground crop residues, as revealed by a long-term field experiment. Agric., Ecosyst, 2011, environ. 141, pp. 184–192. DOI: 10.1016/j.agee.2011.02.029.
7. Makita N., Hirano Y., Mizoguchi T., Kominami Y., Danno M., Ishii H., Finér L., Kanazawa Y. Very fine roots respond to soil depth: biomass allocation, morphology, and physiology in a broad-leaved temperate forest. Ecol Res, 2011, vol. 26, pp. 95–104. DOI: 10.1007/s11284-010-0764-5.
8. Зубов Ю.П. Леса Амурской области. Благовещенск: Хабаровское книжное издательство, 1967. 16 с.
9. Zubov Yu.P. Woods of the Amur region. Blagoveshchensk: Khabarovsk book publishing house, 1967. 16 p. (in Russian).
10. Bredoire F., Nikitich P., Barsukov P.A., Derrien D., Litvinov A., Rieckh H., Rusalimova O., Zeller B. Distributions of fine root length and mass with soil depth in natural ecosystems of southwestern Siberia, Plant Soil, 2016, vol. 400, pp. 315–335, DOI: 10.1007/s11104-015-2717-9.
11. Салпагарова Ф.С., Ван Логтестайн Р., Онипченко В.Г., Ахметжанова А.А., Агафонов В.А. Содержание азота в тонких корнях и структурно-функциональные адаптации высокогорных растений // Журнал общей биологии. 2013. Т. 74. № 3. С. 190–200.
12. Salpagarova F.S., van Logtestijn R., Onipchenko V.G., Akhmetzhanova A.A., Agafonov V.A. Fine root nitrogen contents and morphological adaptations of alpine plants // Zhurnal obshhej biologii. 2013. T. 74. № 3. P. 190–200 (in Russian).
13. Prieto I., Roumet C., Cardinael R., Dupraz C., Jourdan C., Kim J.H., Maeght J.L., Mao Z., Pierret A., Portillo N., Rouspard O., Thammahacksa C., Stokes A. Root functional parameters along a land-use gradient: evidence of a community-level economics spectrum. J. Ecol. 2015, vol. 103, pp. 361–373.
14. Ostonen I., Püttsepp Ü., Biel C., Alberton O., Bakker M.R., Lohmus K., Majdi H., Metcalfe D., Olsthoorn AFM, Pronk A., Vanguelova E., Weih M., Brunner I. Specific root length as an indicator of environmental change, 2007, Plant Biosyst, vol. 141, pp. 426–442. DOI: 10.1080/11263500701626069.

УДК 632.4.01/08:633.111.1"324"

ЧЕТВЕРТИЧНЫЕ АММОНИЕВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ КАК ИНДУКТОРЫ УСТОЙЧИВОСТИ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ К КОРНЕВОЙ ГНИЛИ

Михно Л.А., Шутко А.П.

ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», Ставрополь,
e-mail: udovi4encko.mila@yandex.ru

Ставропольский край является зоной высокой вредоносности корневой гнили озимой пшеницы, которая приводит к потерям урожая до 60%, более того, значительно ухудшается качество получаемого зерна. Массовое применение фунгицидов приводит к формированию резистентности у популяций возбудителей болезней растений. Поэтому в настоящее время в системе интегрированной защиты растений практическое значение приобретает индуцированный иммунитет растений. Одной из причин недостаточного практического их использования является недостаточная проработка фундаментальных основ и технологий их эффективного применения. Некоторые химические индукторы болезнеустойчивости проявляют высокую биологическую эффективность в лабораторных условиях (более 95%), но при этом в полевых условиях, где растения постоянно испытывают физиологические стрессы, подвергаются нападению вредных организмов, их эффективность снижается до 60–85%. В статье рассматривается биологическая эффективность четвертичных аммониевых соединений и их комбинации с наносеребром в отношении корневой гнили озимой пшеницы. Приводятся сведения о влиянии четвертичных аммониевых соединений, в том числе баковых смесей с наносеребром на лабораторную всхожесть семян и силу начального роста растений озимой пшеницы. Предпосевная обработка семян озимой пшеницы индуктором иммунитета на основе четвертичного аммониевого соединения с действующим веществом дидецилдиметиламмоний бромид, обогащенным наносеребром (0,15%), в сочетании с обработкой вегетирующих растений в фазу кущения препаратом на основе дидецилдиметиламмоний бромид (концентрация рабочего раствора – 0,3%) снижали развитие корневой гнили в фазу полной спелости в 1,2–1,4 раза по сравнению с контролем.

Ключевые слова: озимая пшеница, корневая гниль, индукторы болезнеустойчивости, фунгициды, четвертичные аммониевые соединения, наночастицы серебра, биологическая эффективность

QUATERNARY AMMONIUM COMPOUNDS AS INDUCTORS OF WINTER SOFT WHEAT RESISTANCE AGAINST ROOT ROT

Mikhno L.A., Shutko A.P.

Stavropol State Agrarian University, Stavropol, e-mail: udovi4encko.mila@yandex.ru

Stavropol Territory is a zone of high damage of winter wheat by root rot, which leads to crop losses of up to 60%, moreover, the quality of the grain is deteriorating significantly. Mass application of fungicides leads to formation of resistance in populations of pathogens of plant diseases. Therefore, at the present time, in the system of integrated plant protection, the induced immunity of plants is of practical importance. One of the reasons for their inadequate practical use is the inadequate elaboration of the fundamental foundations and technologies for their effective application. Some chemical inducers of disease resistance show high biological efficiency in laboratory conditions (more than 95%), but in the field, where plants are constantly experiencing physiological stress, they are attacked by pests, their effectiveness decreases to 60–85%. The article examines the biological effectiveness of quaternary ammonium compounds and their combination with nanosilver in relation to root rot of winter wheat. Information is provided on the effect of quaternary ammonium compounds, including compound with nanosilver, on the laboratory germination of seeds and the initial growth force of winter wheat plants. Pre-sowing treatment of winter wheat seeds with an inducer of immunity based on quaternary ammonium compound with active substance didecyldimethylammonium bromide enriched with nanosilver (0.15%) in combination with treatment of vegetative plants in the tillering phase with a preparation based on didecyldimethylammonium bromide (working solution concentration 0.3%) decreased the development of root rot in the phase of full ripeness in 1.2–1.4 times in comparison with the control.

Keywords: winter wheat, root rot, inducers of disease resistance, fungicides, quaternary ammonium compounds, silver nanoparticles, biological effectiveness

Монокультуры, низкий уровень агротехники, несоблюдение севооборотов и ресурсосберегающие технологии оказывают существенное влияние на фитосанитарное состояние агроценозов озимой пшеницы, что сопровождается увеличением в почве запаса инфекции, вредителей, а также семян сорных растений [1, 2]. В последние годы довольно широко распространилась и наносит значительный ущерб корневая

гниль зерновых культур различной этиологии. Поражение корневой гнилью приводит к загниванию корневой и прикорневой частей растений, угнетению роста, отмиранию листового аппарата, задержке колошения, гибели продуктивных стеблей, а также щуплости зерна [3].

Ставропольский край является зоной высокой вредоносности корневой гнили озимой пшеницы, которая приводит к по-

терям урожая до 60%, более того, значительно ухудшается качество получаемого зерна [4]. По данным Филиала ФГБУ «Россельхозцентр» по Ставропольскому краю, до 2008 г. на посевах озимой пшеницы преобладали такие виды корневой гнили как фузариозная и гельминтоспориозная, однако, начиная с 2009 г., значительно увеличились площади заражения фузариозной (в 4 раза) и церкоспореллезной (в 3 раза) корневой гнилью. В 2011 г. площадь заражения фузариозной корневой гнилью достигла 1545 тыс. га, а площадь посевов озимой пшеницы, зараженной церкоспореллезной гнилью, увеличилась, по сравнению с 2010 г., в 2,8 раза. В 2014 г. корневой гнилью было поражено 700 тыс. га посевов озимой пшеницы, фузариозная корневая гниль была зарегистрирована на 611,7 тыс. га или 40% от обследованной площади, гельминтоспориозная соответственно – 6%, церкоспореллезная – 8% и ризоктониозная – 2%. В зоне неустойчивого увлажнения на черноземе выщелоченном в структуре комплекса возбудителей корневой гнили озимой пшеницы доминируют грибы pp. *Fusarium* (*F. sporotrichioides*, *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. verticillioides*) (<http://rsc26.ru>). Таким образом, очевидно, что системы земледелия, которые сложились в условиях Ставропольского края, в значительной мере способствуют накоплению в почве патогенных грибов.

Массовое применение фунгицидов приводит к формированию резистентности у популяций возбудителей болезней растений. Поэтому в настоящее время в системе интегрированной защиты растений все большее практическое значение приобретает индуцированный иммунитет растений, так как это целесообразно в экологизированных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур без применения или при ограниченном применении фунгицидов.

На современном этапе развития науки и практики лишь небольшое количество препаратов, действующим веществом в которых являются синтетические индукторы болезнестойчивости, получило практическое применение в защите растений. Одной из причин их недостаточного практического использования является недостаточная проработка фундаментальных основ и технологий эффективного применения химических индукторов болезнестойчивости. Некоторые химические индукторы болезнестойчивости проявляют высокую биологическую эффективность в лабораторных условиях (более 95%), но при этом в полевых

условиях, где растения постоянно испытывают физиологические стрессы, подвергаются нападению вредных организмов, их эффективность снижается до 60–85%.

У препаратов индукторов болезнестойчивости есть ряд преимуществ и безусловно одним из них является их низкая токсичность для человека и окружающей среды; они практически не вызывают развития к ним устойчивости у фитопатогенных микроорганизмов. Это очень важно, так как в настоящее время у многих экономически важных возбудителей болезней имеются случаи проявления устойчивости ко всем основным группам фунгицидов, которые применяются в сельском хозяйстве, это приводит к снижению эффективности химических фунгицидов [5].

Но кроме преимуществ индукторов болезнестойчивости существуют некоторые недостатки. Например, их активность снижается в кислой среде, они очень легко смываются водой [6].

Повышение устойчивости к болезням и урожайности зерновых культур наблюдается при предпосевной обработке семян производными четвертичных аммониевых соединений [7]. Использование четвертичных аммониевых соединений и разработка технологии их применения совместно с фунгицидами являются, согласно анализу специальной литературы, актуальными.

В.Б. Понизовская, Н.Л. Ребрикова, А.Б. Антропова, В.Л. Мокеева [8, с. 50] заявляют о фунгицидном действии биоцидов на основе четвертичных аммониевых соединений, в то же время С.Л. Тютюрев [9] рассматривает четвертичные аммониевые соединения как вещества, повышающие устойчивость растений к фитопатогенам. В своей работе он отмечает, что работами профессора П.И. Хохлова было доказано, что гидроксиды четвертичных аммониевых соединений прямым действием на патогены не обладают.

Одним из принципиально новых соединений, которые более экологически безопасны и менее токсичны для человека, и являются препараты на основе наночастиц серебра и других металлов. Наночастицы обладают уникальными физическими, химическими и биологическими свойствами [10]. Еще до нашей эры было известно бактерицидное действие серебра, благодаря малым размерам наночастиц, которые обладают развитой поверхностью, что увеличивает число точек соприкосновения с микроорганизмами [11–14].

В настоящее время много работ посвящено получению и изучению свойств наночастиц серебра. Также на основе наночастиц сейчас разрабатывают разнообразные промышленные товары с бактерицидными свойствами, но, несмотря на то, что бактерицидные свойства наночастиц серебра изучены хорошо, их применению в фитопатологии посвящено мало работ.

Цель исследования: изучение биологической эффективности четвертичных аммониевых соединений и их комбинаций с наносеребром в отношении фузариозной корневой гнили озимой пшеницы.

Материалы и методы исследования

Изучение влияния использования иммуногенетических методов в системе защиты озимой пшеницы от корневой гнили проводили в 2014–2017 с.-х. гг. Лабораторные опыты проводились в лаборатории фитосанитарного мониторинга при кафедре химии и защиты растений ФГБОУ ВО «Ставропольский ГАУ», а полевые в условиях учебно-опытной станции Ставропольского ГАУ, которая по агроклиматическому районированию относится к зоне неустойчивого увлажнения (тип почвы – чернозем выщелоченный). Полевой опыт закладывался на озимой мягкой пшенице сорта Писанка, рекомендованного для возделывания в Северо-Кавказском регионе.

В качестве четвертичных аммониевых соединений был использован препарат с действующим веществом дидецилдиметиламмоний бромид (содержание действующего вещества 6,0%), который, по данным Ставропольского НИИ животноводства и кормопроизводства (2011), оказывает фунгицидное действие на патогенные грибы, способные развиваться в хранящейся массе кормов, в том числе на грибы родов *Fusarium*, *Aspergillus* и др., способные вызывать заболевания вегетирующих растений.

В коллоидном растворе наносеребра в качестве носителя использовался полимер поливинилпирролидон с молярной массой 8000, который агрегатировался с наночастицами серебра размером 50 нм. Препарат был синтезирован учеными Северо-Кавказского федерального университета в лаборатории кафедры технологии наноматериалов. Там же был получен новый образец препарата на основе наночастиц серебра диаметром 100 нм, стабилизированных четвертичным соединением аммония.

В качестве контроля служил вариант с обработкой чистой водой, в качестве эта-

лона – универсальный двухкомпонентный системный фунгицидный протравитель с действующими веществами: дифеноконазол (30г/кг) + ципроконазол (6,3 г/кг).

Площадь делянки – 4 м². Повторность – трехкратная. Размещение вариантов – систематическое. Размещение делянок – многоярусное. Обработка семян проводилась согласно схеме опыта. В фазу разворачивания флагового листа проводили опрыскивание вегетирующих растений препаратом на основе дидецилдиметиламмоний бромида (концентрация рабочего раствора – 0,3%) методом расщепленной делянки.

Поражаемость озимой пшеницы корневой гнилью определяли в соответствии с утвержденными Всероссийским НИИ защиты растений методиками (2009). Статистическая обработка результатов исследований проводилась стандартными методами дисперсионного анализа.

Результаты исследования и их обсуждение

Возбудители семенной инфекции поражают проростки растений, вызывая их ослабление, а в некоторых случаях и гибель. Ослабленные растения подвергаются дополнительному риску заражения патогенной микрофлорой, в том числе возбудителями корневой гнили.

Предпосевная обработка семян – эффективный, экономически оправданный и экологически малоопасный способ защиты растений от широкого круга возбудителей болезней на ранних этапах развития культуры. Известно, что посев протравленными семенами способствует лучшей перезимовке растений и получению более стабильных урожаев зерна.

Исследования биологической эффективности в отношении корневой гнили озимой пшеницы позволили установить, что применение четвертичных аммониевых соединений с различной нормой применения, в том числе в комбинации с наносеребром, не оказывает отрицательного воздействия на потенциал всхожести семян, а также силу их начального роста (табл. 1).

Установлено, что в зависимости от обработки энергия прорастания семян озимой пшеницы была различная. В результате исследований подтвердились научные данные некоторых исследователей о ретардантном воздействии дифеноконазола на процесс прорастания семян. Выявлено преимущество варианта опыта с применением препарата на основе действующего вещества

дидецилдиметиламмоний бромид, обогащенного наносеребром (0,15%), в сравнении с более высокой концентрацией наносеребра (0,3%). Положительный эффект отмечался только при самостоятельном применении, а в баковой смеси с фунгицидом выявлен эффект обратного действия [15].

Предпосевная обработка семян оказала влияние на поражаемость озимой пшеницы корневой гнилью. Первый учет на пораженность озимой пшеницы корневой гнилью проводили в фазу конец кущения – начало трубкования (табл. 2).

Данные табл. 2 свидетельствуют, что распространенность корневой гнили варьировала в зависимости от предпосевной обработки семян. Данный показатель колебался от 95,0 до 100%.

К концу вегетации распространенность заболевания достигла по всем вариантам практически 100%, а развитие находилось выше экономического порога вредоносности (ЭПВ), который равен 10–15%.

На контроле развитие болезни превысило ЭПВ практически в 2 раза. При применении композиции с наносеребром (0,3% или 0,03 л/т) показатели «распространенность» и «развитие болезни» превысили таковые показатели при применении более низкой концентрации наносеребра (0,15% или 0,015 л/т). Эти данные подтвердили результаты лабораторных исследований

о токсичном воздействии препарата наносеребра в концентрации (0,3%) по сравнению с концентрацией 0,15%, что приводит к нивелированию стимулирующего эффекта дидецилдиметиламмоний бромид.

Самая высокая биологическая эффективность выявлена при применении химического пестицида с действующими веществами дифеноконазол + ципроконазол. Дифеноконазол из класса азолов оказывает ингибирующее воздействие на синтез стероидов (в том числе – эргостерола), нарушает элангацию ростовых трубок фитопатогенных грибов, дифференциацию клеток и рост вегетативного мицелия. Он обладает широким спектром действия на фитопатогены, проявляет росторегулятивные свойства. Проникновение дифеноконазола в семена и ростки происходит постепенно, в начале вегетационного периода активность препарата отличается стабильностью, что очень важно для молодого растения.

Что касается препарата на основе четвертичного аммониевого соединения с действующим веществом дидецилдиметиламмоний бромид, обогащенного наносеребром (0,15%), то развитие корневой гнили в фазу полной спелости в 1,2–1,4 раза меньше по сравнению с контролем, так как наносеребро взаимодействует с грибами, уничтожает и подавляет их рост, обеспечивая тем самым защиту от поражения со стойким антисептическим и антибактериальным эффектом.

Таблица 1

Энергия прорастания и лабораторная всхожесть семян озимой пшеницы в зависимости от обработки биологически активными веществами (среднее за 2014–2017 гг.)

Вариант	Норма применения, кг(л) / т	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %
Контроль (обработка водой)	–	60	84
Дифеноконазол (30 г/кг) + ципроконазол (6,3 г/кг) – эталон	1,0	68	90
Дифеноконазол (30 г/кг) + ципроконазол (6,3 г/кг) + коллоидный раствор наносеребра	1,0 0,2	58	92
Дифеноконазол (30 г/кг) + ципроконазол (6,3 г/кг) дидецилдиметиламмоний бромид	1,0 0,015	82	92
Дифеноконазол (30 г/кг) + ципроконазол (6,3 г/кг) + дидецилдиметиламмоний бромид	1,0 0,03	58	86
Дидецилдиметиламмоний бромид, обогащенный наносеребром	0,015	90	96
Дидецилдиметиламмоний бромид, обогащенный наносеребром	0,03	56	82
Дидецилдиметиламмоний бромид	0,015	88	98
Дидецилдиметиламмоний бромид	0,03	94	98
Дифеноконазол (30 г/кг) + ципроконазол (6,3 г/кг) + дидецилдиметиламмоний бромид, обогащенный наносеребром	1,0 0,015	56	92
Дифеноконазол (30 г/кг) + ципроконазол (6,3 г/кг) + дидецилдиметиламмоний бромид, обогащенный наносеребром	1,0 0,03	74	94
НСР ₀₅		13,0	4,2

Таблица 2

Биологическая эффективность предпосевной обработки семян в сочетании с обработкой вегетирующих растений дидецилдиметиламмония бромидом в отношении корневой гнили озимой пшеницы (среднее за 2014–2017 гг.)

Вариант	Норма применения, кг(л) / т	Фаза кушения (до обработки)		Фаза полной спелости	
		Распространенность, %	Развитие, %	Распространенность, %	Развитие, %
Контроль (обработка водой)	–	100,0	3,34	100,0	19,29
Дифеноконазол (30 г/кг) + ципроконазол (6,3 г/кг) – эталон	1,0	95,1	3,16	98,32	13,38
Дифеноконазол (30 г/кг) + ципроконазол (6,3 г/кг) + коллоидный раствор наносеребра	1,0 0,2	100,0	3,31	100,0	14,31
Дифеноконазол (30 г/кг) + ципроконазол (6,3 г/кг) + дидецилдиметиламмоний бромид	1,0 0,015	97,96	3,25	99,10	14,06
Дифеноконазол (30 г/кг) + ципроконазол (6,3 г/кг) + дидецилдиметиламмоний бромид	1,0 0,03	100,0	3,31	100,0	15,41
Дидецилдиметиламмоний бромид, обогащенный наносеребром	0,015	96,44	3,19	98,89	11,21
Дидецилдиметиламмоний бромид, обогащенный наносеребром	0,03	100,0	3,33	100,0	14,58
Дидецилдиметиламмоний бромид	0,015	100,0	3,33	100,0	14,75
Дидецилдиметиламмоний бромид	0,03	98,04	3,25	99,44	15,07
Дифеноконазол (30 г/кг) + ципроконазол (6,3 г/кг) + дидецилдиметиламмоний бромид, обогащенный наносеребром	1,0 0,015	96,44	3,19	99,59	14,37
Дифеноконазол (30 г/кг) + ципроконазол (6,3 г/кг) + дидецилдиметиламмоний бромид, обогащенный наносеребром	1,0 0,03	97,95	3,25	99,43	14,15
НСР ₀₅		1,64	0,06	0,87	2,03

Заключение

Применение препаратов, созданных на основе четвертичного аммониевого соединения, обогащенных наносеребром, – это метод эффективной борьбы с фитопатогенами. Таким образом, применение индукторов болезнестойчивости растений является одним из эффективных приемов фитосанитарной оптимизации растениеводства и его необходимо включить в антирезистентную систему интегрированной защиты.

Список литературы / References

1. Шутко А.П., Тутуржанс Л.В., Михно Л.А. Особенности фитосанитарного состояния посевов озимой пшеницы в условиях агроландшафтного земледелия (на примере Ставропольского края) // Эволюция и деградация почвенного покрова: сборник научных статей по материалам IV Международной научной конференции (13–15 октября 2015 г.). Ставрополь: Агрус, 2015. С. 373–376.

Shutko A.P., Tuturzhans L.V., Mikhno L.A. Features of a phytosanitary condition of crops of a winter wheat in the conditions of agrolandscape agriculture (on the example of Stavropol Krai) // Evolution and degradation of a soil cover: sbornik nauchnyx statej po materialam IV Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii (13–15 oktyabrya 2015 g.). Stavropol': Agrus, 2015. P. 373–376 (in Russian).

2. Шутко А.П., Тутуржанс Л.В. Фузариоз колоса в Ставропольском крае // Эпидемии болезней растений:

мониторинг, прогноз, контроль: материалы международной конференции. Большие Вяземы, 2017. С. 105–109.

Shutko A.P., Tuturzhans L.V. Fusarium head blight in Stavropol territory // Epidemics of diseases of plants: monitoring, forecast, control: materialy mezhdunarodnoj konferencii. Bol'shie Vyazemy', 2017. P. 105–109 (in Russian).

3. Санин С.С., Назарова Л.Н., Стрижекозин Ю.А., Корнева Л.Г., Жохова Т.П., Полякова Т.М., Копорова Т.И. Фитосанитарная обстановка на посевах пшеницы в Российской Федерации (1991–2008 гг.) // Защита и карантин растений. 2010. № 2. С. 69–80.

Sanin S.S., Nazarova L.N., Strizhekozin Yu.A., Korneva L.G., Zhokhova T.P., Polyakova T.M., Koporova T.I. A phytosanitary situation on crops of wheat in the Russian Federation (1991–2008) // Zashhita i karantin rastenij. 2010. № 2. P. 69–80 (in Russian).

4. Ченикалова Е.В., Черкашин В.Н., Годунова Е.И., Мохрин А.А. Вредители и болезни сельскохозяйственных растений Ставропольского края. Ставрополь: АГРУС, 2017. 232 с.

Chenikalova E.V., Cherkashin V.N., Godunova E.I., Mokhrin A.A. Wreckers and diseases of agricultural plants of Stavropol Krai. Stavropol: AGRUS, 2017. 232 p. (in Russian).

5. Тютюрев С.Л. Природные и синтетические индукторы устойчивости растений к болезням. СПб.: ВИЗР, 2014. 212 с.

Tyuterev S.L. Natural and synthetic inducers of resistance of plants to diseases. SPb.: VIZR, 2014. 212 p. (in Russian).

6. Кузнецова Л.С. «Полисепт» – полимерный биоцид пролонгированного действия. М.: МГУПБ, 2001. 170 с.

Kuznetsova L.S. «Polisept» – a polymeric biocide of the prolonged action. M.: MGUPB, 2001. 170 p. (in Russian).

7. Лодочкин И.П., Хохлов П.С., Никитюк А.Д., Тютюрев С.Л. Гидроксиды четвертичных аммонийных оснований – индукторы устойчивости растений риса к пирикулярнозу // *Бюллетень ВИЗР*. 1998. № 78–79. С. 41–44.
- Lodockin P.I., Chochlov P.S., Mikituk A.D., Tyuterev S.L. Hydroxides of ammonium tetrabases induce rice resistance to pyricularious // *Byulleten' VIZR*. 1998. № 78–79. P. 41–44 (in Russian).
8. Понизовская В.Б., Ребрикова Н.Л., Антропова А.Б., Мокеева В.Л. Сравнение эффективности фунгицидного действия биоцидов на основе наночастиц серебра, четвертичных аммониевых и полигуанидиновых соединений // *Микология и фитопатология*. 2016. Т. 50. № 1. С. 43–51.
- Ponizovskaya V.B., Rebrikova N.L., Antropova A.B., Mokeeva V.L. Comparison of the antifungal activity of bio-cides based on nanosilver particles, quaternary ammonium and polyguanidine compounds // *Mikologiya i fitopatologiya*. 2016. T. 50. № 1. P. 43–51 (in Russian).
9. Тютюрев С.Л. Научные основы индуцированной болезнестойчивости растений. СПб., 2002. 328 с.
- Tyuterev S.L. Scientific bases of the induced the resistance to diseases of plants. SPb., 2002. 328 p. (in Russian).
10. Мирошникова А.И. Разработка и экспериментальное обоснование применения нового дезинфицирующего средства: автореф. дис. ... канд. вет. наук. Ставрополь, 2016. 22 с.
- Miroshnikova A.I. Development and experimental justification of use of new disinfectant: avtoref. dis. ... kand. vet. nauk. Stavropol, 2016. 22 p. (in Russian).
11. Sharma V.K., Yngard R.A., Lin Y. Silver nanoparticles: Green synthesis and their antimicrobial activities. *Adv Colloid Interface Sci*. 2009. № 145. P. 83–96.
12. Ganachari S.V., Bhat R., Deshpande R., Venkataraman A. Extracellular biosynthesis of silver nanoparclles using fungi *Penicillium diversum* and their antimicrobial activity studies // *BioNanoScience*. 2012. № 2(4). P. 316–321.
13. Panacek A., Kvitek L., Pucek R., Kolar M., Vecerova R., Pizurova N., Sharma V.K., Nevecna T., Zboril L. Silver colloid nanoparticles: synthesis, characterization, and their antibacterial activity // *J. Phys. Crem B*. 2006. P. 16248–16253.
14. Rai M., Yadav A., Gade A. Silver nanoparticles a new generaion of antimicrobials. *Biotechnol. Adv*. 2009. № 27. P. 76–83.
15. Михно Л.А. Влияние четвертичных аммонийных соединений и их комбинаций с наносеребром на лабораторную всхожесть семян озимой пшеницы // *Научное обеспечение агропромышленного комплекса молодыми учеными: сборник научных статей по материалам Всероссийской науч.-практич. конф., посвященной 85-летию юбилею СтГАУ*. (г. Ставрополь, 16–22 апреля 2015 г.). Ставрополь: Агрус, 2015. С. 61–63.
- Mikhno L.A. Influence of quarternary ammoniyny connections and their combinations with nanosilver on laboratory viability of seeds of a winter wheat // *Scientific providing agro-industrial complex with young scientists: sbornik nauchny`x statej po materialam Vserossijskoj nauch.-praktich. konf., posvyashhennoj 85-letnemu yubileyu StGAU*. (g. Stavropol, 16–22 aprelya 2015 g.). Stavropol: Agrus, 2015. P. 61–63 (in Russian).

УДК 631.527:633.11:664.6/.7(571.1)

ОЦЕНКА СОРТОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ФОРМИРОВАНИЯ СИЛЬНОГО И ЦЕННОГО ПО КАЧЕСТВУ ЗЕРНА В УСЛОВИЯХ ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Пахотина И.В., Игнатъева Е.Ю., Зелова Л.А., Белан И.А., Росеева Л.П., Блохина Н.П.

ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», Омск, e-mail: ira.pakhotina.72@mail.ru

В статье представлены результаты анализа 12 сильных и ценных сортов яровой мягкой пшеницы по семи основным технологическим показателям за 2006–2016 гг. Проведен математико-статистический анализ для выявления вариации признаков и взаимосвязи температуры и количества осадков с признаками качества зерна. Незначительной изменчивостью характеризовались показатели натура зерна, количество клейковины и объем хлеба, коэффициент вариации был меньше 10%. Значительное влияние на формирование реологических свойств теста и качество хлеба оказала температура воздуха в период налива и созревания зерна. Повышенная температура в июле была благоприятна по увеличению объема хлеба у сортов Памяти Азиева, Омская 24 и Омская 28, а избыток осадков привел к снижению показателя натура зерна у сортов Памяти Азиева, Катюша и Боевчанка. Повышенная температура в августе была благоприятна по улучшению показателя разжижение теста для сортов Памяти Азиева, Черныя 13, Омская 36, Катюша, Омская 18, Омская 28 и Омская 35, а также при валориметрической оценке сортов Омская 28 и Черныя 13. Для внедрения в производство преимущество должны иметь сорта устойчивые по формированию технологического качества зерна в контрастных погодных условиях. Для показателя объема хлеба положительное влияние оказывает оптимальная температура в июле. Для стабилизации производства сильного и ценного зерна в условиях юга Западной Сибири перспективу могут иметь сорта Боевчанка, Омская 38, Омская 37, с частотой формирования сильного зерна 50...70%, и сорт ценной пшеницы Омская 36.

Ключевые слова: яровая пшеница, сорт, Западная Сибирь, показатели качества, корреляция

EVALUATING VARIETIES OF SPRING SOFT WHEAT ACCORDING TO STABILITY OF FORMING STRONG AND VALUABLE GRAIN IN THE CONDITIONS OF THE SOUTH OF WESTERN SIBERIA

Pakhotina I.V., Ignateva E.Yu., Zelova L.A., Belan I.A., Rosseeva L.P., Blokhina N.P.

Omsk Agricultural Scientific (Research) Centre, Omsk, e-mail: ira.pakhotina.72@mail.ru

The article presents the results of analysis of 12 strong and valuable varieties of spring soft wheat according to 7 main technological indicators for 2006-2016. Mathematic and statistical analysis has been carried out to reveal the variation of characteristics and the relationship between temperature and precipitation with grain quality characteristics. Insignificant variability defined grain characteristics, the amount of gluten and bread volume, the coefficient of variation was less than 10%. A significant influence on the formation of the rheological properties of the dough and the quality of bread was influenced by air temperature during the period of filling and ripening of the grain. The increased temperature in July was favorable for increasing the volume of bread in the varieties Memory of Aziev, Omsk 24 and Omsk 28, and the excess of precipitation led to a decrease in the grain nature in the varieties of Memory of Aziev, Katyusha and Boyevchanka. The increased temperature in August was favorable to improve the dilution index of the test for the varieties Memory of Aziev, Chernyaya 13, Omskaya 36, Katyusha, Omskaya 18, Omskaya 28 and Omskaya 35, and also the valometric evaluation of Omskaya 28 and Chernyaya 13. For introduction into production, the advantage must have grades resistant to the formation of technological quality of grain in contrasting weather conditions. There is a positive influence of optimal temperature in July on a volume of bread indicator. For the stabilization of the production of strong and valuable grain in the conditions of the south of Western Siberia, the advantage should be held by Boevchanka, Omskaya 38, Omskaya 37 with the frequency of formation of a strong grain equalling 50 ... 70% and a grade of valuable wheat Omskaya 36.

Keywords: spring bread wheat, variety, Western Siberia, parameters of quality, correlation

В Российской Федерации с 1 июля 2018 г. введен новый межгосударственный стандарт со статусом национального ГОСТ 9353-2016 «Пшеница. Технические условия», который не предусматривает целевого назначения отдельных классов зерна пшеницы. В то же время общеизвестно, что из зерна 4-го и 5-го классов невозможно вырабатывать стандартную муку и получать качественный хлеб без подсортировки его пшеницей-улучшителем (сильной пшеницей). Нередко современная пшеница 3 клас-

са также является слабой и не может в чистом виде использоваться для производства хлеба стандартного качества [1].

Проблема производства зерна сильной и ценной пшеницы достаточно остра и без материального стимулирования возделывания твердых, сильных и ценных сортов пшеницы трудно разрешима, даже для районов с благоприятными условиями для выращивания высококачественной пшеницы [2, 3]. По данным Центра оценки качества зерна зерно 1 и 2 класса в России практически не

производится, в отдельные годы снижается заготовка зерна 3 класса. Рекордно низкокачественное зерно получено в 2016 г. [4]. Дефицит продовольственного зерна 3 класса, оптимального сырья для получения хлебопекарной муки, в этот год составил 1,6 млн т. Ситуация мало изменилась и в настоящее время. При невысоком качестве зерна растет перспектива использования муки низкого качества, небезопасных пищевых добавок, которые будут не столько улучшать качество муки и хлеба, сколько маскировать пониженное качество зерна и муки, вводя потребителя в заблуждение [5].

Для решения поставленной проблемы необходимо учесть многие факторы: природные, материальные и технико-технологические, экономические, нормативно-правовые, организационные и биологические. Низкий уровень технологии возделывания пшеницы и непредсказуемость погодных условий дают возможность реализовать потенциал сорта, положительные количественные и особенно качественные показатели на 40–50% [6]. Учитывая вышесказанное, практическая реализация высококачественного зерна значительно ниже приведенных цифр.

Многолетние исследования, проведенные в ГНУ СибНИИСХ (ныне ФГБНУ «Омский АНЦ»), показали, что для восполнения недостатка собственного высококлассного зерна в масштабе страны достаточно производить 50–60% сильного зерна от кондиционного реального урожая. На таком же уровне должна быть и частота формирования сильного зерна при условии соблюдения рекомендованной наукой агротехники его выращивания [7]. Динамика изучения качества зерна сортов яровой мягкой пшеницы, созданных в СибНИИСХ, показала, что в процессе селекции достигнут прогресс по содержанию белка в зерне, силе муки, хлебопекарным показателям и продуктивности. Частота формирования зерна, соответствующего требованиям сильной пшеницы, составила 17% для стародавних сортов и 46% – для современных [8].

Цель исследования: определение уровня реализации потенциала реестровых сортов яровой мягкой пшеницы, включенных в список сильных и ценных пшениц, рекомендованных Госкомиссией РФ.

Материалы и методы исследования

Объектом исследований служил набор сортов лаборатории селекции яровой мягкой пшеницы ФГБНУ «Омский АНЦ» из

стационарного демонстрационного опыта по истории селекции пшеницы. В течение 2006–2016 гг. изучены сорта яровой мягкой пшеницы, включенные в Государственный реестр по 10-му (Западно-Сибирскому) региону и рекомендованные для возделывания по Омской области, из них 9 сортов сильных – среднеранние: Памяти Азиева (2000), Катюша (2008), Боевчанка (2009); средне-спелые: Омская 38 (2010); среднепоздние: Омская 18 (1991), Омская 28 (1997), Омская 24 (1996), Омская 37 (2009); 3 сорта ценных – среднеранние: Черныява 13 (2001, сорт ОмГАУ), Омская 36 (2007); среднепоздние: Омская 35 (2005).

Метеорологические условия в годы исследования были разнообразны и достаточно полно отображали климатические особенности лесостепной зоны Омской области. За 11 лет исследований средняя температура за вегетационный период была около 18 °С (lim 15,0–22,8 °С). Вариабельность значений температуры за годы исследований была несущественной, коэффициент вариации не превышал 10%. Среднегодовое количество осадков равнялось 186,4 мм (lim 37,3–443 мм), вариабельность была существенной, коэффициент вариации (CV) превышал 60,0%. Наиболее высокая летняя температура воздуха и дефицит влаги отмечены в 2006, 2008, 2010, 2012 и 2014 гг., а в 2015 и 2016 гг. на полях области были зафиксированы эпифитотии листостебельных заболеваний, которые развивались в период колошение – восковая спелость, что привело к снижению урожайности [9] и основных показателей качества зерна. Таким образом, по условиям выращивания 36,4% лет были отнесены к типичным и 63,6% к неблагоприятным годам.

В лабораторных условиях проведен полный анализ по 18 показателям качества зерна, муки и хлеба. Для анализа взяты семь основных показателей. Изучалась способность сортов устойчиво формировать зерно 1–3 классов по натуре (не менее 730 г/л) и количеству клейковины в зерне (не менее 25%), силе муки, достаточной для зерна улучшителя – удельной работе деформации теста (W) выше 280 е.а. при сбалансированности по упругости и растяжимости (P/L) в диапазоне 0,7–2, разжижению теста не более 60 е.ф., валориметрической оценке не менее 70 е.в., объему хлеба не менее 1100 баллов. Для оценки качества зерна и муки использовались следующие методики: ГОСТ Р 54895-2012 Зерно. Метод определения натуре, ГОСТ Р 54478-2011 Зерно.

Методы определения количества и качества клейковины в пшенице, методики Госкомиссии [10] (характеристика пшеницы при оценке ее «силы» на альвеографе и фаринографе, пробная выпечка хлеба безопарным методом с интенсивным замесом теста). Для расчета коэффициента корреляции (CV) использовали табличный процессор Microsoft Excel, а также были использованы методы множественного корреляционно-регрессионного анализа в изложении Л.А. Сошниковой [11] с использованием пакета программ STATISTICA 10.0.

Результаты исследования и их обсуждение

Для Западно-Сибирского региона натура зерна является одним из лимитирующих показателей, снижающих качество урожая. Натура характеризует мукомольные свойства зерна и может служить показателем устойчивости сорта к неблагоприятным условиям выращивания. Ограничительная норма для 1–2 класса составляет 750 г/л, 3 класса – 730 г/л.

Как видно из данных табл. 1, существенное влияние на формирование натуры оказали условия года. Максимальное различие показателя составило от 204 г/л (Омская 18) до 126 г/л (Омская 38). Щуплое низконатурное зерно получено в неблагоприятные

годы: 2009 (666–738 г/л), 2015 (600–756 г/л) и 2016 (598–670 г/л). По устойчивости формирования высококачественного зерна не ниже требований на 1–2 класс преимущество имели сорта Катюша, Омская 18 и Омская 28 при частоте формирования более 70%. Низконатурное зерно в большинстве лет было получено у сорта Омская 38. Ценные сорта реализовали свой потенциал по устойчивости формирования натуры зерна не ниже 730 г/л от 63,8 (Омская 35) до 90% (Омская 36).

Высоким уровнем клейковины не ниже 25% характеризовались все изучаемые сорта. Существенное преимущество по содержанию сырой клейковины в зерне имел сорт Боевчанка, меньшей устойчивостью признака отличался сорт Омская 28.

Сопряженное число формирования зерна 1–2 класса по натуре и количеству клейковины в зерне для сортов Омская 28 и Омская 18 составило 72,7% случаев, Катюша 63,6%, Памяти Азиева и Омская 37 – 54,5%. В сравнении с этими сортами менее устойчивыми к воздействию неблагоприятных факторов оказались Омская 24 (45,5%), Боевчанка (36,4%) и Омская 38 (20%). Для сортов ценных по качеству частота формирования зерна не ниже 3 класса оказалась 81,8% (Чернява 13, Омская 36) и 63,6% (Омская 35).

Таблица 1

Частота формирования сильного и ценного зерна по натуре и количеству клейковины в зерне

Сорт	Натура зерна, г/л					Количество клейковины, %				
	среднее	min-max	коэффициент вариации, %	частота формирования класса, %		среднее	min-max	коэффициент вариации, %	частота формирования класса, %	
				1–2 кл.	3 кл.				1–2 кл.	3 кл.
Сильные сорта										
Памяти Азиева	753	662–806	5,5	54,5	18,2	31,1	26,6–33,3	5,6	90,9	9,1
Катюша	763	670–806	5,2	77,7	–	31,0	27,4–33,1	5,0	88,9	11,1
Боевчанка	733	646–784	5,9	36,4	18,2	34,1	31,1–37,6	6,6	100	–
Омская 38	717	642–768	5,5	22,2	–	31,3	28,2–34,0	6,0	100	–
Омская 18	740	598–802	10,1	72,7	–	30,3	26,6–33,5	6,3	90,9	9,1
Омская 24	734	619–798	7,1	45,5	9,1	30,5	27,9–32,3	4,3	90,9	9,1
Омская 28	757	630–816	7,9	72,7	9,1	28,7	25,7–31,1	5,9	72,7	27,3
Омская 37	733	606–784	7,1	54,5	9,1	31,9	27,0–34,4	6,8	90,9	9,1
Ценные сорта										
Чернява 13	747	602–798	7,6	54,5	27,3	30,0	27,2–31,8	4,2	90,9	9,1
Омская 36	750	626–798	6,6	50,0	40,0	30,0	25,7–32,7	6,3	90,0	10,0
Омская 35	729	616–786	6,4	45,6	18,2	30,5	26,6–32,6	6,3	90,9	9,1

Таблица 2

Частота формирования сильного и ценного зерна по удельной работе деформации теста (W) и сбалансированности параметров альвеограммы (P/L)

Сорт	W, е.ф.			P/L			Частота формирования сильного и ценного зерна, % (W + P/L)		
	среднее	min-max	коэффициент вариации, %	среднее	min-max	коэффициент вариации, %	сильные	ценные	филлеры
Сильные сорта									
Памяти Азиева	421	275–564	26,9	1,39	0,72–2,08	28,7	70,0	30,0	–
Катюша	441	361–601	15,7	2,03	1,40–2,82	22,3	62,5	–	37,5
Боевчанка	559	315–683	24,9	1,29	0,72–2,14	37,7	90,0	10,0	–
Омская 38	451	282–614	24,1	1,72	0,71–3,01	44,1	75,0	–	–
Омская 18	331	255–417	16,5	1,37	0,82–2,17	36,9	66,7	22,2	11,1
Омская 24	410	301–568	23,5	1,88	1,23–2,66	27,2	60,0	20,0	20,0
Омская 28	386	277–556	22,2	1,54	0,80–2,42	30,9	80,0	10,0	10,0
Омская 37	438	321–566	15,0	1,54	0,94–2,31	32,9	80,0	10,0	10,0
Ценные сорта									
Чернява 13	336	244–486	23,5	1,92	1,44–2,89	27,2	50,0	10,0	20,0
Омская 36	410	209–582	26,4	1,86	0,62–2,69	33,1	55,6	11,1	22,2
Омская 35	390	334–490	8,7	1,90	0,94–2,82	32,3	66,7	11,1	11,1

В табл. 2 приведены данные изучения районированных сильных и ценных сортов по способности формирования силы муки, достаточной для зерна улучшителя и наиболее ценного по качеству по показателям прибора альвеографа. Из таблицы видно, что, несмотря на высокие средние показатели удельной работы деформации теста, в отдельные годы сорта Памяти Азиева, Омская 28 и особенно Омская 18 не достигали нормативных показателей для сильных пшениц (280 е.а.). Другим фактором получения несильного зерна стал высокий уровень показателя P/L выше 2, что оказалось характерно для всех изучаемых сортов. Такие сорта, как Катюша, Омская 38 и Омская 24, формировали короткорвущуюся клейковину, что сказалось на несбалансированности показателя P/L по упругости и растяжимости. Сорт Омская 38 отличался и значительным варьированием данного показателя по годам исследований. В то же время частота формирования сильного зерна по данным альвеографа у изучаемых сортов достаточно высокая в 60...90% случаев. Преимущество имели сорта Боевчанка, Омская 28 и Омская 37.

Из группы ценных сортов следует выделить Омскую 35 с силой муки выше 260 е.а. в 100% и показателем P/L в диапазоне 0,7–2,2 в 77,7% случаев.

Из данных табл. 3 следует, что на формирование показателя разжижение теста, определяемого на фаринографе, значительное влияние оказали условия года, варьирование составило от 40 (Боевчанка) до 90 е.ф. (Катюша, Омская 18, Омская 28). Меньшие колебания от 9 до 34 е.в. (Катюша), зависящие от условий выращивания, были характерны для комплексного показателя валориметрической оценки. Лучшей устойчивостью теста к разжижению отличались сорта Боевчанка, Омская 24, Омская 37 и Омская 38 в диапазоне норм для сильных и ценных по качеству пшениц. По валориметрической оценке выделился сорт Омская 37. Преимущество по двум изучаемым показателям фаринографа получил сорт Омская 38 с частотой формирования сильного зерна 85,7% случаев, в отдельные годы имеющий разжижение теста на уровне ценных пшениц. Достаточной устойчивостью формирования сильного зерна по совокупности показателей фаринографа отличались сорта Омская 37 и Боевчанка. Сорта Памяти Азиева, Катюша, Омская 18, Омская 24 и Омская 28 характеризовались значительным варьированием изучаемых признаков и чаще формировали зерно ценное по качеству. Сорта уровня слабых пшениц выявлено не было.

Таблица 3

Частота формирования сильного и ценного зерна по разжижению теста и валориметрической оценке (фаринограф)

Сорт	Разжижение теста, е.ф.			Валориметрическая оценка, е.вал.			Частота формирования сильного и ценного зерна (разжижение + валориметр)		
	среднее	min-max	коэффициент вариации, %	среднее	min-max	коэффициент вариации, %	сильные	ценные	филлеры
Сильные сорта									
Памяти Азиева	67	40–110	38,2	64	54–74	11,4	33,3	44,5	22,2
Катюша	53	40–130	63,2	64	44–78	16,0	28,6	57,1	14,3
Боевчанка	60	40–80	26,3	70	59–78	9,4	55,6	44,4	–
Омская 38	48	20–70	36,9	76	73–82	6,6	85,7	14,3	–
Омская 18	52	10–100	54,6	66	51–82	16,4	37,5	37,5	25,0
Омская 24	50	30–80	41,2	70	57–86	12,9	44,4	55,6	–
Омская 28	62	30–120	57,3	64	53–75	11,3	22,2	55,6	22,2
Омская 37	43	10–80	62,1	81	65–93	11,5	77,8	22,2	–
Ценные сорта									
Чернява 13	63	20–120	50,55	62	49–70	10,9	–	22,2	55,5
Омская 36	57	20–100	52,50	65	56–76	15,1	12,5	50,0	37,5
Омская 35	61	10–100	49,39	67	56–83	13,7	11,1	22,2	55,6

При средних значениях, соответствующих нормам ценных по качеству пшениц (разжижение теста 80 е.ф., валориметрическая оценка 55 е.в.), изучаемая группа сортов характеризовалась слабой устойчивостью к формированию ценного зерна, за исключением сорта Омская 36. Основным недостатком сортов Чернява 13 и Омская 35 стало значительное разжижение теста при механическом замесе.

Таким образом, общее формирование сильного зерна по показателям фаринографа и альвеографа составило для сортов Катюша, Омская 28, Омская 24, Омская 18 и Памяти Азиева 10...30%. Большой устойчивостью формирования сильного зерна отличались Боевчанка (50%), Омская 38 (62,5%) и Омская 37 в 70% случаев. Недостатком трех последних высокобелковых сортов может стать пониженная натура зерна в отдельные годы возделывания.

Эти же сорта выдвинулись по устойчивости формирования объема хлеба не ниже 1000 см³ (табл. 4). По устойчивости формирования реологических свойств теста и объему хлеба сорт Катюша оказался ближе к ценным пшеницам, как и сорт Омская 24.

Другая группа сортов (ценных) по совокупности показателей (фаринограф + альвеограф) показала невысокую устойчивость

формирования ценного по качеству зерна на уровне 40%. Интерес для производства представляет сорт Омская 36 с частотой формирования объема хлеба не менее 1000 см³ в 72,5% случаев.

Для определения взаимосвязи погодных условий (температура и количество выпавших осадков с июня по август) с данными по показателям качества зерна сильных и ценных сортов за 11 лет исследований (2006–2016 гг.) применен корреляционно-регрессионный анализ и были получены следующие результаты. Выявлена средняя отрицательная зависимость между натурой зерна и осадками в июле у сортов Памяти Азиева ($r = -0,62$), Катюша ($r = -0,66$) и Боевчанка ($r = -0,69$). Расчеты частных коэффициентов детерминации показали, что натура зерна зависела от количества выпавших в июле осадков у сорта Памяти Азиева на 40,3%, Катюши – 45,5% и Боевчанки – 51,1%. Это сильные сорта среднеранней группы спелости. При обильных осадках 2007, 2009, 2013 и 2014 гг. (≥ 100 мм в месяц) натура их снижалась и колебалась от 642 до 754 г/л. В годы, когда количество осадков не превышало 80 мм, натура у этих сортов колебалась от 718 до 806 г/л. У остальных сортов по признаку натура зерна не выявлено достоверной связи с погодными услови-

ями в течение вегетационного периода. Одной из причин низкой натуры сортов в 2015 и 2016 гг. было массовое поражение растений стеблевой ржавчиной [10]. Эти данные согласуются с коэффициентами вариации, значения которых ниже 10%, указывающими на незначительную изменчивость показателя натуры зерна от температуры и количества выпавших осадков за период вегетации в годы исследований.

По признаку разжижение теста коэффициент вариации у всех сортов превышал 20%, что свидетельствует о значительной изменчивости признака от года исследований. Данные коэффициентов корреляции позволили выявить отрицательную связь между разжижением теста и повышенной температурой августа: сильная отрицательная связь установлена у трех среднеранних сортов Памяти Азиева ($r = -0,82$), сорт сильной пшеницы, и двух ценных сортов Черныява 13 ($r = -0,81$) и Омская 36 ($r = -0,87$); средняя отрицательная у сильных сортов пшеницы – среднераннего сорта Катюша ($r = -0,68$) и трех среднепоздних сортов Омская 18 ($r = -0,72$), Омская 28 ($r = -0,70$) и Омская 35 ($r = -0,69$). Частные коэффициенты детерминации свидетельствовали о том, что разжижение теста в значительной степени зависело от температуры в августе у среднеранних сортов Па-

мяти Азиева (на 79%), Черныява 13 (на 77%) и Омская 36 (на 87%) и в меньшей степени у сортов Катюша, Омская 18, Омская 28 и Омская 35 (на 55, 56, 58 и 57% соответственно). Повышенная температура августа ($\geq 17^\circ\text{C}$) в 2007, 2008, 2010, 2012 и 2014 гг. способствовала формированию клейковинного комплекса устойчивого к разжижению с варьированием от 20 до 60 е.ф. при оценке реологических свойств теста на фаринографе. В те годы, когда температура была ниже 17°C , разжижение теста варьировало от 50 до 130 е.ф.

По показателю валориметрическая оценка большинство сортов характеризовались средней изменчивостью, коэффициент вариации колебался от 10,88 до 16,01%, у сортов Боевчанка и Омская 38 отмечена незначительная изменчивость ($V \leq 10\%$). По валориметрической оценке сильная положительная связь с повышенной температурой августа выявлена у трех сортов Омская 38 ($r = 0,70$), Омская 28 ($r = 0,77$) и Черныява 13 ($r = 0,84$) и средняя – у сорта Омская 35 ($r = -0,67$) с температурой в июле. Частные коэффициенты детерминации были достоверны при $p \leq 0,05$ уровне значимости у двух сортов – Омская 28 и Черныява 13, валориметрическая оценка которых на 67% и 77% соответственно зависела от температуры в августе.

Таблица 4

Частота формирования сильного и ценного зерна по объему хлеба

Сорт	Объем хлеба, см ³			Частота формирования сильного и ценного зерна		
	среднее	min-max	коэффициент вариации, %	сильные	ценные	филлеры
Сильные сорта						
Памяти Азиева	938	840–1040	9,2	–	22,2	77,8
Катюша	1006	890–1100	6,1	–	57,1	42,9
Боевчанка	1056	920–1150	7,2	30	50	20
Омская 38	1070	865–1180	9,8	50,0	25,0	25,0
Омская 18	937	790–1140	12,4	11,1	11,1	55,6
Омская 24	1029	820–1170	10,4	10,0	50,0	4,0
Омская 28	988	920–1070	5,6	–	33,3	66,4
Омская 37	1021	890–1180	9,6	20,0	20,0	60,0
Ценные сорта						
Черныява 13	875	720–1040	11,8	–	22,2	55,5
Омская 36	1024	930–1110	6,0	12,5	50,0	37,5
Омская 35	982	840–1100	7,2	11,1	22,2	55,6

По показателю объем хлеба сорта характеризовались незначительной и средней изменчивостью, коэффициент вариации не превышал 12,4%. Однако объем хлеба в сильной степени зависел от температурных показателей июля у сортов Памяти Азиева ($r = 0,88$), Омская 28 ($r = 0,83$), Омская 37 ($r = 0,87$) и Омская 24 ($r = 0,76$). Частные коэффициенты детерминации показали зависимость объема хлеба данных сортов от температуры в июле на 68%, 73%, 77% и 58% соответственно. В 2007, 2008 и 2012 гг., когда температура воздуха превышала 20°C, объем хлеба у этих сортов был выше 1000 баллов.

Таким образом, повышенная температура июля была благоприятна по существенному увеличению объема хлеба у сортов Памяти Азиева, Омская 24 и Омская 28, а избыток осадков привел к снижению показателя натура зерна у сортов Памяти Азиева, Катюша и Боевчанка.

Повышенная температура в августе была благоприятна по улучшению показателя разжижение теста для сортов Памяти Азиева, Чернява 13, Омская 36, Катюша, Омская 18, Омская 28 и Омская 35, а также валориметрической оценке сортов Омская 28 и Чернява 13.

Выводы

Формирование технологического качества зерна у изучаемых сортов в той или иной степени зависело от контрастных погодных условий. У трех сортов: Памяти Азиева, Катюша и Боевчанка – выявлена зависимость формирования натуры зерна от количества выпавших осадков в июле. Коэффициент детерминации составил 40,3...51,1%. Повышенная температура августа была благоприятна для формирования параметров разжижение теста и валориметрическая оценка на уровне показателей сильных и ценных пшениц. Коэффициент детерминации составил 55–87% для сортов Памяти Азиева, Омская 36, Чернява 13, Катюша, Омская 18, Омская 28, Омская 35 по устойчивости к разжижению и 67...77% для сортов Омская 38, Омская 28, Чернява 13 по валориметрической оценки. Для формирования хлебопекарных свойств (объем хлеба) положительное влияние оказала оптимальная температура июля. Для сортов Памяти Азиева, Омская 28, Омская 37, Омская 24 зависимость формирования объема хлеба от температуры в июле составила 58–77%.

Для внедрения в производство преимущество должны иметь сорта устойчивые по

формированию технологического качества зерна в контрастных погодных условиях. Для стабилизации производства сильного и ценного зерна в условиях юга Западной Сибири перспективу могут иметь сорта Боевчанка, Омская 38, Омская 37 с частотой формирования сильного зерна 50...70% и сорт ценной пшеницы Омская 36.

Список литературы / References

1. Мелешкина Е.П. О новом стандарте на зерно пшеницы // Кондитерское и хлебопекарное производство. 2017. № 11–12. С. 6–7.
Meleshkina E.P. About the new standard on wheat seed // Konditerskoe i xlebopekarnoe proizvodstvo. 2017. № 11–12. P. 6–7 (in Russian).
2. Жученко А.А. Ресурсный потенциал производства зерна в России (теория и практика). М.: ООО «Издательство Агрорус», 2004. 1109 с.
Zhuchenko A.A. Resource potential of production of grain in Russia (the theory and practice). M.: ООО «Izdatel'stvo Agrorus», 2004. 1109 p. (in Russian).
3. Алтухов А.И. Повышение качества и конкурентоспособности зерна как необходимое условие эффективного функционирования российского зернового рынка // Аграрная Россия. 2012. № 4. С.17–27.
Altukhov A.I. Improving the quality and competitiveness of the grain as a necessary condition for effective functioning of the Russian grain market // Agramaya Rossiya. 2012. № 4. P. 17–27 (in Russian).
4. О качестве зерна, производимого в РФ (09 августа 2016 г.) // ФГБНУ «Федеральный центр оценки безопасности и качества зерна и продуктов его переработки» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.fczerna.ru/news.aspx?id=6445> (дата обращения: 03.07.2018).
About quality of the grain manufactured in the Russian Federation (on August 09, 2016) // FGBNU «The federal appraisal center of safety and quality of grain and products of his processing» [Electronic resource]. URL: <http://www.fczerna.ru/news.aspx?id=6445> (date of the address 03.07.2018) (in Russian).
5. Мелешкина Е.П. Качество российского зерна пшеницы: динамика, особенности и проблемы // Современные методы, средства и нормативы в области оценки качества зерна и зернопродуктов: сборник материалов 13-й Всероссийской науч.-практ. конф. (06–10 июня 2016 г.). Анапа: КФ ФГБНУ «ВНИИЗ», 2016. С. 4–9.
Meleshkina E.P. Quality of the Russian seed of wheat: dynamics, features and problems // Modern methods, means and standards in the field of assessment of quality of grain and grain products: sbornik materialov 13-j Vserossijskoj nauch.-prakt. konf. (06–10 iyunya 2016 g.). Anapa: KF FGBNU «VNIIZ», 2016. P. 4–9 (in Russian).
6. Алтухов А.И. Производству высококачественной пшеницы необходима государственная поддержка // Зернобобовые и крупяные культуры. 2017. № 3 (23). С. 15–23.
Altukhov A.I. Production of high-quality wheat is necessary state support // Leguminous and krupyany cultures. 2017. № 3 (23). P. 15–23 (in Russian).
7. Синицын С.С. Пути решения проблемы производства высококачественного зерна пшеницы на юге Западно-Сибирской равнины: дис. ... докт. сел.-хоз. наук. Новосибирск, 1995. 90 с.
Sinityn S.S. Solutions of a problem of production of high-quality seed of wheat in the south of the West Siberian Plain: the thesis in the form of the scientific report of agricultural N of Novosibirsk, 1995. 90 p. (in Russian).
8. Колмаков Ю.В. Динамика качества зерна, создаваемых сортов мягкой пшеницы // Исторические аспекты, состояние и перспективы развития земледелия в Сибири и Ка-

захстане: материалы Межд. науч.-практ. конф. Омск: Изд-во «Литера», 2014. С. 33–34.

Kolmakov Yu.V. Dynamics of quality of grain, the created grades of soft wheat // Historical aspects, a state and the prospects of development of agriculture in Siberia and Kazakhstan: materialy` Mezhd. nauch.-prakt. konf. Омск: Izd-vo «Litera», 2014. P. 33–34 (in Russian).

9. Росеева Л.П., Мешкова Л.В., Белан И.А., Поползухин П.В., Василевский В.Д., Першина Л.А. Скрининг сортов пшеницы на устойчивость к листовым болезням в условиях Западной Сибири // Состояние и перспективы научного обеспечения АПК Сибири: сборник научных статей, посвященный 190-летию опытного дела в Сибири, 100-летию сельскохозяйственной науки в Омском Прииртышье и 85-летию образования Сибирского НИИ сельского хозяйства (Омск, 17–18 июля). Омск, 2018. С. 214–219.

Rosseeva L.P., Meshkova L.V., Belan I.A., Popolzhukhin P.V., Vasilevsky EL, Pershina L.A. Screening of grades of wheat on resistance to listostebelny diseases in the conditions of Western Siberia//the State and the prospects of scientific pro-

viding agrarian and industrial complex of Siberia: the collection of scientific articles devoted to the 190 anniversary of skilled matter in Siberia, the 100 anniversary of selskokhokhyaystvenny science in the Omsk Priirtyshje and to the 85 anniversary of formation of the Siberian scientific research institute of agriculture (Omsk, on July 17–18). Omsk, 2018. P. 214–219 (in Russian).

10. Горпинченко Т.В., Шмаль В.В., Ториков В.Е. Оценка качества сортов зерновых, масличных культур и картофеля: пособие для специалистов по сортоиспытанию. М.: ФГОУ ВПО «Брянская ГСХА», 2007. С. 10–19.

Gorpinchenko T.V., Shmal V.V., Torikov V.E. Assessment of quality of grades of grain, oil-bearing crops and potatoes: a grant for specialists in a sortoispytaniye. M.: VPO Bryanskaya GSKHA FSEI, 2007. P. 10–19 (in Russian).

11. Сошникова Л.А., Тамашевич В.Н., Махнач Л.А. Многомерный статистический анализ: практикум. Мн.: БГЭУ, 2004. 162 с.

Soshnikova L.A., Tamashevich V.N., Makhnach L.A. Multidimensional statistical analysis: practical work. Mn.: BGEU, 2004. 162 p. (in Russian).

УДК 630*237.2:633.877(470.13)

ЛЕСОВОДСТВЕННАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОСУШЕНИЯ ХВОЙНЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА ТИМАНЕ (РЕСПУБЛИКА КОМИ)

Пахучая Л.М.

*Сыктывкарский лесной институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский
государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова»,
Сыктывкар, e-mail: pakhutchy@rambler.ru*

Приведены количественные оценки эффективности гидромелиорации для сосняка и ельника травяно-сфагнового, расположенных в районе Тимана в Республике Коми. Дана оценка влияния возраста и периода, прошедшего после строительства осушительных систем, на величину текущего среднепериодического прироста в сосняках и ельниках данного типа леса. В результате осушения сосняков травяно-сфагнового III–VIII классов возраста и ельников травяно-сфагнового IV–VIII классов возраста средний для первого – третьего десятилетия после осушения текущий среднепериодический прирост соответствует 1,0–3,7 м³/га в год и 1,3–3,0 м³/га в год, а дополнительный прирост составляет соответственно 0,3–3,3 м³/га в год и 0,7–2,6 м³/га в год. Различия полученных средних показателей с нормативными величинами находится в пределах ± 10%. Прогнозные значения текущего и дополнительного прироста в сосняках травяно-сфагнового в четвертом десятилетии после осушения могут быть на 0,4–0,7 м³/га в год, а в ельниках травяно-сфагнового – не более чем на 0,1–0,2 м³/га в год, больше, чем фактические приросты в третьем десятилетии. При осушении сосняков травяно-сфагнового второго класса возраста и ельников травяно-сфагнового третьего класса возраста текущий и дополнительный прирост не увеличится по сравнению с приростом в осушаемых более старых насаждениях. Установленные показатели лесоводственной эффективности гидромелиорации и ее прогнозные оценки могут быть достигнуты только при условии реализации на объектах лесосошения системы надзора, ухода и всех видов ремонта.

Ключевые слова: Республика Коми, сосняк и ельник травяно-сфагнового, эффективность лесосошения

FORESTRY EFFICIENCY OF DRAINING CONIFEROUS STANDS IN TIMAN (KOMI REPUBLIC)

Pakhuchaya L.M.

*Syktvykar forest institute (branch) of FSBEI of HPE «Saint-Petersburg State Forest
Technical University of S.M. Kirov», Syktvykar, e-mail: pakhutchy@rambler.ru*

Quantitative assessment of forest drainage efficiency for pine and spruce stands of grass-sphgnum forest type, located in Timan district of Republic Komi has been made. Assessment of stands' age, period after building of drainage systems and influence on the size of the current middle-periodic gain for the pine and spruce stands for the same forest type has been done. In result of draining grass-sphgnum forest type pine stands the III-VIII age classes and grass-sphgnum forest type spruce stands the IV-VIII classes of age average current middle periodical gain for the first and the third decade after drainage equals 1,0–3,7 m³/hectare a year and 1,3–3,0 m³/hectare a year, and the additional gain makes around 0,3–3,3 m³/hectare a year and 0,7–2,6 m³/hectare a year. The distinction of the received average values with standard sizes is within limits of ± 10%. Expected values of the current and additional gain in pine stands of grass-sphgnum forest type in the fourth decade after drainage can equal 0,4–0,7 m³/hectare a year, and in pine stands of grass-sphgnum forest type – no more, than on 0,1–0,2 m³/hectare a year, which is higher than the actual gains in the third decade. Drainage of pine stands of grass-sphgnum forest type of the second class of age and spruce stands of grass-sphgnum forest type of the third class of age current and additional gain don't increase in comparison with gain in the drained older stands. The established indicators of forest drainage efficiency and its prognosis can be reached only on condition of realizing drainage objects of supervision systems, leaving and all types of repairs.

Keywords: Komi Republic, pine and spruce stands of grass-sphgnum forest type, forest drainage efficiency

Эффективность гидроресомелиорации прежде всего определяется лесоводственным эффектом осушения. Для крайних северо-восточных районов Европейского Севера, представленных Республикой Коми и, в частности, Средним и Южным Тиманом, данные о лесоводственной эффективности гидромелиорации недостаточны. По гидроресомелиоративному районированию Республики Коми Тиманский кряж входит в центральный и юго-западный гидроресомелиоративные районы Республики Коми.

Данные о влиянии лесосошения на рост леса для этой территории ограничены двумя десятилетиями после строительства осушительных систем [1] и оценками роста и возобновления темнохвойных с участием кедра сибирского насаждений на осушаемых лесных землях [2]. Поэтому следует признать целесообразным определение величины текущего и дополнительного прироста насаждений на объектах лесосошения на Тимане за более длительный период. Это позволит давать более объективную оценку

эффективности гидромелиоративных работ в районе исследований и в Республике Коми в целом.

Цель исследования: определение величины текущего среднепериодического и дополнительного прироста в сосняках и ельниках травяно-сфагнового типа леса на объектах гидромелиорации на Тимане в Республике Коми, оценка зависимости текущего прироста от преобладающей породы и возраста древостоев на объектах лесосушения, а также продолжительности периода, прошедшего после строительства осушительных систем в районе исследования.

Материалы и методы исследования

При исследованиях использовали традиционные лесоводственные, таксационные и гидромелиоративные методы [1, 3]. Текущий прирост устанавливали на основе зависимостей между величиной прироста по объему отдельных модельных деревьев

и их приростом по площади поперечного сечения. Приведение насаждений к полноте 0,7 выполняли с использованием поправочных коэффициентов [1]. В качестве контрольных использовали насаждения соответствующих типов леса, удаленные от объектов гидромелиорации на расстояние более 300 м. Прирост деревьев по площади поперечного сечения определяли по данным перечета по ступеням толщины и величине радиального прироста.

Изучение влияния осушения на величину прироста по запасу выполняли в Ухтинском лесхозе (сейчас – Ухтинском лесничестве) Республики Коми на площадях, осушенных в 1974 г. Объекты исследования представлены сосняками и ельниками травяно-сфагнового типа лесов. Расстояние между осушительными каналами изменяется от 70 до 130 м. Проектная глубина регулирующих осушителей составляет 1,0–1,2 м, проводящих собирателей – 1,2–1,4 м, магистральных каналов – 1,3–1,5 м.

Таблица 1

Таксационная характеристика насаждений на объектах исследования в Ухтинском лесничестве

Номер пробной площади	Характеристика ярусов					Общая характеристика насаждений		
	номер яруса и состав	высота, м	абсолютная полнота, м ² /га	полнота относительная	запас, м ³ /га	класс возраста	класс бонитета по М.М. Орлову	тип леса по В.Н. Сукачеву
2001-4	9Е1Б	15,0	24	0,85	185	VII	V	Е. тр.-сф.
2001-5	7ЕЗБ	14,1	23	0,85	167	V	V	Е. тр.-сф.
2001-6	I 10Е	15,0	13	0,45	98	VIII	V	Е. тр.-сф.
	II 10Б	10,8	4	0,20	22			
2001-7	7ЕЗБ	15,4	25	0,80	182	IX	V	Е. тр.-сф.
2001-8	6Е4Б	14,2	17	0,63	125	VIII	V	Е. тр.-сф.
2001-17	10С+Е	9,5	15,5	0,69	83	III	IV	С. тр.-сф.
2001-18	8С2Е ед.Б	9,1	18,0	0,82	78	III	IV	С. тр.-сф.
2001-19	8С2Б+Е	10,0	19,0	0,82	96	III	IV	С. тр.-сф.
2002-6	10С	3,9	2	0,14	6	II	Va	С. тр.-сф.
2002-7	10С	4,9	7	0,44	22	III	V – Va	С. тр.-сф.
2002-8	10С	4,8	3	0,19	10	II	V – Va	С. тр.-сф.
2002-9	10С	5,4	8	0,48	28	III	V	С. тр.-сф.
2002-10	10С	5,2	6	0,37	20	III	Va	С. тр.-сф.
2002-11	10С	8,7	12	0,56	58	III	V	С. тр.-сф.
2002-12	10С	6,5	14	0,78	56	IV	Va	С. тр.-сф.
2002-13	I 10С	11,3	4	0,16	24	VIII	Va	С. тр.-сф.
	II 10С	6,9	4	0,22	17			
2002-14	10С	9,6	11	0,49	58	IV	V	С. тр.-сф.
2002-15	10С	7,3	6	0,31	26	III	V – Va	С. тр.-сф.

Примечание: Е – ель, С – сосна, Б – береза; Е. тр.-сф. – ельник травяно-сфагновый, С. тр.-сф. – сосняк травяно-сфагновый.

Таксационная характеристика насаждений на объектах гидромелиорации приведена в табл. 1. Анализ данных табл. 1 показывает, что насаждения на опытных участках в основном относятся к травяно-сфагнутой группе типов леса. Сосняки и ельники травяно-сфагнутого типа леса следует рассматривать как основной объект лесосушения. Потенциальное плодородие избыточно увлажненных лесных земель с древостоями данного типа леса достаточно для получения высоких результатов гидроресомелиорации. Поэтому выбор таких древостоев в качестве объектов исследования обоснован и целесообразен с лесоводственной точки зрения.

Результаты исследования и их обсуждение

В табл. 2 показана зависимость текущего среднепериодического прироста от возраста древостоя в первые три десятилетия после осушения.

Согласно данным табл. 2 коэффициенты регрессии прироста по возрасту в уравнениях для рассматриваемых типов леса и десятилетий после осушения отрицательные. То есть чем выше возраст древостоев, тем меньше прирост. Это со-

гласуется с общепринятыми положениями гидроресомелиорации.

В табл. 3 приведена зависимость текущего среднепериодического прироста от времени, прошедшего после осушения.

Согласно данным табл. 3 для сосняков и ельников травяно-сфагновых во втором и третьем десятилетиях после осушения прирост увеличивается по сравнению с приростом в первом десятилетии после осушения.

На основе уравнений, представленных в табл. 2, 3, были рассчитаны показатели текущего среднепериодического и дополнительного прироста в насаждениях травяно-сфагнутой группы типов леса при полноте древостоев 0,7 (табл. 4, 5).

Анализ данных табл. 4, 5 показывает, что прирост изменяется в зависимости от породы, возраста древостоя в период осушения и продолжительности влияния осушения. Текущий и дополнительный прирост в средневозрастных древостоях больше, чем в спелых и перестойных древостоях. С течением времени после осушения текущий и дополнительный прирост увеличивается. Различие средних показателей, приведенных в табл. 4, 5, с нормативными величинами находится в пределах ± 10%.

Таблица 2

Зависимость текущего среднепериодического прироста (Y, м³/га в год) от возраста древостоя (X, лет)

Тип леса	Десятилетие после осушения	Коэффициенты уравнения Y = AX + B		Количество пробных площадей	R ²	R	R _{0,05}
		A	B				
С. тр.-сф.	1	-0,0057	+1,5381	6	0,9023	0,95	0,81
С. тр.-сф.	2	-0,0163	+4,1286	6	0,9670	0,98	0,81
С. тр.-сф.	3	-0,0229	+5,9524	6	0,9692	0,98	0,81
Е. тр.-сф.	1	-0,0130	+2,7300	5	0,9941	0,99	0,88
Е. тр.-сф.	2	-0,0155	+4,2050	5	0,9806	0,99	0,88
Е. тр.-сф.	3	-0,0160	+4,7200	5	0,9552	0,98	0,88

Примечание: С. тр.-сф. – сосняк травяно-сфагновый, Е. тр.-сф. – ельник травяно-сфагновый.

Таблица 3

Зависимость текущего среднепериодического прироста (Y, м³/га в год) от времени, прошедшего после осушения (X, десятилетие после осушения)

Тип леса	Коэффициенты уравнения Y = AX ² + BX + C			Количество пробных площадей	R ²	R	R _{0,05}
	A	B	C				
С. тр.-сф.	-0,1833	+2,0833	-0,9333	18	0,7867	0,89	0,47
Е. тр.-сф.	-0,3700	+3,3100	-0,6400	15	0,7289	0,86	0,54

Примечание: С. тр.-сф. – сосняк травяно-сфагновый, Е. тр.-сф. – ельник травяно-сфагновый.

Таблица 4

Текущий среднепериодический прирост ($\text{м}^3/\text{га}$ в год) при полноте древостоев 0,7 в сосняках травяно-сфагновых

Десятилетие после осушения	Прирост	Возраст насаждений на осушаемых лесных землях, лет						В среднем
		41–60	61–80	81–100	101–120	121–140	141–160	
1	После осушения	1,2	1,1	1,1	1,0	0,8	0,6	1,0
	До осушения	0,9	0,9	0,8	0,7	0,5	0,3	0,7
	Дополнительный	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
2	После осушения	3,2	3,0	2,7	2,5	2,1	1,5	2,5
	До осушения	0,9	0,8	0,7	0,5	0,3	0,2	0,6
	Дополнительный	2,3	2,2	2,0	2,0	1,8	1,3	1,9
3	После осушения	4,7	4,3	4,0	3,6	3,1	2,3	3,7
	До осушения	0,8	0,7	0,5	0,3	0,2	0,1	0,4
	Дополнительный	3,9	3,6	3,5	3,3	2,9	2,2	3,3

Таблица 5

Текущий среднепериодический прирост ($\text{м}^3/\text{га}$ в год) при полноте древостоев 0,7 в ельниках травяно-сфагновых

Десятилетие после осушения	Прирост	Возраст насаждений на осушаемых лесных землях, лет					В среднем
		61–80	81–100	101–120	121–140	141–160	
1	После осушения	1,8	1,6	1,3	1,0	0,8	1,3
	До осушения	0,7	0,7	0,7	0,5	0,4	0,6
	Дополнительный	1,1	0,9	0,6	0,5	0,4	0,7
2	После осушения	3,1	2,8	2,5	2,3	1,8	2,5
	До осушения	0,7	0,7	0,5	0,4	0,3	0,5
	Дополнительный	2,4	2,1	2,0	1,9	1,5	2,0
3	После осушения	3,6	3,2	3,0	2,8	2,2	3,0
	До осушения	0,7	0,5	0,4	0,3	0,2	0,4
	Дополнительный	2,9	2,7	2,6	2,5	2,0	2,6

Установленные тенденции изменения прироста в связи с возрастом, продолжительностью периода с момента осушения в основном согласуются с полученными ранее оценками текущего среднепериодического прироста для двух десятилетий после осушения для Ухтинского лесхоза (сейчас – Ухтинского лесничества [1]).

Данные, приведенные в табл. 4, 5, позволили выполнить экстраполяцию (прогноз) прироста на 1/3 периода, прошедшего после строительства осушительных систем, т.е. на четвертое десятилетие после осушения. Результаты экстраполяции имеющихся данных за три десятилетия показывают, что в четвертом десятилетии после осушения текущий и дополнительный прирост насаждений в сосняках травяно-сфагновых на 0,4–0,7 $\text{м}^3/\text{га}$ в год больше, чем в третьем десятилетии, а в ельниках травяно-сфагновых изменений нет или увеличение не превышает 0,1–0,2 $\text{м}^3/\text{га}$ в год. При осушении более молодых насаждений (со-

сняков травяно-сфагновых второго класса возраста и ельников травяно-сфагновых третьего класса возраста) текущий и дополнительный прирост не увеличится по сравнению с приростом более старых осушаемых насаждений. Необходимо отметить, что прогнозные значения могут быть достигнуты только при условии не только строительства на объектах гидролесомелиорации осушительных систем, но и реализации комплекса эксплуатационных мероприятий, включающих надзор, уход и все виды ремонта (текущего, капитального, аварийного). Это согласуется с современным представлением о лесоводственно-гидромелиоративном уходе за лесами [4]. При планировании и реализации системы эксплуатации лесосушительных систем наряду с имеющейся проектной документацией целесообразно комплексное использование лесостроительных материалов, геоинформационных и спутниковых технологий [5].

При анализе результатов гидромелиорации целесообразно учитывать, что на участках со средней и глубокой торфяной залежью основным показателем для прогноза продуктивности как естественно произрастающих, так и искусственно созданных насаждений на осушаемых объектах является зольность торфа в верхних слоях [1, 6]. Согласно результатам зондирования торфяной залежи и общетехнического анализа торфов на объектах исследования установлено, что насаждения на опытных участках произрастают на торфяных почвах, формирующихся в основном на глубоких торфах. По ботаническому составу это осоково-древесные, древесно-осоковые, осоково-древесно-сфагновые, сфагновые и осоково-гипновые торфа. В зависимости от глубины расположения горизонта и ботанического состава торфа их степень разложения изменяется от 10 до 40%, а зольность торфа – от 3 до 9%. В отдельных случаях зольность достигает 20–30%, что, видимо, связано с локальными загрязнениями, выбросами предприятий г. Ухты. Тем не менее можно допустить, что именно достаточное потенциальное плодородие торфяных почв на объектах исследования определило высокую лесоводственную эффективность гидромелиорации.

Заключение

В результате осушения сосняков травяно-сфагновых III–VIII классов возраста и ельников травяно-сфагновых IV–VIII классов возраста средний для первого – третьего десятилетия после осушения текущий среднепериодический прирост соответствует 1,0–3,7 м³/га в год и 1,3–3,0 м³/га в год, а дополнительный прирост составляет соответственно 0,3–3,3 м³/га в год и 0,7–2,6 м³/га в год. Различие полученных средних показателей с нормативными величинами находится в пределах ± 10%.

Прогнозные значения текущего и дополнительного прироста в сосняках травяно-сфагновых в четвертом десятилетии после осушения могут быть на 0,4–0,7 м³/га в год, а в ельниках травяно-сфагновых – не более чем на 0,1–0,2 м³/га в год, больше, чем фактические приросты в третьем десятиле-

тии. При осушении сосняков травяно-сфагновых второго класса возраста и ельников травяно-сфагновых третьего класса возраста текущий и дополнительный прирост не увеличится по сравнению с приростом в осушаемых более старых насаждениях.

Установленные показатели лесоводственной эффективности гидромелиорации и ее прогнозные оценки могут быть достигнуты только при условии реализации на объектах лесосошения комплекса эксплуатационных мероприятий, включающих систему надзора, ухода и всех видов ремонта осушительных систем.

Список литературы / References

1. Пахучий В.В., Пахучая Л.М. Лесоводство на заболоченных землях. СПб.: СПбГЛТУ, 2017. 232 с.
2. Paxuchij V.V., Paxuchaya L.M. Forestry on boggy lands. SPb.: SPbGLTU, 2017. 232 p. (in Russian).
3. Пахучая Л.М. Лесоводственная эффективность гидромелиорации темнохвойных с участием кедров сибирского насаждений на крайнем северо-востоке Европейской части России // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2009. № 4. С. 7–11.
4. Pakhuchaya L.M. Silvicultural Efficiency of Soil Improvement in Dark Coniferous Stands with Siberian Cedar in the High Northeast of Russian European Part // Izvestiya vy'sshix uchebny'x zavedenij. Lesnoj zhurnal. 2009. № 4. P. 7–11 (in Russian).
5. Минаев В.Н., Леонтьев Л.Л., Ковязин В.Ф. Таксация леса: учебное пособие. СПб.: Лань, 2017. 240 с.
6. Minayev V.N., Leontyev L.L., Kovyazin V.F. Valuation of the wood. Manual. SPb.: Lan', 2017. 240 p. (in Russian).
7. Приказ от 22 ноября 2017 года № 626. Об утверждении Правил ухода за лесами. М.: Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации, 2017. 164 с.
8. Order of November 22, 2017 No. 626. About the approval of Rules of care of the woods. M.: Ministry of Natural Resources and Environmental Protection of the Russian Federation, 2017. 164 p. (in Russian).
9. Пахучий В.В., Шевелев Д.А. Использование лесостроительных материалов и спутниковых технологий при гидроресомелиоративных исследованиях // Успехи современного естествознания. 2016. № 5. С. 69–73.
10. Pakhuchiy V.V., Shevelev D.A. Use of forest management materials and satellite technologies at the forest drainage researches // Advances in current natural sciences. 2016. № 5. С. 69–73 (in Russian).
11. Бабиков Б.В. Особенности роста сосновых насаждений на богатых торфяных почвах // Повышение эффективности использования и воспроизводства природных ресурсов: материалы науч.-практ. конф. (Великий Новгород, 24–25 нояб. 2016 г.). Великий Новгород, 2016. С. 102–103.
12. Babikov B.V. Features of growth of pine plantings on rich peat soils // Increase in efficiency of use and reproduction of natural resources: materialy' nauch.-prakt. konf. (Velikij Novgorod, 24–25 noyab. 2016 g.). Velikij Novgorod, 2016. P. 102–103 (in Russian).

УДК 631.67:626.8

ВЕРОЯТНОСТНЫЙ ПОДХОД К ВЫБОРУ ОБЪЕМА ВОДОХРАНИЛИЩА СЕЗОННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ СТОКА

¹Сафронова Т.И., ¹Дегтярева О.Г., ²Степанов В.И.

¹ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет»,
Краснодар, e-mail: mail@kubsau.ru;

²Алтайский экономико-юридический институт, Барнаул, e-mail: institut@aeli.altai.ru

В связи с растущим потреблением пресной воды и значительным ее дефицитом на Черноморском побережье Краснодарского края и Крымском полуострове встает вопрос о разработке современных конструктивно-технологических решений, направленных на решение данного вопроса. Для беспрепятственного водообеспечения бассейна рек Черноморского побережья необходимо создание запаса воды. Эта проблема выявляется особенно остро во время летней межени. В работе рассматривается подход к выбору управленческих решений при строительстве регулирующих емкостей (водохранилищ) для системы регулирования стока атмосферных осадков. Система основана на технологии использования надземного и подземного объемов горной реки, что позволяет обеспечить надежный водоотбор на протяжении всего периода эксплуатации системы регулирования стока. Задача состоит в том, чтобы определить полезный объем водохранилища при минимальных затратах средств на создание плотины и других сооружений. Эксплуатация системы обусловлена большим количеством случайных факторов, в связи с чем необходим вероятностный подход к выбору управленческих решений режима эксплуатации водохранилища сезонного регулирования стока. Необходимо тщательно планировать эксплуатационные мероприятия, в том числе возможное обновление элементов системы, регулярное управление функционированием системы при минимальных затратах. Предлагается вероятностная модель процесса снижения цены намечаемых эксплуатационных мероприятий, где оцениваемые параметры трактуются случайными величинами. Это позволяет рассмотреть неопределенность в терминах вероятностных распределений. В статье вычислена длительность наступления определенного состояния системы. Результат может быть использован при разработке мероприятий по снижению неопределенностей управленческих решений, при разработке альтернатив управленческих решений и обоснованному выбору наиболее подходящих.

Ключевые слова: поверхностные и грунтовые воды, водозабор, система регулирования, вероятностные характеристики

PROBABILISTIC APPROACH TOWARDS CHOICE OF STORAGE POOL VOLUME FOR SEASONAL REGULATION OF DRAIN

¹Safronova T.I., ¹Degtyareva O.G., ²Stepanov V.I.

¹Kuban State Agrarian University, Krasnodar, e-mail: mail@kubsau.ru;

²Altai Economic and Law Institute, Barnaul, e-mail: institut@aeli.altai.ru

In regard to increasing consumption of fresh water and its considerable deficit along Black Sea coast of Krasnodar region and peninsula of Crimea a question arises regarding development of modern structural-technological solutions, aimed to solve this problem. The problem is urgent during summer waterless period. The method of making management decisions in constructing storage pools is currently researched for adjusting drainage of atmospheric fallouts. The system is based upon the use of surface and underground flow of the mountain river. It provides the selection of water in the period of exploiting the system of drain adjustment. A task consists in determination of storage pool volume at minimum expenses of facilities in creation of weir and other buildings. Exploitation of the system is exposed to a number of different factors, thus, probabilistic approach is required in choice of management decision on regime of exploiting storage pool in seasonal drain adjustment. It is necessary to plan measures for exploitation, including possible updates of system elements, regular management functioning of the system at minimum expenses. The model of probability of process of diminishing costs of the set measures during exploitation is under development. In it parameters for estimation are casual sizes. It allows considering vagueness in terms of the probabilistic distributing. Duration of a certain system condition effect is studied in the article. The result can be used in developing measures on decreasing uncertainty in management decisions as well as developing alternative management decisions and justified selection of the most suitable ones.

Keywords: superficial and subterranean waters, water intake, adjusting system, probabilistic descriptions

Насущной проблемой Черноморского побережья Кавказа является отсутствие должного количества пресной воды. Особенно остро стоит вопрос водообеспечения в меженный маловодный период. Дефицит охватывает не только производственные сферы, промышленное и сельскохозяйственное производство, но и требует режим-

ной подачи воды населению, что особенно неприемлемо в индустрии туризма.

Наименьший сток на всех реках побережья наблюдается в летне-осенний период, когда осадков выпадает мало и реки переходят на подземное питание [1]. Минимальные расходы воды меженного периода не обеспечивают пополнение запасов под-

земных вод, так как при существующей гидравлической связи поверхностных и грунтовых вод лимитирующие периоды запасов подземных вод совпадают с лимитирующими периодами поверхностного стока.

Для увеличения эксплуатационных запасов на действующих водозаборах применяют искусственное пополнение запасов, разрабатывают мероприятия по строительству регулирующих емкостей (водохранилищ).

Для решения проблемы дефицита воды в Кубанском государственном аграрном университете разработаны следующие технологии ее накопления [2–4]:

1. В подземных водохранилищах, при их расположении последовательно друг за другом в горном ущелье, с обязательной гидравлической связью друг с другом.

2. В отдельно последовательно стоящих подземных и надземных водохранилищах, при различных комбинациях, также имеющих обязательную гидравлическую связь друг с другом.

3. В конструктивно совмещенных и расположенных друг над другом подземных и надземных водохранилищах, также могущих образовывать различные комбинационные схемы по относительному расположению.

Предложенные технологии позволяют эффективно использовать подземный и надземный сток атмосферных осадков, выпадающих в горном ущелье, рационально использовать в целом объем ущелья.

Так как состояние системы обусловлено большим количеством случайных факторов, необходим вероятностный подход к выбору управленческих решений.

Цель исследования: рассмотреть случайную величину – длительность наступления определенного состояния системы. Для этой случайной величины подготовить выражение ее характеристики – математического ожидания. Составленное выражение в дальнейшем будет использовано при определении объема водохранилища для обеспечения пресной водой в засушливый период года при минимальных затратах средств на создание плотины и других сооружений.

Материалы и методы исследования

Для регулирования накоплений подземных вод разработано устройство, которое включает водонепроницаемый барраж в поперечном створе долины реки, полностью по ширине и мощности перекрывающий водоносный горизонт и образующий подземное водохранилище. Над подземным водохранилищем расположено надземное, образованное надземной контрфорсной плотиной. Плотина перекрывает поперечный створ реки. При этом водонепроницаемый барраж расположен ниже надземной плотины на расстоянии, достаточном для устройства подземных водоприемных скважин или колодцев. Оба водохранилища сообщены между собой и с потребителем запорно-регулирующими трубопроводами.

Регулирование накоплений стока атмосферных осадков по данной технологии описано в работах [3, 4]. В многоводный период года в результате накопления пресных вод в подземном и надземном водохранилищах уровень их повышается и соответствует максимальным значениям.

В рассматриваемой системе регулирования стока подача воды из подземного источника ориентирована на цели питьевого и сельскохозяйственного водоснабжения, а надземное водохранилище, с техническими характеристиками, приведенными в таблице, выполняет роль резервного объема, предназначенного для пополнения подземных вод.

При ориентировании системы водопотребления на орошение [5], когда нужна более теплая вода, ее рациональнее подавать из надземного водохранилища через трубопровод. Чтобы не допустить падение уровня воды в надземном водохранилище до «мертвого объема», когда уровень надземных вод падает до минимальных отметок, в надземное водохранилище осуществляется попуск воды из подземного водохранилища посредством трубопроводной системы через колодец или скважину [6].

Технико-экономические показатели системы регулирования стока

Показатель	Количество	Единица измерения
Аккумулируемый объем воды	34 000,0	м ³
Площадь зеркала бассейна	8650,0	м ²
Периметр бассейна	505,0	м
Протяженность водоема	205	м

Инновация решения указанной проблемы заключается в интенсивном использовании атмосферных осадков в горных ущельях. При этом само ущелье предполагается использовать многократно путем накопления подземного стока в подземных водохранилищах. На поверхности также устраиваются водохранилища поверхностного стока, что в комплексе представляет систему регулирования стоков атмосферных осадков (СРС АО). В одном ущелье может быть несколько надземных и подземных водохранилищ в зависимости от площади водосбора.

Объём водохранилищ сезонного регулирования стока, обеспечивающих решение выше поставленных задач, рассчитывался с учетом аккумуляции воды многоводного периода для водоснабжения в меженный период и срезки максимальных расходов воды. Основными факторами, определяющими характер поведения речного стока и меженного, в частности, являются климат, рельеф водосбора, структура, механический состав почвенного покрова и другие.

Условия эксплуатации зависят от изменения следующих характеристик: 1 – снижение стока рек в меженный период в результате забора воды на питьевое и хозяйственно-бытовое водоснабжение; 2 – зарегулированность стока в результате создания водохранилищ; 3 – уменьшение стока влекомых наносов.

Результатом регулирования является реакция водного объекта на водохозяйственную деятельность [7]. Количественное выражение результата отражается в наборе показателей, характеризующих определённые изменения, произошедшие в системе. Количество показателей представляет собой тем больший объём информации, чем сложнее объект управления. Но натуральные значения показателей лишь фиксируют факт изменений, но не дают качественную оценку ситуации, что вносит в процесс управления долю неопределённости и требует дальнейшего сравнительного анализа рядов данных, территориальных сопоставлений и поиск параметров режима эксплуатации вновь созданных конструктивно-технологических систем, например таких, как СРС АО [2–4].

Разработка количественных методов обоснования выбора наиболее целесообразных вариантов и принятия управленческих решений актуальны в настоящее время [3]. Рассмотрим одну из возможных математических моделей процесса снижения цены намечаемого мероприятия. В нашей статье [8] представлена модель непрерывного изменения цены мероприятия, что абсолют-

но реально как в процессе проектирования и поиска набора сооружений на данной стадии для СРС АО, так и в процессе эксплуатации системы путем эффективного управления объемами водохранилищ.

Результаты исследования и их обсуждение

Будем предполагать, что цена намечаемого мероприятия $S(t)$ строго монотонно убывает со временем от некоторой цены $S_0 = S(0)$, так что уравнение $S(t) = S$ можно однозначно разрешить относительно аргумента t , то есть получить соотношение $t = t(S)$.

Считаем, что затрачиваемые мероприятия образуют пуассоновский поток постоянной интенсивности λ [8]. Выполненное мероприятие доводит систему до определенного состояния с вероятностью $R(S)$, разумеется, зависящей от цены $S(t)$. Будем считать далее, что $R(S)$ есть монотонно убывающая функция, так что с уменьшением цены мероприятий вероятность недостижения запланированного режима возрастает. Кроме этого, будем считать, что существует некоторая минимальная цена S_m , так что $R(S_m) = 1$. Соответственно этому будем считать, что $\lim_{t \rightarrow \infty} S(t) = S_m$. В работе [8] получены основные вероятностные характеристики цены S_e состояния объекта – математическое ожидание и второй начальный момент цены.

Теперь вычислим характеристики другой случайной величины – длительности наступления определенного состояния системы.

Пусть τ есть случайное время, прошедшее между моментом времени t и моментом наступления запланированного состояния. Обозначим через $m_t(S)$ условное математическое ожидание величины τ при условии, что в момент времени t запланированное состояние не наступило и предполагаемая цена была равна S , то есть $m_t(S) = M\{\tau | S(t) = S\}$ [9]. Выведем уравнение для $m_t(S)$.

Рассмотрим момент времени $t + \Delta t$. Тогда в любом случае за время, равное Δt , с вероятностью $\lambda R(S)\Delta t + o(\Delta t)$ запланированное состояние будет достигнуто и время, оставшееся до этого момента, станет равным 0. С вероятностью $1 - \lambda R(S)\Delta t + o(\Delta t)$ состояние не будет достигнуто и время, оставшееся до его наступления, станет равным $m_t(S + \Delta S)$. Это приводит к следующему соотношению:

$$m_t(S) = \Delta t + \lambda R(S)\Delta t \cdot 0 + (1 - \lambda R(S)\Delta t)m_t(S + \Delta S) + o(\Delta t). \quad (1)$$

Разложим $m_t(S + \Delta S)$ в ряд Тейлора

$$m_t(S) = \Delta t + (1 - \lambda R(S)\Delta t)[m_t(S) + m'_t(S) \cdot \Delta S] + o(\Delta t),$$

раскроем скобки, сократим $m_t(S)$, поделим на Δt и перейдем к пределу при $\Delta t \rightarrow 0$. Тогда получим

$$0 = 1 - \lambda R(S)m_t(S) + m'_t(S) \frac{dS}{dt}.$$

Считая, что $S(t)$ является дифференцируемой функцией и строго монотонно убывает, найдем зависимость $t = t(S)$ и введем

$$\text{функцию } a(S) = - \left. \frac{dS}{dt} \right|_{t=t(S)}.$$

В силу сделанных предположений $a(S) > 0$.

С учетом определения функции $a(S)$, получим уравнение

$$m'_t(S)a(S) + \lambda p(S)m_t(S) = 1,$$

или после деления на $a(S)$ получаем окончательно уравнение для $m_t(S)$:

$$m'_t(S) + g(S)m_t(S) = \frac{1}{a(S)}. \quad (2)$$

Запишем общее решение уравнения

$$m_t(S) = C_0 \cdot \exp\left(-\int_{S_m}^S g(x)dx\right) + \int_{S_m}^S \frac{1}{a(y)} \exp\left(-\int_y^S g(x)dx\right) dy. \quad (3)$$

Осталось определить константу C_0 . Она находится из следующих соображений. Пусть в момент времени t имеет место условие $S(t) = S_m$. Тогда $R(S_m) = 1$, и выполненное мероприятие доводит систему до намеченного состояния. Так как рассматриваемый поток является пуассоновским потоком интенсивности λ , то среднее время равно $1/\lambda$. Подставляя в (3) S_m вместо S , получим, что $C_0 = 1/\lambda$, так что окончательно

$$m_t(S) = \frac{1}{\lambda} \cdot \exp\left(-\int_{S_m}^S g(x)dx\right) + \int_{S_m}^S \frac{1}{a(y)} \exp\left(-\int_y^S g(x)dx\right) dy. \quad (4)$$

Выводы

Предлагается вероятностная модель процесса снижения цены намечаемых проектных и эксплуатационных мероприятий по выбору управленческих решений на основе вероятностного подхода в системах

регулирования стока атмосферных осадков, где оцениваемые параметры трактуются случайными величинами.

Запасы подземных вод истощаются в летне-осенний период и пополняются в зимне-весенний. В период маловодности при пересыхании поверхностного водотока расходуется вода из наземного водохранилища. Чтобы не допустить падения уровня кривой депрессии до минимальных значений в подземном водохранилище, осуществляется слежение за уровнем воды в нем, а при необходимости и пополнение запасов из наземного водохранилища. Водозабор должен рассчитываться на определенный срок непрерывной работы и на определенный режим эксплуатации [10, 11].

Все мероприятия по эксплуатации водохранилища производятся в расчете на их эффективное влияние в течение длительного времени [12]. Поэтому за системой регулирования стока атмосферных осадков необходим регулярный контроль, наблюдение, сбор и анализ достоверной информации, установление допустимых пределов изменения параметров режима эксплуатации, превышение которых может привести к необратимым последствиям. Необходимо тщательно планировать эксплуатационные мероприятия, в том числе возможное обновление элементов системы, таких как скважины, трубопроводы, механическое оборудование.

Модель может быть использована при разработке мероприятий по снижению неопределенностей управленческих решений, при разработке альтернативных управленческих решений, например капитальных затрат на тот или иной набор сооружений при создании СРС АО, а также при разработке режимов эксплуатации, включая анализ паводкового и меженичного периодов водотоков.

Список литературы / References

1. Дегтярёв Г.В., Коженко Н.В. Теоретические основы характеристик системы автоматического регулирования рисового чека и регулятора уровня // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2013. № 44. С. 252–255.
2. Degtyaryov G.V., Kozhenko N.V. Theoretical bases of characteristics of system of automatic control of the rice check and regulator of level // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2013. № 44. P. 252–255 (in Russian).
3. Соколова И.В. Метод линейного программирования при решении землеустроительных задач // Качество современных образовательных услуг – основа конкурентоспособ-

ности вуза: сборник статей по материалам межфакультетской учебно-методической конференции. Краснодар, 2016. С. 90–93.

Sokolova I.V. A method of linear programming at the solution of land management tasks // Quality of modern educational services – a basis of competitiveness of higher education institution. The collection of articles on materials of an interfaculty educational and methodical conference. Krasnodar, 2016. P. 90–93 (in Russian).

3. Дегтярёва О.Г., Дегтярёв Г.В. Устройство для регулирования запасов пресных вод // Патент России № 2621268. 2017. Бюл. № 16.

4. Дегтярёв В.Г., Дегтярёв Г.В. Стабилизатор расхода воды // Патент № 2520068. 2014. Бюл. № 17.

5. Рекс Л.М., Умывакин В.М., Сафронова Т.И., Приходко И.А. Математическая модель экологической ситуации на рисовой оросительной системе // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2008. № 10 [Электронный ресурс]. URL: <http://ej.kubagro.ru/2008/10/pdf/03.pdf> (дата обращения: 06.07.2018).

Rex L.M., Umivakin V.M., Safronova T.I., Prichodko I.A. The mathematical model of ecological situation on the rice irrigation system // Politematicheskij setevoy e'lektronny'j nauchny'j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2008. № 10 [E'lektronny'j resurs]. URL: <http://ej.kubagro.ru/2008/10/pdf/03.pdf> (data obrashheniya: 06.07.2018) (in Russian).

6. Карпенко Н.П., Манукян Д.А. Управление геоэкологическими рисками – основа экологической безопасности функционирования мелиоративных систем // Вестник РАСХН. 2010. № 6. С. 63–65.

Karpenko N.P., Manukyan D.A. Management of geoecological risks – as a basis for ecological security of functioning ameliorative systems // Vestnik RASXN. 2010. № 6. P. 63–65 (in Russian).

7. Дегтярёв В.Г., Дегтярёв Г.В. Теоретический анализ и экспериментальные исследования адаптивного датчика регулятора расхода воды // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2012. № 36. С. 300–303.

Degtyaryov V.G., Degtyaryov G.V. Theoretical analysis and pilot studies of the adaptive sensor of the regulator of a consumption of water // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2012. № 36. P. 300–303 (in Russian).

8. Сафронова Т.И., Полторак Я.А. Вероятностная модель снижения цены мелиоративного мероприятия // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 132 [Электронный ресурс]. URL: <http://ej.kubagro.ru/2016/07/pdf/110.pdf> (дата обращения: 06.07.2018).

Safronova T.I., Poltorak Y.A. Probability of estimation of ameliorative condition of irrigated field when using biotechnology // Politematicheskij setevoy e'lektronny'j nauchny'j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017. № 132 [E'lektronny'j resurs]. URL: <http://ej.kubagro.ru/2016/07/pdf/110.pdf> (data obrashheniya: 06.07.2018) (in Russian).

9. Соколова И.В. Математическая модель принятия управленческих решений на сельскохозяйственном предприятии в условиях риска и неопределенности // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2016. № 120 [Электронный ресурс]. URL: <http://ej.kubagro.ru/2016/06/pdf/107.pdf> (дата обращения: 06.07.2018).

Sokolova I.V. Mathematical model of acceptance administrative decisions on an agricultural company in the conditions of risk and uncertainty // Politematicheskij setevoy e'lektronny'j nauchny'j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. № 120 [E'lektronny'j resurs]. URL: <http://ej.kubagro.ru/2016/06/pdf/107.pdf> (data obrashheniya: 06.07.2018) (in Russian).

10. Лисуненко К.Э., Соколова И.В. Оценка состояния почв сельскохозяйственных районов Краснодарского края // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: сборник статей по материалам 72-й науч.-прак. конф. студентов по итогам НИР за 2016 год. Краснодар, 2017. С. 231–234.

Lisunencko K.E., Sokolova I.V. Assessment of a condition of soils of agricultural areas of Krasnodar Krai // Scientific providing agro-industrial complex: sbornik statej po materialam 72-j nauch.-prak. konf. studentov po itogam NIR za 2016 god. Krasnodar, 2017. P. 231–234 (in Russian).

11. Сафронова Т.И., Хаджиди А.Е., Холод Е.В. Обоснование метода управления агроресурсным потенциалом агроландшафтов // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2–2. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=22376> (дата обращения: 04.09.2018).

Safronova T.I., Hadzhidi A.E., Kholod E.V. Justification of a method of management in agroresource potential of agrolandscapes // Modern problems of science and education. 2015. № 2–2. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=22376> (data obrashheniya: 04.09.2018) (in Russian).

12. Подколзин О.А., Соколова И.В., Осипов А.В., Слюсарев В.Н. Мониторинг плодородия почв земель Краснодарского края // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 68. С. 117–124.

Podkolzin O.A., Sokolova I.V., Osipov A.V., Slyusarev V.N. Monitoring of fertility of soils of lands of Krasnodar Krai // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017. № 68. P. 117–124 (in Russian).

УДК 911.2:911.52(571.54)

**ЛАНДШАФТОБРАЗУЮЩИЕ ФАКТОРЫ В ГОЛЬЦОВОМ
И НИВАЛЬНО-ГЛЯЦИАЛЬНОМ ПОЯСАХ ЮЖНОЙ ЧАСТИ
БАРГУЗИНСКОГО ХРЕБТА****Белоусов В.Ю., Лопатина Д.Н.***Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, e-mail: belousov.tdutybz2017@yandex.ru*

В данной статье представлены результаты комплексной ландшафтно-географической экспедиции, проведенной в летний полевой сезон 2017 г. в районе южной части Баргузинского хребта на особо охраняемой природной территории (Забайкальский национальный парк), поэтому тема является актуальной и важной, имеет научное и прикладное значение. В ходе данной экспедиции были проведены полевые описания почв, растительности и процессов и факторов ландшафтообразования в труднодоступной гольцовой и нивально-гляциальной зонах на территории исследования. Предварительно изучены физико-географические условия исследуемого района, а также методы исследований. В ходе полевых работ изучены и описаны условия и факторы ландшафтообразования в гольцовом и нивально-гляциальном поясах: нивация, солифлюкция, денудация, десерпция, аккумуляция, наличие снежников и их влияние на процесс ландшафтообразования – и представлены в статье. Гольцы, по сравнению с тайгой, слабо закреплены или вовсе не закреплены растительным покровом, именно поэтому в таких районах среди ландшафтообразующих факторов главная роль отводится современным экзогенным процессам. В гольцовом и нивально-гляциальном поясах Баргузинского хребта широко распространены снежники, играющие ощутимую рельефообразующую и стокоформирующую роль, но им при изучении обычно уделяют меньше внимания, чем ледникам. Однако изучение снежников является важным по многим причинам: снежники быстро реагируют на климатические изменения, являясь даже более четкими их индикаторами, чем ледники, а также снежники – это источники воды, они могут играть важную роль в формировании стока, как и ледники, и т.д. В дальнейшем планируется провести многолетнюю динамику факторов ландшафтообразования в районе Баргузинского хребта и других гор Юго-Восточной Сибири.

Ключевые слова: факторы ландшафтообразования, гольцовый пояс, нивально-гляциальный пояс, Баргузинский хребет, особо охраняемая природная территория

**LANDSCAPE FORMING FACTORS IN THE LOACH AND NIVAL-GLACIAL BELTS
OF THE SOUTHERN PART OF BARGUZIN RANGE****Belousov V.Yu., Lopatina D.N.***V.B. Sochava Institute of geography of the Siberian Branch of the Russian Academy of Science, Irkutsk, e-mail: belousov.tdutybz2017@yandex.ru*

In this article results of the complex landscape and geographical expedition conducted to a summer field season of 2017 around the southern part of Barguzin Range in especially protected natural territory (Transbaikalian national park) therefore the subject is relevant and important are provided, has scientific and applied relevance. During this expedition field descriptions of soils, vegetation and processes and factors of landscape forming in the remote loach and nival-glacial zones in the territory of a research have been carried out. Physiographic conditions of the explored area and also methods of researches are previously studied. During field works conditions and factors of landscape forming in the loach and nival-glacial belts are studied and described: nivation, solifluction, denudation, desertion, accumulation, existence of snow patch and their influence on process of landscape forming are also presented in article. Loaches, in comparison with a taiga, are poorly fixed or not fixed at all by a vegetable cover for this reason in such areas among landscape forming factors the leading role is assigned to modern exogenous processes. In loach and nival-glacial belts of Barguzin Range the snow patch playing a notable relief forming and flow forming role are widespread, but when studying usually pay them less attention, than to glaciers. However studying of snow patch is important for many reasons: snow patch quickly react to climatic changes, being even their more accurate indicators, than glaciers and also snow patch are sources of water, and can play an important role in formation of a drain, as well as glaciers, etc. Further it is planned to carry out long-term dynamics of factors of landscape forming near Barguzin Range and other mountains of Southeast Siberia.

Keywords: landscape forming factors, loach belt, nival-glacial belt, Barguzin Range, especially protected natural territory

Район исследования располагается в труднопроходимых местах на особо охраняемой природной территории, что добавляет актуальности теме работы. Ландшафты Баргузинского хребта, как и других горных систем, сформировались в результате длительного воздействия на поверхность Земли двух противоположных процессов: эндогенных и экзогенных. Эндогенные про-

цессы преимущественно создают первоначальную неровность рельефа – поднимают или опускают участки земной коры, а экзогенные процессы в общем их сглаживают [1], но и расчленяют под действием отдельных групп процессов.

Гольцовый и нивально-гляциальный пояса фиксируются на высотах 1800–2800 м. В относительно невысоких горах Баргузин-

ского хребта нивально-гляциальный пояс представлен фрагментарно, отдельными объектами – малыми ледниками, многолетними снежниками, каменными глетчерами, наледями, в формировании и изменении горных ландшафтов они играют значительную роль. Гольцовый пояс располагается выше верхнего предела распространения древесной растительности. Нижнюю часть гольцов формируют кустарники (кедровый стланик и ерники), выше по долинам рек распространены травяно-кустарничковые, мохово-лишайниковые горные тундры с частыми склоновыми накипно-лишайниковыми курумами.

Цель исследования: описание ландшафтов и исследование ландшафтообразующих процессов в гольцовом и нивально-гляциальном поясах южной части Баргузинского хребта. Гольцы, по сравнению с тайгой, слабо закреплены растительностью. Поэтому здесь среди ландшафтообразующих факторов главная роль отводится современным экзогенным процессам. На крутых склонах при отсутствии сомкнутого растительного покрова, в суровых климатических условиях, с наличием снежников развиваются процессы морозного крупнообломочного выветривания и нивации. Гравитационная денудация способствует накоплению у подножий крутых склонов грубообломочных отложений, для которых характерно вымывание подповерхностного мелкозема. В гольцах Баргузинского хребта широко распространены снежники, играющие ощутимую рельефообразующую и стокоформирующую роль, однако их исследование пока незначительно. Изучение снежников является важным по многим причинам [2].

Материалы и методы исследования

Многолетние снежники отличаются от сезонного снежного покрова тем, что они являются более устойчивыми к таянию, часто образуются в одних и тех же местах, формируют специфические формы рельефа, являются природными накопителями влаги, источниками питания водотоков и близко расположенной растительности. Изучение области распространения снежников, а также их динамики достаточно актуально для современной науки благодаря ряду свойственных им характеристик [3]. Во-первых, снежники быстро реагируют на климатические изменения, являясь даже более четкими их индикаторами, чем ледники [4]. Высотный

пояс, в котором развиваются многолетние снежники, соответствует определенному сочетанию тепла и влаги, его смещение выше или ниже позволяет проследить направленность изменений климата. Подобные процессы и явления в горах юга Восточной Сибири изучались сотрудниками Института географии СО РАН [1, 5, 6]. Во-вторых, снежники являются промежуточным этапом между существованием сезонного снежного покрова и возникновением ледника. А также малые ледники могут превращаться в многолетние снежники, то есть эти процессы носят обратимый характер. Трансформация ледников в снежники и наоборот осуществляется иногда скачкообразно, это порой приводит к быстрым изменениям площади оледенения горного района, при этом общая площадь снежно-ледовой поверхности может изменяться не настолько сильно. Вот почему необходимо учитывать снежники, их недоучет может приводить к серьезным искажениям реального объема и площади снежно-ледовых ресурсов исследуемой территории [4]. В-третьих, так же как ледники, снежники – это источники воды, и они могут играть важную роль в формировании стока. В-четвертых, наличие снежников является следствием определенного соотношения тепла и влаги, их сочетание с условиями рельефа, поскольку они приурочены, как правило, к неровным, контрастным участкам, где имеются тень и повышенная концентрация твердых осадков. В связи с этим расположение снежников является закономерным, часто унаследованным от прошлых более холодных эпох, когда оледенение имело значительный масштаб и его эрозионная и аккумулятивная деятельность воздействовали на рельеф, увеличивая его контрастность. Следствием такой деятельности ледников является создание особых форм рельефа, таких как моренные валы, термокарстовые котловины, каналы маргинального стока, ригельные уступы и другие. Все эти формы рельефа активно используются снежниками. Однако снежники не только приспосабливаются к существующему рельефу, но и сами активно его трансформируют, увеличивая его резкость и контрастность, формируя такие отрицательные формы рельефа, как нивальные ниши и нивальные кары [4]. Снежники поставляют рыхлый обломочный материал, который ниже перемещается под действием солифлюкции и десерпции, формируют нивальные

ниши, гольцовые террасы, а также эрозионно-нивальные ложбины, которые часто становятся местами схода лавин и селей. В местах скопления многолетних снежников формируются альпинотипные лужайки с влаголюбивой растительностью, меняется микроклимат, мерзлотный режим, создается особый природный комплекс. Снежники питают водотоки и создают систему стока.

При изучении ландшафтообразующих процессов в горах авторами использованы такие методы исследования, как описательный, сравнительно-географический, картографический, дистанционный, а также метод ландшафтной индикации.

Результаты исследования и их обсуждение

В период с 9.08.17. по 17.08.17. в южной части Баргузинского хребта были выполнены комплексные экспедиционные исследования. Баргузинский хребет простирается по большей части восточного побережья озера Байкал. С севера хребет ограничивается долиной Верхней Ангары и протягивается на юг на 300 км. Ширина хребта в разных местах варьируется от 30 до 80 км. В среднем высота вершин гор составляет 2400 м. Самой высокой точкой является пик Байкал (2841 м). Хребет отличается и наличием большого количества пиков, трапеций, пирамид и игл. В расчлененности рельефа

хребта отмечается сравнительно недавнее оледенение, проявляющееся в виде небольших ледников разных форм. Также характерны для территории исследования долины рек трогового характера, с уступами и ригелями по всей их длине, а также многочисленные каскадные водопады. Кроме того, на платообразных частях хребта и у истоков рек часто можно встретить озера ледникового происхождения в цирках (рис. 1).



Рис. 1. Озеро Дикое (фото Д.Н. Лопатиной)

Баргузинский хребет отличается ярко выраженной растительностью. На высотах до 1200–1400 м еще преобладает таежная растительность, а с 1400 м таежный пояс переходит в горно-тундровый.

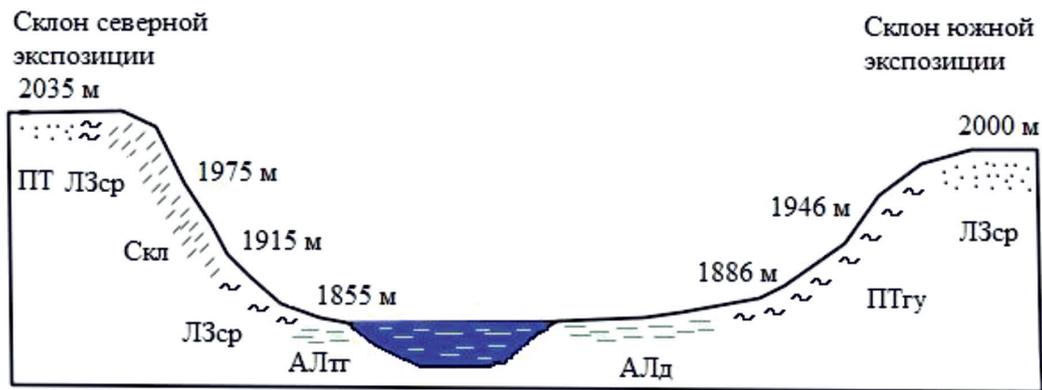


Рис. 2. Ландшафтный профиль, составленный по склонам вблизи озера Дикое.

Условные обозначения:

- 2035 м – высота над уровнем моря. Преобладающий тип почвы: ПТ – петроземы типичные;
- ЛЗср – литоземы серогумусовые типичные; Скл – крупнообломочный крутой склон;
- АЛтг – аллювиальные торфяно-глеевые типичные; АЛд – аллювиальные гумусовые (дерновые) типичные; ПТгу – петроземы гумусовые типичные. Растительность:
- ⋯ – горная тундра, лишайниковая; ≈ – заросли кедрового стланика;
- – заболоченный луг; / / – крупнообломочный накипно-лишайниковый склон



Рис. 3. Снежник, обнаруженный в истоках реки Нестериха 12.08.2017 г. (фото В.Ю. Белоусова)



Рис. 4. Снежник, обнаруженный в истоках реки Большой Чивыркуй 13.08.2017 г. (фото В.Ю. Белоусова)

Почвенный покров Баргузинского хребта весьма разнообразен в целом, а в гольцах привершинные склоны с уклоном 45° заняты литоземами серогумусовыми типичными на гранитах и гранито-гнейсах под кедровым стлаником и злаково-бруснично-чернично-бодановой растительностью. Выположенные привершинные поверхности заняты дерново-подбурами иллювиально-железистыми на гранитах и гранито-гнейсах под кустарничковой злаково-лишайниковой растительностью. На водораздельных поверхностях преобладают петроземы и петроземы гумусовые типичные на плотных гранитах и гранито-гнейсах под кедровым стлаником и горно-тундровой растительностью, литоземы серогумусовые типичные под щебнистой лишайниковой тундрой с кедровым стлаником на плотных гранитах и гранито-гнейсах (рис. 2).

В понижениях на водораздельных поверхностях преобладают аллювиальная торфяно-глеявая типичная почва под кустарничковым разнотравно-злаковым лугом на аллювиальном песке, гравии и супесях и торфяно-литозема типичные на гранито-гнейсах под заболоченной тундровой растительностью и кустарничковой злаково-мохово-лишайниковой тундрой. В истоках рек вблизи горных озер преобладают аллювиальные гумусовые (дерновые) типичные на аллювиальных породах под разнотравно-злаковым заболоченным лугом и петроземы гумусовые оподзоленные на гранито-гнейсах под тундровой растительностью [7].

В ходе экспедиции были обнаружены и измерены 17 снежников, располагавших-

ся на высотах от 1700 до 2000 м, с площадью от 2 до 50 м², мощностью до 4 м. Крупнейший из снежников (рис. 3) расположен на водоразделе рек на северо-восточном склоне, на высоте от 1760 до 1800 м. Координаты: $53^{\circ}69'81''$ с.ш. $109^{\circ}57'44''$ в.д., форма вытянутая. Площадь 50 м², со средней мощностью 4 м.

Второй по величине снежник (рис. 4) был расположен на 9 км северо-восточнее первого, на северо-восточном склоне. На высоте от 1880 до 1910 м с координатами $53^{\circ}76'99''$ с.ш. $109^{\circ}60'66''$ в.д. Форма снежника овальная, площадь 40 м² со средней мощностью 3,5 м.

Третий по величине (рис. 5) расположен на 5,5 км северо-западнее второго снежника в ложбине на юго-восточном склоне, на высоте от 1850 до 1870 м. Координаты: $53^{\circ}80'81''$ с.ш. $109^{\circ}56'04''$ в.д., имеет форму полукруга. Площадь 30 м² со средней мощностью 2,5 м.

В результате данного исследования было выявлено, что наиболее благоприятные условия для образования снежников на Баргузинском хребте наблюдаются в диапазоне высот от 1700 до 2700 м, преимущественно на северо-восточных склонах [3]. Снежники формируют нивальные ниши, гольцовые террасы, поставляют рыхлый обломочный материал, который ниже перемещается под действием солифлюкции и десерпции. В местах скопления многолетних снежников на территории Баргузинского хребта формируются альпинотипные лужайки с влаголюбивой растительностью, меняется микроклимат, мерзлотный режим,

создается особый природный комплекс. Снежники на территории исследования питают водотоки и создают систему стока. Проводя сравнение с Восточным Саяном (район горы Мунку-Сардык), можно заключить, что современные экзогенные процессы, формирующие и преобразующие ландшафт в гольцовом и нивально-гляциальном поясах, здесь также разнообразны, среди них доминируют нивация и солифлюкция.



Рис. 5. Снежник, обнаруженный в истоках реки Дубари, 14.08.2017 г. (фото В.Ю. Белоусова)

Заключение

Таким образом, согласно проведенным исследованиям, ландшафтообразующая деятельность в гольцовом и нивально-гляциальном поясах Баргузинского хребта в период непосредственного наблюдения проявляется в виде небольших изменений. Основные процессы (нивация и солифлюкция) связаны с разрушением горных пород путём постоянного морозного выветривания в процессе их попеременного замерзания и оттаивания, а также с медленным передвижением по склонам почв и рыхлых грунтов. В результате чего формируются нивальные ниши, гольцовые террасы, а также эрозионно-нивальные ложбины, характерные для ландшафта гор Баргузинского хребта. В дальнейшем планируется исследовать многолетнюю динамику экзогенных процессов рельефообразования в районе Баргузинского хребта, увязать ее с изменениями климата, определить главные факторы ландшафтообразования, их интенсивность и изменчивость.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, № 17-05-00400.

Список литературы / References

1. Плюснин В.М., Иванов Е.Н., Китов А.Д., Шейнкман В.С. Динамика современных ледников в горах юга Восточной Сибири // География и природные ресурсы. 2017. № 3. С. 118–126.

Plyusnin V.M., Ivanov E.N., Kitov A.D., Sheinkman V.S. The dynamics of contemporary glaciers in the mountains of the South of East Siberia // Geography and Natural Resources. 2017. № 3. С. 118–126 (in Russian).

2. Глушкова И.А. Снежники и их геоморфологическая роль на Западном Кавказе (северный склон): дис.... канд. геогр. наук. Краснодар, 2000. 137 с.

Glushkova of I.A. Snezhniki and their geomorphological role on Western Caucasus (a northern slope): dis.... kand. geogr. nauk. Krasnodar, 2000. 137 p. (in Russian).

3. Белоусов В.Ю., Иванов Е.Н. Снежники как компонент ландшафтообразования в горах юга Восточной Сибири // Региональные аспекты изменения природной среды и общества: материалы XIX научной конференции молодых географов Сибири и Дальнего Востока (Иркутск, 3–7 октября 2017 г.). Иркутск: Изд-во Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2017. С. 7–8.

Belousov V.Yu., Ivanov of E.N. Snezhniki as a landshaftoobrazovaniye component in mountains of the South of Eastern Siberia // Regional aspects of change of the environment and society: materials XIX of a scientific conference of young geographers of Siberia and the Far East (Irkutsk, on October 3–7, 2017). Irkutsk: Publishing house of Institute of geography of V.B. Sochava of the Siberian Branch of the Russian Academy of Science, 2017. P. 7–8 (in Russian).

4. Ганюшкин Д.А., Москаленко И.Г., Чистяков К.В. Динамика многолетних снежников и снежно-фирновых полей массива Монгун-Тайга // Вестник СПбГУ. Серия 7. 2012. № 4. С. 164–175.

Ganushkin D.A., Moskalenko I.G., Chistyakov K.V. Dynamics of perennial snow patches and snow-firm fields of Mongun-Taiga mountain massif // Vestnik SPbGU. Seriya 7. 2012. № 4. P. 164–175 (in Russian).

5. Китов А.Д., Гладков А.С., Лунина О.В., Плюснин В.М., Иванов Е.Н., Серебряков Е.В., Афонькин А.М. Изменения мощности ледника Перетолчина (Восточный Саян) // ИНТЕРКАРТО/ИНТЕРГИС. 2017. Т. 23. № 1. С. 405–417. DOI: 10.24057/2414-9179-2017-1-23-405-417.

6. Kitov A.D., Gladkov A.S., Lunina O.V., Plyusnin V.M., Ivanov E.N., Serebryakov E.V., Afon'kin A.M. Changes in thickness of Peretolchin glacier (Eastern Sayan) // INTERKARTO/INTERGIS. 2017. Т. 23. № 1. P. 405–417. DOI: 10.24057/2414-9179-2017-1-23-405-417 (in Russian).

7. Иванов Е.Н. Динамика горных ледников на юге Восточной Сибири и Западе Монголии // Россия – Монголия: материалы Международной молодежной научно-практической конференции. (Иркутск – Улан-Батор), 2016. С. 107–109.

Ivanov E.N. Dynamics of mountain glaciers in the south of Eastern Siberia and the West of Mongolia // Russia – Mongolia: materials of the International youth scientific and practical conference. (Irkutsk – Ulaanbaatar), 2016. P. 107–109 (in Russian).

8. Лопатина Д.Н., Белозерцева И.А. Почвы Баргузинского хребта // Устойчивое развитие в Восточной Азии: актуальные эколого-географические и социально-экономические проблемы: материалы Международной научно-практической конференции (Улан-Удэ, 18–19 мая 2018 г.). Улан-Удэ: Изд-во Бурятского гос. ун-та, 2018. С. 313–316.

Lopatina D.N., Belozertseva I.A. Soils of Barguzin Range// Sustainable development in East Asia: current ekologo-geographical and social and economic problems: materials of the International scientific and practical conference (Ulan-Ude, on May 18–19, 2018). Ulan-Ude: Publishing house the Buryat state. un-that, 2018. P. 313–316 (in Russian).

УДК 553.981:66.074.1

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АЭРОМЕХАНИЧЕСКОГО МЕТОДА ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ГИДРАТООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ПОДГОТОВКЕ И ТРАНСПОРТИРОВКЕ ПРИРОДНОГО ГАЗА И КОНДЕНСАТА

Волков П.В., Зятиков П.Н., Большунов А.В.

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск,
e-mail: tpuipr@mail.ru*

Актуальность работы обусловлена необходимостью бесперебойной транспортировки газа и конденсата на межпромысловых и внутрипромысловых трубопроводах. В данной работе проанализированы результаты экспериментов на лабораторном стенде, который предотвращает гидратообразование. Принцип работы установки основан на аэромеханическом воздействии на поток смеси. Применяемые методы исследования: экспериментальные исследования на установке для теплофизического и аэромеханического воздействия для предотвращения гидратообразования методом моделирования условий реальной среды; методы использования и анализа удаления аналогичных частиц из потока газа. Результатом данной работы служит обоснование выбора способа воздействия на гидраты аэромеханическими методами и последующие рекомендации при строительстве опытно-промышленного образца для нефтегазодобывающих компаний и компаний по транспорту нефти и газа. Также в результате работы будет создано программное обеспечение, которое будет моделировать процесс образования гидратов, рассчитывать эффективность циклона для отделения газов от гидратов и определять оптимальные термобарические параметры. Программное обеспечение будет регулировать термобарические параметры, расход смеси и контроль ее качества. К данной модели привязаны различные блокировки для предотвращения аварии, будут установлены различные сигнализаторы аналогового и дискретного типа. Весь процесс при расчете с реальной средой будет моделироваться в программном продукте HYSYS. Входные параметры имеют реальные значения, которые предоставляет лаборатория промысла, а именно: состав газа, плотность, точка росы, содержание свободной воды, температура и давление на момент отбора пробы. При моделировании процесса и проведении экспериментов представлена общая структурная модель.

Ключевые слова: гидратообразование, циклон, экспериментальная установка, гидроаэромеханический метод, подготовка газа

RESEARCH AND COMBINED APPLICATION OF HYDRO-AEROMECHANICAL METHODS FOR PREVENTION OF HYDRATE FORMATION AT PREPARATION OF GAS

Volkov P.V., Zyatikov P.N., Bolchunov A.V.

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, e-mail: tpuipr@mail.ru

The relevance of the discussed issue is caused by the need for uninterrupted transportation of gas and condensate on inter-field and infield pipelines. In this work experiments are conducted on a laboratory bench, which prevents hydration. The principle of operation of the plant is based on the aeromechanical effect on the flow of the mixture. Applied research methods: experimental studies on the installation for thermophysical and aeromechanical effects to prevent hydrate formation by modeling the conditions of the real environment; methods of using and analyzing the removal of similar particles from the gas stream. The result of this work is the substantiation of the choice of the method of influencing hydrates by aeromechanical methods and subsequent recommendations for the construction of a pilot model for oil and gas companies and oil and gas transportation companies. Also, as a result of the work, software will be created that will simulate the process of hydrate formation, calculate the cyclone efficiency for separating gases from hydrates and determine optimal thermobaric parameters. The software will regulate the thermobaric parameters, the consumption of the mixture and the control of its quality. Also, various interlocks will be tied to this model to prevent an accident, and various analog and discrete alarms will be installed. The whole process in the calculation with the real environment will be modeled in the software product HYSYS. The input data will have a real value, which is provided by the oilfield laboratory, namely: gas composition, density, dew point, free water content, temperature and pressure at the time of sampling. In modeling the process and carrying out the experiments, a general structural model will be provided.

Keywords: hydrate formation, cyclone, experimental installation, hydroaeromechanical method, gas preparation

В настоящее время на большинстве газовых и газоконденсатных месторождений России происходит заметное снижение пластового давления природного газа, что ведет к увеличению его начального влагосодержания. В значительной степени от эффективности и массо-габаритных характе-

ристик работы разделительной аппаратуры зависят капиталовложения и эксплуатационные затраты, количество и качество вырабатываемых продуктов и межремонтный период технологических установок. Проблема образования гидратов на внутрипромысловых и магистральных трубопрово-

дов очень актуальна. Скопление гидратов в сечении трубы приводит к уменьшению пропускной способности, дополнительной дросселиции потока, а в некоторых случаях и его полной остановке. Основным методом борьбы с гидратообразованием в промышленных масштабах – подача метанола в объеме идентичном сечению трубопровода, его длины и степени оседания и прилипания гидратов на участке. Также применяют подогрев газа или корпуса трубопроводов [1].

Цель исследования: разработать и испытать экспериментальный стенд для борьбы с гидратообразованием в реальных условиях. Сымитировать условия реальной среды и реального сырья, смоделировать весь процесс в программе HYSYS.

Материалы и методы исследования

Материалы и методы исследования: экспериментальный стенд, разработанный и установленный на базе Томского политехнического университета. Методом исследования являются эксперименты с различными термобарическими параметрами, которые имитируют реальные условия транспортировки газоконденсатной смеси. Также методом исследования является дублирование процесса в программном продукте HYSYS, который имеет возможность вносить различные сходные данные, например толщина грунта, толщина стенки, компонентный состав, протяженность трубопровода.

Установка для аэромеханического воздействия для предотвращения гидратообразования

Основные задачи, которые решались в рамках физического моделирования экспериментальной установки:

- расчет количества подачи гидратов на установку, обеспечивающие их смешение и максимальную степень улавливания в результате прохождения через циклон;
- определение тепловых и газодинамических потоков внутри аппарата и оптимальных конструктивных параметров установки;
- определение оптимальных рабочих параметров работы установки – температуры, давления, расхода исходного количества гидратов, температуры и давления на установке и другие характеристики, влияющие на процесс удаления гидратов;
- выдача рекомендаций к проектированию опытного аппарата.

Программный комплекс HYSYS

Перед проведением эксперимента рассматривается его модель в программном продукте HYSYS для проведения более точного результата. Анализируются входной и выходной составы в зависимости от термобарических условий, технических характеристик трубопровода и среды. Использование программы HYSYS позволяет максимально приблизить условия эксперимента к реальным условиям.

Теоретическая часть

Общий расход воздуха, используемый в проточной части установки, приближенно измеряется трубкой Пито – Прандтля в центре среза измерительной трубы. Принцип измерения заключается в измерении трубкой Пито максимальной скорости потока в центре измерительной трубы. Далее, по кривой Никурадзе (рис. 1), находится средняя скорость по всему сечению трубы. По найденному значению средней скорости и площади сечения измерительной трубы вычисляется расход воздуха [2, 3].

$$Q = v_{cp} S - \text{общий расход воздуха (м}^3/\text{с)}$$

$v_{max} = \sqrt{\frac{2gP_d}{\rho_v}}$ – максимальная скорость потока воздуха (м/с), где P_d – перепад давления измеренный трубкой Пито (мм вод. ст.), размерность соответствует размерности кг/м².

На рис. 2 детально представлен эжектор. Все обозначения элементов указаны на рисунке.

Подробный принцип действия экспериментальной установки описан в предыдущей статье [5]. В настоящее время были проведены эксперименты с дисперсностью реагента в 1,5–2 мм при скорости потока от 2 до 5 м/с с расходом до 15 м³/ч. Минимальное время нагревания температуры теплоносителя форбункера составило 15 с. По результатам исследований будут произведены расчеты потерь тепла, даны рекомендации по изменению мощности и типу теплоносителя, будут проанализированы термобарические параметры смеси и максимальная дисперсность частиц, которая может проходить через установку. На (рис. 3) представлена зависимость времени возвращения температуры теплоносителя к исходному значению от количества гидратов (концентрации потока). Задача экспериментальных наблюдений – свести параметр $\Delta t \rightarrow 0$ [4, 5].

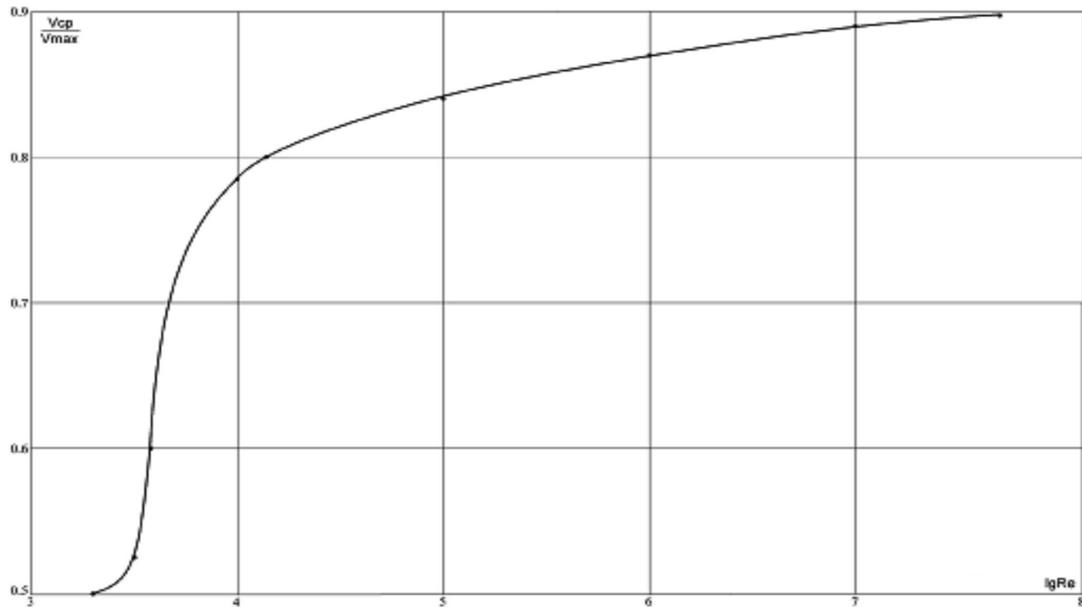
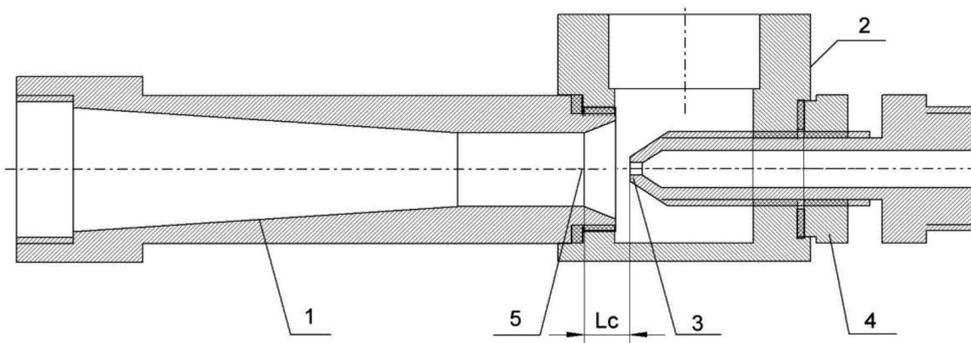


Рис. 1. Кривая Никурадзе [3]



1- диффузор, 2 - приемная камера, 3 - регулируемое сопло, 4 - контргайка, 5 - смешительный участок.

Рис. 2. Схема эжектора [4]

Результаты исследования и их обсуждение

Проведем эксперимент с постоянным коэффициентом эжекции, диаметром сопла $d = 4$ мм и массой льда 45 г. Температура воздуха в форбункере и температура теплоносителя также остаются неизменными.

Узнаем, за сколько секунд восстановится температура воздуха в форбункере и температура теплоносителя после засыпания гидрата до первоначальных значений. t_1 – температура теплоносителя, $^{\circ}\text{C}$; t_2 – температура воздуха в форбункере, $^{\circ}\text{C}$;

L_c – расстояние от среза сопла до начала смешительного участка, мм; D_c – диаметр сопла, мм. Результаты занесены в табл. 1.

По данным таблицы видно: чем меньше концентрация, тем меньше время необходимого для восстановления температуры воздуха в форбункере и температуры теплоносителя до первоначальных значений.

Проведем эксперимент по удалению воды с постоянным давлением подачи, с постоянным коэффициентом эжекции, с массой воды $m = 150$ г, с диаметром сопла $d = 4$ мм. Необходимо определить массу вылетевшей воды. Результаты занесены в табл. 2.

Таблица 1

Результаты эксперимента с постоянной массой льда и коэффициента эжекции

Р подачи, атм	Lс, мм	t время засыпания льда, с	Масса льда, г	t ₁ воздуха в форбункере, С°	t ₂ теплоносителя, С°	τ время восстановления, с
1	5	20	45	40	65	240
2	5	15	45	40	65	325
3	5	10	45	40	65	390

Таблица 2

Результаты эксперимента по определению выноса воды из установки с постоянным давлением на входе в установку и постоянным диаметров сопла

Р подачи, атм	Lс, мм	Концентрация частиц, г/с	Масса воды, г	m, масса вылетевшей воды после прохождения циклона, г
1	4	2,50	150	~1,23
		1,66		~0,67
		1,25		~0,34
2	4	2,50	150	~1,65
		1,66		~1,32
		1,25		~0,91
3	4	2,50	150	~2,03
		1,66		~1,74
		1,25		~1,33

Таблица 3

Результаты эксперимента с постоянным давлением на входе в установку, постоянным коэффициентом эжекции и постоянной массой мехпримесей m = 150 г

Р подачи, атм	Lс, мм	Концентрация частиц, г/с	m, масса вылетевшего мехпримеси после прохождения циклона, г
1	5	2,50	~1,34
		1,66	~1,12
		1,25	~0,76
2	5	2,50	~1,76
		1,66	~1,24
		1,25	~0,87
3	5	2,50	~2,28
		1,66	~1,89
		1,25	~1,54

Эксперимент показал возможность удаления воды из потока смеси более чем на 98,64%.

Проведем эксперимент по удалению механических примесей с постоянным давлением подачи, с постоянным коэффициентом эжекции, с массой механической примеси m = 150 г, дисперсностью 1–2 мм, с диаметром сопла d = 4 мм. Узнаем массу вылетевшей механической примеси. Результаты занесены в табл. 3.

Эксперимент показал возможность удаления мехпримесей более чем на 98,48%.

Проведем эксперимент с постоянным давлением подачи P = 1 атм, с постоянным

коэффициентом эжекции, с массой льда m = 150 г с дисперсностью 2–4 мм, с диаметром сопла d = 4 мм. Температура воздуха в форбункере и температура теплоносителя также остаются неизменными. Узнаем массу вылетевшего льда после прохождения циклона. Результаты занесены в табл. 4.

По результатам эксперимента видно, что данная экспериментальная установка удаляет лед на >98,09% в зависимости от концентрации и давления подачи газа. Графическое отображение результатов эксперимента № 4 отобразим на рис. 4.

Таблица 4

Результаты эксперимента с постоянным давлением на входе в установку и постоянным коэффициентом эжекции

Lс, мм		t ₁ воздуха в форбункере, °С	t ₂ теплоносителя, °С	m, масса вылетевшего льда после прохождения циклона, г
4	2,50	45	65	~1,69
	1,66			~1,42
	1,25			~1,23
4	2,50	45	65	~2,12
	1,66			~1,86
	1,25			~1,56
4	2,50	45	65	~2,87
	1,66			~2,43
	1,25			~1,98

Зависимость степени отделения льда от концентрации

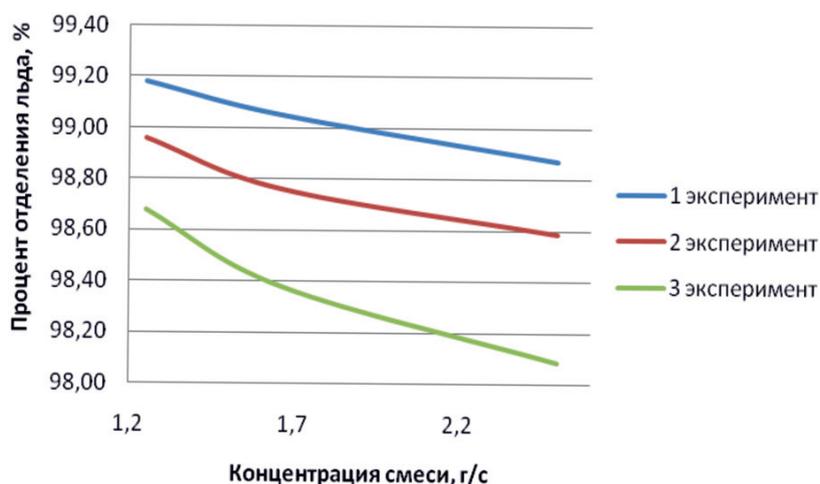


Рис. 3. Результаты эксперимента по отделению льда из потока газа

Выводы

В данной работе были проанализированы результаты четырех экспериментов. Основной целью данных опытов была необходимость имитации движения потока газа в трубе в реальных условиях и возможность отделения льда из данной смеси (в реальных условиях – гидрата). Была проанализирована работоспособность разработанной установки экспериментальным путем. Были получены и интерпретированы результаты, выданы рекомендации для проведения усовершенствований измерений путем увеличения количества входных данных в программе HYSYS. При проведении экспериментов на экспериментальном стен-

де улавливания гидратов были использованы различные примеси, а именно лед, мех-примеси и вода. Все эти элементы из потока газа были удалены более чем на 98 %, что показывает эффективность работы установки во всех режимах. На рис. 3 показана степень отделения льда при различной концентрации, из графика видно, что степень отделения зависит от концентрации обратно пропорционально. В настоящее время по результатам экспериментов проводятся дополнительные настройки аппарата для отделения 99,9% примесей при минимальных и средних концентрациях льда. Также производится расчет теплообменника для достижения условия $\Delta t \rightarrow 0$ при восстановлении температуры теплоносителя.

Список литературы / References

1. Бухгалтер Э.Б. Метанол и его использование. М.: Недра, 1986. 240 с.

Bukhgalter E.B. Metanol and his use. M.: Nedra, 1986. 240 p. (in Russian).

2. Ахмедов М.И. Технология очистки метанолсодержащих сточных вод нефтегазоконденсатных месторождений // Нефтяное хозяйство. 2016. № 5. С. 106–108.

Akhmedov M.I. Technology for treating methanol-containing sewage from oil and gas fields // Neftyanoe hozyajstvo. 2016. № 5. P. 106–108 (in Russian).

3. Мустафаев А.М., Гутман В.М. Теория и конструкция гидроциклона. М.: Недра, 1986. 172 с.

Mustafaev A.M., Gutman V.M. Theory and design of hydrocyclone. M.: Nedra, 1999. 172 p. (in Russian).

4. Тимербаев А.С., Лишук А.Н. Исследование особенностей процесса разделения водонефтяных эмульсий в центробежном сепараторе с крыльчаткой // Нефтяное хозяйство. 2014. № 12. С. 138–141.

Timerbaev A.S., Lishchuk A.N. Investigation of the features of the process of separation of water-oil emulsions in a centrifugal separator with an impeller // Oil Industry. 2014. No 12. P. 138–141. (in Russian).

5. Волков П.В., Зятиков П.Н., Большунов А.В. Исследование и комплексное применение гидроаэромеханических методов для предотвращения гидратообразования при подготовке газа // Успехи современного естествознания. 2017. № 9. С. 52–56.

Volkov P.V., Zyatikov P.N., Bolchunov A.V. Research and combined application of hydro-aeromechanical methods for prevention of hydrate formation at preparation of gas // Advances in current natural sciences. 2017. № 9. P. 52–56 (in Russian).

УДК 911.6:711.455

КУБАНСКИЙ СЕГМЕНТ СЕВЕРО-ЮРСКОЙ ДЕПРЕССИИ КАК ПОЛИГОН ПОЗНАВАТЕЛЬНОГО ТУРИЗМА, ШКОЛЬНОГО КРАЕВЕДЕНИЯ И ПОЛЕВЫХ ПРАКТИК СТУДЕНТОВ

Кипкеева П.А., Потапенко Ю.Я., Лайпанова А.М.

*ФГБОУ ВО «Карачаево-Черкесский государственный университет имени У.Д. Алиева»,
Карачаевск, e-mail: kipkeeva62@mail.ru*

Объектом исследования является Кубанский сегмент Северо-Юрской депрессии, расположенный на территории Карачаево-Черкесской Республики. Цель работы – показать детальную изученность и высокую информативность природной среды сектора. При характеристике объекта использован ландшафтно-бассейновый подход. Литогенная основа имеет двухэтажное строение. Домезозойский сложноскладчатый фундамент перекрыт ниже-среднеюрским субгоризонтальным чехлом. Среднегорный рельеф и глубоко врезающиеся речные долины делают доступным наблюдению широкий спектр метаморфических, магматических и осадочных пород. Их набор характеризует все три геотектонических цикла Большого Кавказа. Детально изученная нижнеюрская угленосная формация позволяет выполнять пространственные палеогеографические реконструкции. Особенности структур современных ландшафтов определяются взаимоотношениями рельефа и климата. Субмеридиональные речные долины имеют крутые склоны и плоские террасированные днища, которые местами сужаются, превращаясь в ущелья. Описываемая территория расположена в умеренном климатическом поясе. Республика чрезвычайно богата археологическими памятниками, свидетельствующими, что человек здесь обитал начиная с каменного века. Более половины из 195 памятников расположены в пределах СЮД. Особенно часты находки, датируемые бронзовым и раннежелезным веками. Сарматское время выделяется разнообразием бронзовых и серебряных сосудов античного типа, что говорит о торговом обмене с Диоскурией (Сухуми) и Боспором. На склонах долин Кубани и Теберды сохранилось множество захоронений аланского времени, а также два храма X в. Перечисленные компоненты природной среды предоставляют широкие возможности для учебных практик, школьного краеведения и познавательного туризма. В г. Карачаевске целесообразно создать районный туристско-рекреационный центр, переоборудовав пустующие корпуса бывшего радиозавода.

Ключевые слова: морфоструктуры Карачаево-Черкесии, компоненты природных ландшафтов, туристско-рекреационный центр

KUBAN SEGMENT OF THE NORTH JURASSIC DEPRESSION AS A PLACE OF TOURISM, SCHOOL OF REGIONAL STUDIES AND FIELD PRACTICES OF STUDENTS

Kipkeeva P.A., Potapenko Yu.Ya., Laypanova A.M.

Karachay-Cherkess State University U.D. Aliev, Karachayevsk, e-mail: kipkeeva62@mail.ru

The object of the study is the Kuban segment of the North Jurassic depression, located on the territory of the Karachay-Cherkess Republic. The aim of the work is to show the detailed study and high information content of the natural environment of the sector. The landscape-basin approach is used in the description of the object. Lithogenic base has a two-storey structure. Pre-Mesozoic cognoscenti the Foundation covered the lower-middle Jurassic subhorizontal case. The mid-mountainous terrain and deeply embedded river valleys make a wide range of metamorphic, igneous and sedimentary rocks available for observation. Their set characterizes all three geotectonic cycles of the Greater Caucasus. The lower Jurassic coal-bearing formation studied in detail makes it possible to perform spatial paleogeographic reconstructions. Features of the structures of modern landscapes will be determined by the relationship of relief and climate. Submeridional river valleys have steep slopes and the flat terrasirovanny bottoms which are narrowed by places, turning into gorges. The describing territory is located in the mild climatic zone. The republic is extremely rich with the archaeological monuments shows that the person lived here since the Stone Age. More than a half of 195 monuments is located within SUD. The finds dating bronze and early iron centuries are especially frequent. Sarmatian time is allocated with a variety of bronze and silver vessels of antique type that show about trade exchange with Dioskuriya (Sukhumi) and Bospo, as well as two temples of the X century. These components of the natural environment provide ample opportunities for educational practices, school local history and educational tourism. In it is expedient to create the regional tourist and recreational center, having converted the empty cases of the former radio plant in Karachayevsk.

Keywords: morfostruktura of Karachay-Cherkessia, components of natural landscapes, tourist and recreational center

Карачаево-Черкесская Республика (КЧР) включает фрагменты пяти субширотных морфоструктур (МФ). С юга на север следуют МФ [1]: Главного хребта (ГХ), Передового хребта (ПХ), Северо-Юрской депрессии (СЮД), Скалистого (СХ) и Пастбищного (ПсХ) хребтов. МФ отличаются

друг от друга не только характером рельефа, но и составом и возрастом слагающих их горных пород. В качестве объекта исследования выбран Кубанский сегмент Северо-Юрской депрессии (КС СЮД). В него входит отрезок долины Кубани, заключенный между Передовым хребтом на юге

и Скалистым на севере. Западной границей его является водораздел Теберды и Аксаута, а восточной – водораздел правых притоков Кубани с бассейном Малки. В северной части СЮД расположен г. Карачаевск, районный центр Карачаевского района.

Цель работы – показать, что СЮД в познавательном отношении не уступает МФ ГХ, куда в Домбай и Архыз ныне направляется основная часть туристов. Комплексное изучение окружающей среды, прогноз ее изменения под влиянием антропогенного воздействия в последнее время стали наиболее актуальными задачами ландшафтных исследований на районном и локальном уровнях [2–4].

Природные ландшафты, как известно, включают несколько взаимосвязанных компонентов: литогенную основу (горные породы), рельеф, климат, почвы, растительный и животный мир, гидроресурсы. Их характеристика дана в перечисленных выше публикациях; расположение и описания маршрутов помещены в разработанных авторами руководства по проведению полевых практик. В данной статье кратко изложены знания, которые учатся постигать студенты, школьники и туристы в пределах КС СЮД.

Материалы и методы исследования

Авторы статьи с 1992 г. работают на естественно-географическом факультете (ЕГФ) Карачаево-Черкесского государственного университета, выпускающем географов, биологов и экологов. В настоящее время востребованность в этих специальностях возрастает в связи с необходимостью обеспечения экологически устойчивого развития России в условиях мирового экологического кризиса.

Для Северного Кавказа и, в частности, КЧР в 1955–1991 гг. были составлены геологические, геоморфологические, почвенные, геоботанические, климатические, геоэкологические, ландшафтные и другие карты, монографии, а в последующие годы изданы атласы карт, сборники статей и «красные книги» [5–7]. Но ни печатные издания, ни интернет, ни телевидение не могут заменить для подрастающего поколения живого общения с природой. В выполненной работе использовалась методология бассейново-ландшафтных исследований. Применялись полевые исследования и картографические методы с дешифрированием аэрофотоснимков и спутниковых фотоизображений. Комплексная характеристика ландшафтов

достигалась путем сопряженного анализа специализированных карт.

Результаты исследования и их обсуждение

Литогенная основа. Из компонентов ландшафтов КЧР наиболее детально изучена литогенная основа. СЮД имеет двухэтажное строение. Сложноскладчатый до-мезозойский фундамент вскрыт речными долинами в южной части КС СЮД. Фундамент, сформировавшийся в два геотектонических цикла – догерцинский (байкальский?) и герцинский, представлен формациями кристаллических сланцев, вулканитов и интрузивных пород, осадочных образований морского и континентального (сероцветная и красноцветная молассы) происхождения. Многочисленные обнажения до-мезозойских пород доступны наблюдению вдоль асфальтированных автотрасс по долинам Кубани и Теберды. На древнем фундаменте субгоризонтально залегает мезозойский чехол, сложенный осадочными терригенными и магматическими горными породами нижне-среднеюрского возраста (213–163 млн лет). Таким образом, КС СЮД несмотря на низко-среднегорный рельеф обладает набором горных пород, характеризующих все три геотектонических цикла Большого Кавказа общей продолжительностью более 600 млн лет.

Осадочные толщи мезозойского чехла расчленены на пять свит [8] с географическими названиями: хумаринскую, шоанскую (плинсбах), муздухскую (нижний тоар), джигиатскую (средний тоар – нижний байос) и красногорскую (байос – нижний бат). *Хумаринская свита* сложена континентальными осадками и лишена морской фауны. *Шоанская свита* представлена лавами и туфами среднего состава. Максимальной мощности (до 300 м) вулканические породы достигают на левобережье Теберды, близ ее устья и по р. Шоане. *Муздухская свита*, имеющая ограниченное распространение, сложена песчаниками, гравелитами и конгломератами. *Джигиатская свита* налегает на разные горизонты хумаринской и муздухской свит, представлена чередованием морских осадков – зеленовато-серых и бурых мелкозернистых и тонкослоистых песчаников алевролитов, и аргиллитов. Мощность свиты до 300–400 м.

Объем статьи позволяет более детально рассмотреть информационный потенциал лишь хумаринской свиты – нижнего фрагмента осадочного чехла.

Углиеносная хумаринская свита представляет большой познавательный интерес. Каменный уголь в долине Кубани добывался свыше 120 лет, начиная с 1830-х гг. Естественно, поэтому угленосная свита – одна из самых изученных в КЧР. В послевоенные годы она была разбурена более чем сотней скважин. Максимальной мощности (1200 м) свита достигает в бассейне р. Мара (правого притока Кубани). Для угленосных формаций характерна цикличность – многократное повторение в разрезе небольшого набора разных горных пород в определенной последовательности. В наиболее полных пересечениях хумаринской свиты в керне скважин насчитывалось до 100 прослоев угля. Это означает, что столько же раз в начале юрской эпохи в районе Карачаевска возникали болота с накоплением органического материала. К сожалению, керн скважин не сохранился, но характерные наборы пород, образующих элементарные угленосные циклы, можно наблюдать в естественных обнажениях.

Лучший в КЧР выход верхней части разреза хумаринской свиты имеется в городской черте Карачаевска, на левобережье р. Теберды в 150 м к северу от Бойненского моста. Здесь студенты познают через состав элементарных циклов строение угленосной формации, палеогеографию хумаринского времени в Карачаевском районе. В то время Кавказского хребта еще не существовало [9], на его месте располагалось море, а на широте Карачаевска в море впадала крупная река, которая текла с севера на юг.

Палеогеографическая обстановка постоянно менялась (дельта наземная, дельта подводная, озеро, болото, русло реки).

Другая уникальная особенность Кубанского сегмента СЮД – древний палеовулкан площадью около 200 кв. км. К нему принадлежат лавы и туфы шоанской свиты и многочисленные магмовыводящие каналы. Последние представлены дайками, силлами и штоками, которые вскрыты речной эрозией и поэтому доступны наблюдению на крутых склонах долин Кубани, Теберды и Мары. Во время вулканических извержений в конце плинсбахского века сгорел тропический лес, произраставший в районе современного плато Бийчесын, о чём свидетельствуют окаменевшие пни деревьев, перекрытые туфами.

Рельеф. Для СЮД характерны плоские водоразделы между крупными реками. Геоморфологи [8] считают их фрагментами древней поверхности выравнивания,

сформировавшейся более 2 млн лет назад. Субмеридиональные речные долины имеют довольно крутые склоны и плоские террасированные днища. Ширина днищ варьирует в пределах 0,2–2 км, местами они сужаются, превращаясь в ущелья (например, ущелье Аман-Ныхыт в долине Кубани к югу от г. Карачаевска).

Надпойменные террасы долин относятся к эрозионно-аккумулятивному типу [9] и образуют три возрастных группы (высота в м): среднечетвертичную (100–90), верхнечетвертичную (50–40, 30, 25–20, 18–16, 13, 9–8) и современную (6–5, 3–2). В черте города Карачаевска на водоразделе Кубани и Теберды сохранился единственный на всю КЧР останец самой высокой (90–100 м) среднечетвертичной террасы. Террасы прослеживаются вверх по долинам к истокам Кубани и Теберды, где коррелируются с конечными моренами ледников. Образование террас связано с изменениями климата и стадиями отступления ледников в четвертичный период. В этих процессах еще предстоит многое уточнить, отдельной интересной задачей является сравнительное изучение почв разновозрастных террас.

Климат. Территория СЮД расположена в умеренном климатическом поясе. Основным фактором формирования климатических особенностей республики является рельеф, характеризующийся сложной системой разновысотных хребтов, котловин. Теплая летняя погода со среднесуточными температурами +15° и выше в Карачаевске удерживается с июня по первую декаду сентября (рис. 1). Меньше всего осадков выпадает в феврале (около 40 мм), наибольшее количество – в июне (в среднем 123 мм). Среднегодовая норма осадков – 877 мм.

Почвы. Поскольку Кавказ – молодое горно-складчатое сооружение, почвы здесь более молодые, чем на прилегающих равнинах. Установлено, что возраст почв в МФ ГХ и ПХ уменьшается по мере набора высоты. В пределах СЮД эта закономерность нарушена – наиболее древние почвы развиты на плоских водоразделах, т.е. на древней поверхности выравнивания. На площадках речных террас почвы тем моложе, чем ниже (моложе) терраса. Поэтому наиболее плодородные почвы зафиксированы на плато Бийчесын, имеющем высоты 2000–2400 м н. у. м. Отчасти это объясняют наличием примеси вулканического материала, появление которого связывают с последними извержениями Эльбруса [11].

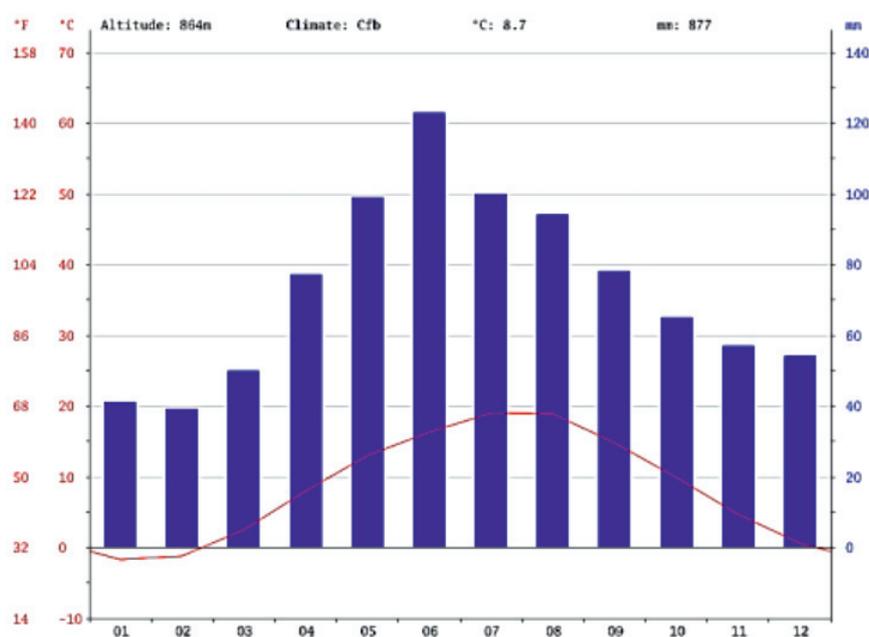


Рис. 1. Климатодиаграмма для г. Карачаевска [10]

Ландшафтные особенности. Для территории КЧР имеется четыре варианта мелкомасштабных ландшафтных карт, демонстрирующие разные подходы исследователей к физико-географическому районированию. Весь бассейн р. Теберда фигурирует в учебнике ведущего ландшафтоведа нашей страны А.Г. Исаченко [12] в качестве примера картирования горных ландшафтов, а нижняя часть бассейна, входящая в состав КС СЮД, выделена им в качестве Нижне-Тебердинского ландшафта. Этот ландшафт очень удобен и для проведения более детальных исследований [4, 13]. Наличие крутых склонов, на которых визуально из долины доступны наблюдения взаимоотношения границ геологических тел (осадочных и магматических) с границами типов растительности, позволяет использовать панорамные фотопланы для изображения сложной внутриландшафтной структуры. Такие детальные фотокарты представляют базовый фактографический материал для обсуждения слабо разработанной проблемы проведения границ местностей, урочищ и фаций в горных регионах.

Эстетические достоинства пейзажей низко- и среднегорий северного макросклона Большого Кавказа, в частности СЮД, обычно остаются «в тени» на фоне альпийских красот высокогорий. Между тем им

присуще свое очарование, порождающее ощущение тепла и уюта. Очевидно, человек интуитивно чувствует – в таком месте можно жить, оно комфортно. Это смог передать в прекрасном фотоальбоме творческий дуэт художника и фотографа [14]. Пейзажи речных долин объемные, как говорят профессионалы – глубинно-пространственные. Пересеченный рельеф способствует резким сменам погодных условий и облика пейзажей в течение дня.

Растительность и животный мир. В пределах Кубанского сегмента СЮД различаются смешанные, мягко- и твердолиственные леса. Смешанные и мягколиственные леса расположены в поймах рек и на крутых склонах южной экспозиции. В них представлены тополь, ольха черная, клен, вяз. В твердолиственных лесах произрастают бук восточный, ясень обыкновенный, клен, граб кавказский, алыча, рябина, груша, яблоня. Травянистые сообщества варьируют от лугово-степных до субальпийских.

Ландшафтная неоднородность КЧР предопределила богатство и разнообразие животного мира. Важная особенность наземной фауны – присутствие на относительно ограниченной территории видов, характерных для степных, лесных и горных ландшафтов. В Кубанском сегменте СЮД можно встретить белку, ежа, дикого кабана,

лисицу, волка, редкими гостями являются козули, бурый медведь, олень. Из рептилий обычны ужи, медянки, гадюки; из земноводных – лягушки, земляная жаба и квакша.

Ареалы распространения различных видов птиц тесно связаны с определенными ландшафтами. В черте города Карачаевска часто встречаются сойка, черный дрозд, большой пестрый дятел, большая синица, галка, сизый голубь, серая ворона, домовый воробей, зяблик, ястреб тетеревятник, снегирь. Наш коллега по КЧГУ орнитолог А.А. Караваяев за 20 лет работы описал на территории республики свыше 100 новых видов птиц.

Памятники природы. В списке памятников природы КЧР, составленном и утвержденном в 1978 г., в пределах КС СЮД значатся тисовая роща, несколько минеральных источников и геоморфологических объектов (рис. 2), среди последних – впечатляющий «каньон Кубани». Такие названия скал, как «Нос», Кёкле-Кая (Голубая скала – такой цвет приобретает небольшая гора

близ аула Верхняя Мара после выпадения снега) и др., отражают начальную стадию познания рельефа, характерную для школьного краеведения 1970-х гг. Между тем на территории КС СЮД есть уникальные собственно геологические объекты (стратиграфические, палеонтологические, петрографические, тектонические), достойные включения в список памятников природы.

Археологические памятники. КЧР чрезвычайно богата археологическими памятниками, свидетельствующими, что человек здесь обитал начиная с каменного века. Более половины из 195 памятников расположены в пределах СЮД. Особенно часты находки, датируемые бронзовым и раннежелезным веками. Сарматское время выделяется разнообразием импортных вещей, в том числе бронзовых и серебряных сосудов античного типа, что говорит о торговом обмене с Диоскурией (Сухуми) и Боспором. На склонах долин Кубани и Теберды сохранилось множество захоронений аланского времени.

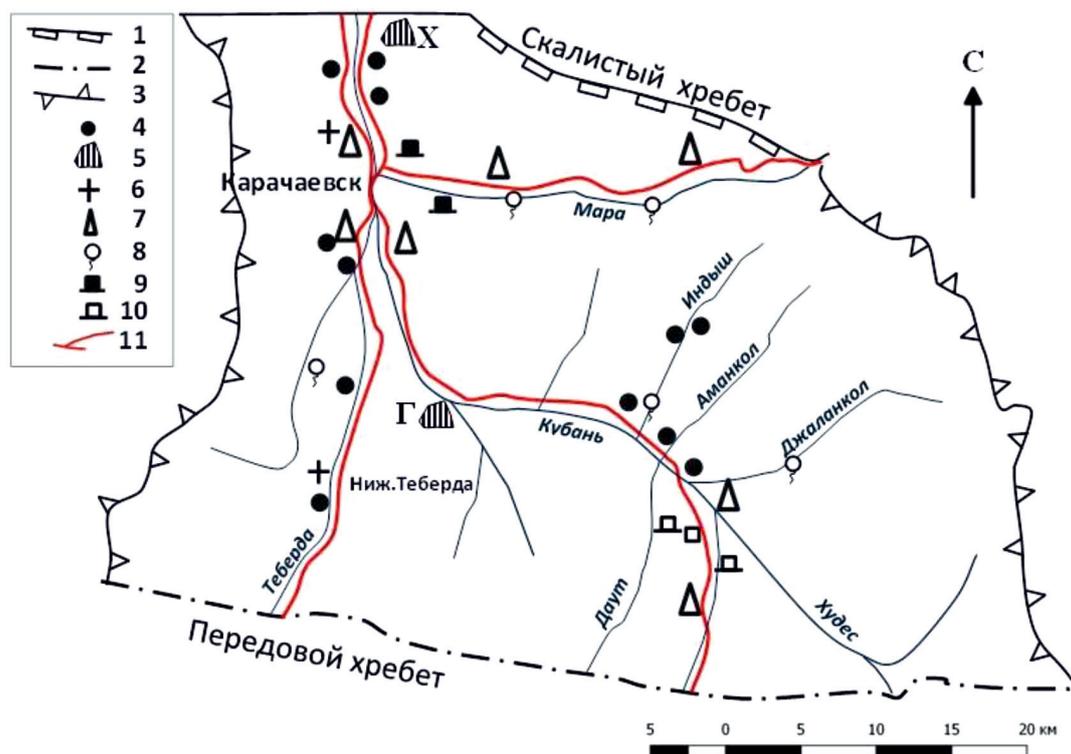


Рис. 2. Объекты познавательного туризма в Кубанском сегменте Северо-Юрской депрессии. 1–3 – границы сегмента геоморфологические: 1 – эскарп Скалистого хребта, 2 – ступенчатый уступ горста Передового хребта, 3 – водоразделы с соседними речными бассейнами; 4–6 – археологические памятники: 4 – могильники и остатки построек (VI в. до н.э. – XV в. н.э.), 5 – городища: X – Хумара, Г – Гляч, 6 – храмы X в.; 7–8 – памятники природы: 7 – геологические и геоморфологические, 8 – минеральные источники; 9–10 – горные выработки (XIX–XX в.); 11 – дороги асфальтированные

Геоэкологическое состояние среды. В описываемом сегменте СЮД 39% занимают горные луга, остальную площадь – леса. Поэтому луговые территории испытывают заметное антропогенное воздействие в виде тропиночной эрозии и перевыпаса [13]. По долинам Теберды и Кубани в последние годы значительно возрос поток автомобилей. На лишеноиндикационном профиле поперек долины Теберды по мере приближения к главной улице Карачаевска (и автостраде Черкесск – Домбай) выявлено исчезновение видов лишайников, наиболее чувствительных к загрязнению воздуха хлопковыми газами.

Заключение

Природная среда Кубанского сектора Северо-Юрской депрессии – неисчерпаемый источник полезной информации для студенческих практик, школьного краеведения, экологического воспитания, и познавательного туризма. В городе Карачаевске целесообразно создать районный туристско-рекреационный центр, переоборудовав пустующие корпуса бывшего радиозавода.

Список литературы / References

1. Потапенко Ю.Я., Кипкеева П.А. Влияние структуры речных бассейнов на развитие общественно-территориальных систем (на примере Приэльбрусья) // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2016. № 10 (1). С. 104–110.
Potapenko Yu.Ya., Kipkeeva P.A. The influence of the river basins structure on the development of the socio-territorial systems (on the Elbrus region example) // Izvestiya Dagestanskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Estestvenny'e i tochny'e nauki. 2016. № 10 (1). P. 104–110 (in Russian).

2. Дега Н.С., Онищенко В.В., Шидиков А.К., Логвиненко О.А. Опыт геомоделирования гидрохимической структуры поверхностных вод р. Кубани в Карачаево-Черкесской республике // Мониторинг. Наука и технологии. 2016. № 2. С. 55–59.
Dega N.S., Onishchenko V.V., Shidakov A.K., Logvinenko O.A. Experience of hydrochemical structure geomodeling for the Kuban river surface water in the Karachay-Cherkess republic // Monitoring. Nauka i tehnologii. 2016. № 2. P. 55–59 (in Russian).

3. Иванкова Т.В., Кипкеева П.А. Ландшафтные структуры горных бассейновых систем северного Приэльбрусья как основа оптимизации природопользования // Экологический вестник научных центров Черноморского экономического сотрудничества. 2016. № 3. С. 23–28. DOI: 10.18454/IRJ.2016.54.194.
Ivankova T. V., Kipkeeva P. A. Basin systems of Elbrus region as ecological and geomorphological framework of rational environmental management // E'kologicheskij vestnik nauchny'x centrov Chernomorskogo ekonomicheskogo sotrudnichestva. 2016. № 3. P. 23–28 DOI: 10.18454/IRJ.2016.54.194 (in Russian).

4. Кипкеева П.А., Потапенко Ю.Я. Геоморфологические особенности дна долины р. Теберда (Северный Кавказ) // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2016. № 2 (190). С. 100–104. DOI: 10.18522/0321-3005-2016-2-100-104.
Kipkeeva P.A., Potapenko Yu.Ya. The Geomorphological Features r. Teberda Bottom of the of the Valley (North Cauca-

sus) // Izvestiya vy'sshix uchebny'x zavedenij. Severo-Kavkazskij region. Seriya: Estestvenny'e nauki. 2016. № 2 (190). P. 100–104. DOI: 10.18522/0321-3005-2016-2-100-104 (in Russian).

5. Карачаево-Черкесская Республика. Устойчивое развитие: опыт, проблемы, перспективы. М.: Институт устойчивого развития Общественной палаты Российской Федерации. Центр экологической политики России, 2013. 84 с.

Karachay-Cherkess Republic. Sustainable development: experience, problems, prospects. M.: Institute of sustainable development of Public chamber of the Russian Federation. Center of environmental policy of Russia, 2013. 84 p. (in Russian).

6. Савич В.И., Норовсурэн Ж., Кулчаев Э.М., Снагинский М.Е. Провинциальные особенности вертикальной зональности почв на примере Карачаево-Черкесии // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2012. № 1. С. 31–40.

Savich V.I., Norovsuren Zh., Kulchayev E.M., Snaginsky M.E. Provincial features of vertical zonality of soils on the example of Karachay-Cherkessia // Izvestiya Timiryazevskoj sel'skoxozyajstvennoj akademii. 2012. № 1. P. 31–40 (in Russian).

7. Дега Н.С., Онищенко В.В., Петропавловский Б.С. Влияние техногенной трансформации воздушной среды на устойчивость хвойных лесов Карачаево-Черкесии // Устойчивое развитие горных территорий. 2018. Т. 10. № 1 (35). С. 69–76. DOI: 10.21177/1998-4502-2018-10-1-69-76.

Dega N.S., Onishchenko V.V., Petropavlovskiy B.S. Air medium technogenic transformation affect on the coniferous forests of Karachai-Chekessia // Ustojchivoe razvitie gorny'x territorij. 2018. T. 10. № 1 (35). P. 69–76. DOI: 10.21177/1998-4502-2018-10-1-69-76 (in Russian).

8. Сафронов И.Н. Геоморфология Северного Кавказа. Ростов на Дону: Изд-во Ростовского ун-та, 1969. 218 с.

Safonov I.N. Geomorphology of the North Caucasus. Rostov na Donu: Izd-vo Rostovskogo un-ta, 1969. 218 p. (in Russian).

9. Тучкова М.И. Литология ниже-среднеюрских отложений Большого Кавказа (осадконакопление, минеральный состав, вторичные преобразования, палеогеографические и палеодинамические следствия) // Большой Кавказ в альпийскую эпоху. М.: ГЕОС, 2007. С. 141–214.

Tuchkova M.I. A lithology of lower-sredneursky deposits of Greater Caucasus (sedimentation, mineral structure, secondary transformations, the paleogeograficheskyy and paleodinamicheskyy investigations) // Greater Caucasus during the Alpine era. M.: GEOS, 2007. P. 141–214 (in Russian).

10. Климат: Карачаево-Черкесия. URL: <https://ru.climate-data.org/location/29363/> (дата обращения: 23.07.2018).

Climate: Karachay-Cherkessia. URL: <https://ru.climate-data.org/location/29363/> (data obrashheniya: 23.07.2018) (in Russian).

11. Ромашкевич А.И. Горное почвообразование и геоморфологические процессы. М.: Наука, 1988. 148 с.

Romashkevich A.I. Mountain soil formation and geomorphological processes. M.: Nauka, 1988. 148 p. (in Russian).

12. Исаченко А.Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. М.: Высш. школа, 1991. 365 с.

Isachenko A.G. Landshaftovedeniye and physiographic division into districts. M.: Vy'ssh. shkola, 1991. 365 p. (in Russian).

13. Кипкеева П.А., Потапенко Ю.Я. Геоэкологическая ситуация в пределах дна долины реки Теберды (Северный Кавказ) // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2016. Т. 10. № 3. С. 108–112.

Kipkeeva P.A., Potapenko Yu.Ya., The Geoecological Situation within the Bottom of the Teberda River Valley (the North Caucasus) // Izvestiya Dagestanskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Estestvenny'e i tochny'e nauki. 2016. T. 10. № 3. С. 108–112. P. 104–110 (in Russian).

14. Тамбиев Б., Узденов У Карачаево-Черкесия. Чарующая красота гор (альбом). Эссенцуки: Творческая мастерская БЛГ, 2009. 136 с.

Tambiyev B., Uzdenov U Karachay-Cherkessia. Bewitching beauty of mountains (album). Yessentuki: Creative workshop BLG, 2009. 136 p. (in Russian).

УДК 556.51:544(571.56)

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВОДЫ ПОЛИГОНАЛЬНЫХ ВОДОЕМОВ РЕСУРСНОГО РЕЗЕРВАТА «КЫТАЛЫК» (БАССЕЙН РЕКИ ИНДИГИРКА)

¹Левина С.Н., ²Ядрихинский И.В., ¹Городничев Р.М., ¹Давыдова П.В.,
¹Пестрякова Л.А., ³Перепелица И.М., ¹Ушницкая Л.А.

¹ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова»,

Якутск, e-mail: levina_sardan@mail.ru;

²ООО «Газпром добыча Ноябрьск», Ноябрьск;

³АО «АльфаСтрахование», Москва

В работе приведена характеристика основных физико-химических параметров воды 27 полигональных водоемов, расположенных на территории ресурсного резервата Кыталык (бассейн р. Индигирка). Все водоемы расположены севернее полярного круга в зоне сплошного распространения многолетнемерзлых пород, образованы в результате протаивания грунтового льда и являются широко распространенным компонентом типичной тундры региона. Вода рассмотренных водоемов характеризуется высокой прозрачностью, низкими значениями минерализации (15–140,3 мг/л) и общей жесткости (1–1,7 мг-экв/л) и главным образом слабо-кислой реакцией среды (pH 5,5–7,1). Среди главных ионов преобладают сульфаты, гидрокарбонаты, магний и кальций. Характерной особенностью исследуемых водоемов являются высокие концентрации общего железа, вероятно, отражающие повышенное его содержание в подстилающих горных породах, что является характерной особенностью и для озер севера Якутии. Несмотря на установленное сходство в химическом составе воды полигональных водоемов различного местоположения (на территории едомы, верхнего, нижнего аласов и в пойме р. Берелех) обнаружены также и различия. Так для водных объектов едомы и верхнего аласа отмечены главным образом приблизительно равные доли ионов кальция и магния, а также преобладание сульфат-анионов, в то время как для водоемов нижнего аласа отмечается схожее распределение среди катионов, а также преобладание в отдельных случаях сульфатов или гидрокарбонатов. Для водных объектов поймы установлено повсеместное преобладание кальция, а также значительное увеличение, в сравнении с другими водоемами, процентного количества гидрокарбонатов. Различие ионного состава воды, вероятно, указывает на значительное влияние условий местоположения каждого конкретного водоема, а также на особенности химического состава и преобладание одного из источников питания (атмосферные осадки, грунтовой лед и речная вода).

Ключевые слова: река Индигирка, полигональные водоемы, гидрохимия, физико-химические показатели, Северо-Восток Якутии

PHYSICAL AND CHEMICAL FEATURES OF POLIGONAL PONDS WATER IN THE WILDERNESS PROTECTION ZONE «KYTALYK» (INDIGIRKA RIVER BASIN)

¹Levina S.N., ²Yadrikhinskiy I.V., ¹Gorodnichev R.M., ¹Davydova P.V.,
¹Pestryakova L.A., ¹Perpelitsa I.M., ¹Ushnitskaya L.A.

¹M.K. Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk, e-mail: levina_sardan@mail.ru;

²LLC «Gazprom dobycha Noyabrsk», Noyabrsk;

³AlfaStrakhovanie Group, Moscow

In the article we show the characterization of main physical and chemical parameters of water of 27 polygonal ponds located on the territory of the Wilderness Protection Zone «Kytalyk» (Indigirka River basin). All water objects located north of the Arctic circle in the zone of distribution of permafrost rocks. Water of the considered reservoirs characterized by high transparency, low values of mineralization (15-140, 3 mg/l) and total hardness (1-1,7 mg-EQ/l) and, mainly, by weakly acidic reaction of the medium (pH 5,5-7,1) and weakly acidic reaction of the medium (pH 5,5-7,1). Among the main ions dominated by sulfates, hydrocarbons, magnesium and calcium. A characteristic feature of the studied reservoirs are high concentrations of total iron probably reflecting its increased content in the underlying rocks, which is a characteristic feature for the lakes of the North of Yakutia. Despite the established similarity in the chemical composition of water polygonal ponds of various locations (on-site edoma, upper, lower alas and in the floodplain of Berelekh) also found differences. So for edoma's water bodies and the upper alas are marked, mainly, approximately equal shares of the ions of calcium and magnesium, and a predominance of the sulfate anions, while for water bodies of the lower alas it is noted a similar distribution of cations, as well as the predominance in some cases, sulfates or bicarbonates. For water bodies of the floodplain there is a widespread prevalence of calcium, as well as a significant increase in the percentage of hydrocarbonates in comparison with other reservoirs. The difference in the ionic composition of water probably indicates a significant impact of the location of each specific reservoir, as well as the peculiarities of the chemical composition and the predominance of one of the sources of power (precipitation, ice and river water).

Keywords: Indigirka river, polygonal ponds, hydrochemistry, physico-chemical parameters, North-East of Yakutia

Российская Арктика представляет собой сосредоточение стратегически важных для страны территорий, характеризующихся богатством минерально-сырьевых ресурсов, обширными ненарушенными

природными экосистемами, являющимися местообитанием ценных представителей флоры и фауны [1, 2]. Одним из основных элементов ландшафтов арктических территорий, во многом определяющим

облик и особенности функционирования местных экосистем, являются разнообразными водоемы. Особым типом такого рода объектов являются водные образования, формирующиеся в результате протаивания грунтовых жильных льдов, именуемые полигональными водоемами. Несмотря на высокую значимость для народного хозяйства арктическая территория Якутии в целом и отдельные ее компоненты в частности, в том числе и полигональные водоемы, исследованы слабо (ввиду удаленности и ограниченной транспортной доступности территории), именно поэтому проведение настоящего исследования обладает высокой степенью актуальности.

Основная цель данной работы – исследование современных физико-химических особенностей полигональных водоемов и влияние на них условий (категорий ландшафтов) местоположения водоемов.

Материалы и методы исследования

Объектом настоящей работы являются 27 полигональных водоемов (рис. 1), распо-

ложенных на правом берегу р. Берелех в ресурсном резервате (РР) «Кыталык» (бассейн р. Индигирка), созданном с целью сохранения типичных тундровых экосистем и якутских популяций ценных представителей флоры (селезеночник четырехтычинковый, белоцер Коцебу) и фауны (сибирский журавль-стерх, розовая чайка, лебедь-кликун и др.). Полевые исследования выполнены в рамках российско-германской экспедиции, реализованной с 21 июля по 24 августа 2011 г. Отбор и консервация проб воды на химический анализ проведена в соответствии со стандартными методиками (ГОСТ 31861-2012), прозрачность воды определена с использованием диска Секки. Лабораторные исследования воды проведены с применением широко используемых методов (ГОСТ 4151-72; ПНД Ф 14.1:2.1-95; ПНД Ф 14.1:2.50-96; ПНД Ф 14.2.99-97; ПНД Ф 14.1:2.4.157-99; ПНД Ф 14.1:2.4.167-2000; РД 52.24.433-2005). Более подробное описание методики исследования приведено в ранее опубликованной авторами настоящего исследования работе [3].

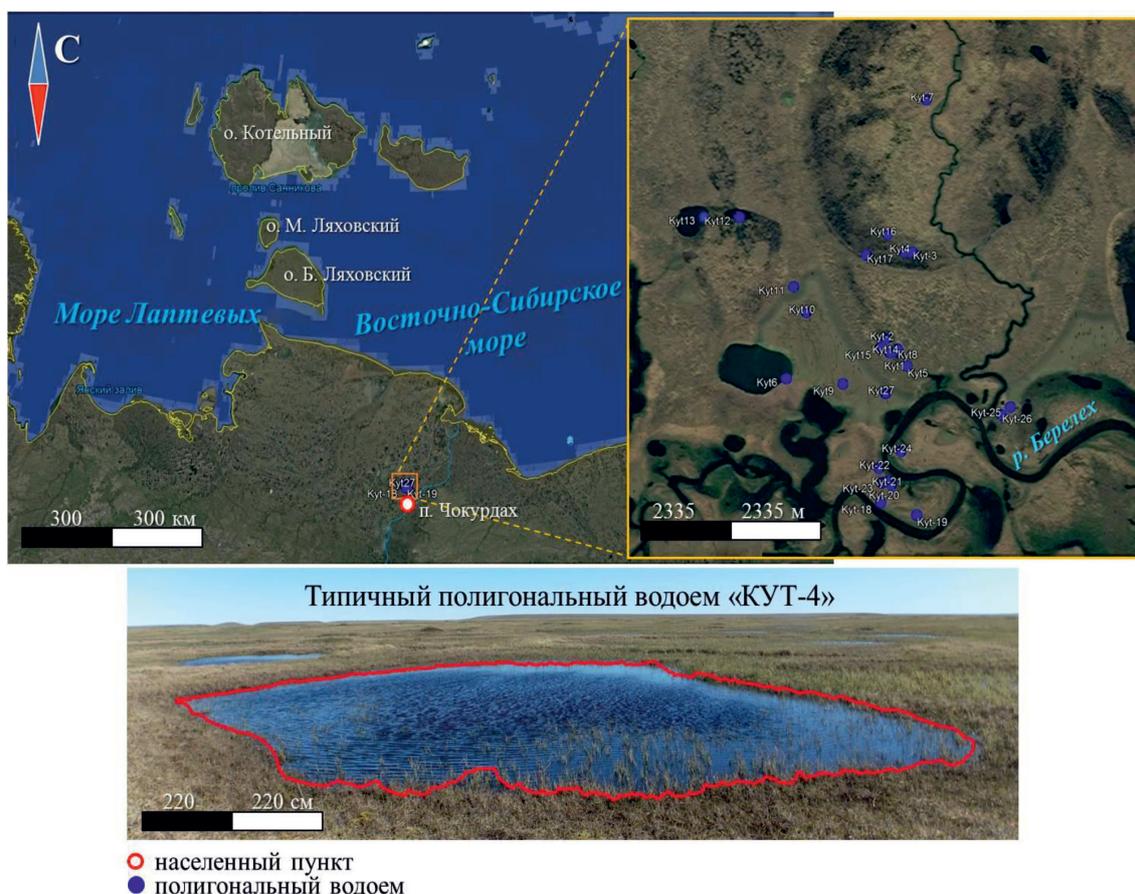


Рис. 1. Район исследования

Результаты исследования и их обсуждение

В соответствии с мерзлотно-ландшафтным районированием Якутии [4], а также основываясь на особенностях микро- и мезорельефа территории, на которой расположены водоемы, произведено выделение четырех групп объектов исследования: I – водоемы, располагающиеся на едомах; II – водоемы 1-й надпойменной террасы р. Берелех; III – водоемы нижнего уровня аласа; IV – водоемы верхнего уровня аласа. Ниже приведена характеристика основных физико-химических параметров воды объектов исследования.

Важным физическим параметром состояния воды является ее прозрачность, зависящая главным образом от содержащихся в толще воды взвешенных минеральных частиц и микроорганизмов (рис. 2). Роль последних особенно велика для водных объектов, где наблюдается «цветение» – период наиболее благоприятных условий для жизнедеятельности микроорганизмов, что обуславливает высокую их численность и снижение поступления солнечного света в толщу воды. В период исследования видимого цветения водоемов РР «Кыталык» не наблюдалось, что обусловлено суровыми климатическими условиями, в которых располагаются водоемы и низким уровнем их трофности. Все обследованные полигональные водоемы обладают небольшой максимальной глубиной (от 0,1 до 0,7 м) и во всех случаях характеризуются прозрачностью «до дна» котловины даже в наиболее глубоких частях водо-

емов, что является благоприятным условием для фотосинтезирующих микроорганизмов (планктонных и бентосных водорослей различных систематических групп).

Еще одним важным для жизнедеятельности гидробионтов фактором является концентрация растворенного в воде кислорода. В целом для всех обследованных полигональных водоемов характерна высокая его концентрация (5,4–12 мг/л), обусловленная низким его расходом на процессы жизнедеятельности и, следовательно, небольшими затратами на процессы биохимического окисления разлагающихся органических соединений. Важнейшим фактором, обуславливающим низкую биологическую продуктивность водоемов, должно быть полное промерзание их водной толщи в период отрицательных температур.

Водородный показатель pH в исследуемых водоемах колеблется от 5,5 до 7,1 (рис. 3). По результатам анализов, вода была охарактеризована как слабокислая (при pH = 5,0–6,5, 78% водоемов) и нейтральная (при pH = 6,5–7,5, 22%). Нейтральной средой обладают только пойменные водоемы, вероятно, эпизодически обводняемые в период высокой воды на р. Берелех. Вода остальных водоемов подкислена, что является типичным состоянием для тундровых водоемов территории и, вероятно, указывает на определяющее значение осадков в качестве источника питания, водородный показатель которых характеризуется слабокислыми значениями.

Максимальная глубина и прозрачность, м

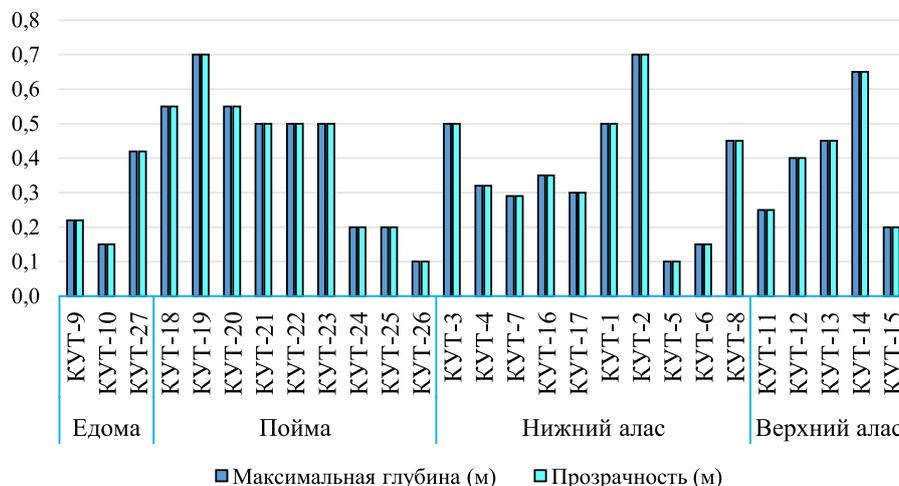


Рис. 2. Соотношение прозрачности воды со средним значением максимальных глубин

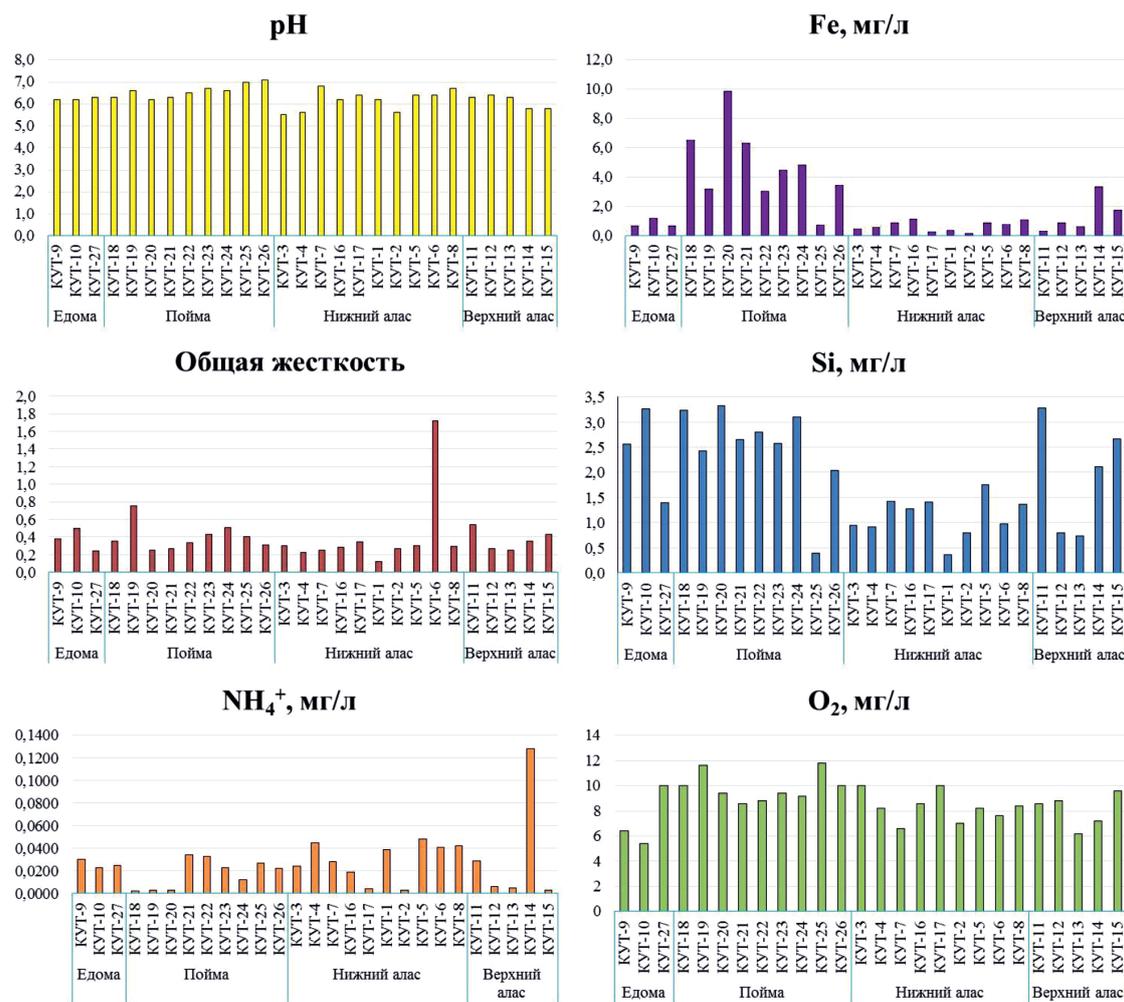


Рис. 3. Основные физико-химические параметры воды полигональных водоемов

По значениям общей жесткости вода была отнесена к категории «очень мягкая» (менее 1,5 мг-экв/л). Исключением является только водоем КУТ-6 (рис. 3) с относительно высоким содержанием солей (вода «мягкая»). В исследуемый период изученные водоемы имели низкую минерализацию воды, колеблющуюся от 15 до 140,3 мг/л, при среднем значении 32,5 мг/л (табл. 1), что позволяет охарактеризовать водоемы как обладающие ультрапресной водой. Наименее минерализованными оказались воды нижнего аласа (от 20,3 до 30,0, при среднем значении – 24,4 мг/л). Относительно высокая минерализация со значением 140,3 мг/л была отмечена в водоеме КУТ-6, расположенном на верхнем аласе РР «Кыталык». Общая низкая минерализация водоемов является закономерным результатом особен-

ностей водного баланса территории, характеризующейся превышением количества выпадающих на территории осадков над количеством испарившейся влаги, что является причиной постоянного притока «свежей» порции воды, превышая количество испарившейся влаги, способствующей повышению уровня «неиспаряющихся» солей.

Железо – один из важнейших биогенных микроэлементов, играет важную роль в процессах жизнедеятельности организмов (процессы дыхания, фотосинтеза и др.), является одним из наиболее распространенных элементов окружающей среды. В исследованных водоемах концентрация общего железа варьирует от 0,2 (КУТ-17, нижний алас) до 9,9 (КУТ-20, пойма) мг/л, при среднем 2,2 мг/л (рис. 3). Следует отметить, что рыбохозяйственный норматив ПДК (предельно

допустимая концентрация) [5] общего железа равен 0,1 мг/л, и все водоемы характеризуются превышениями концентрации данного компонента (от 1,8 до 99 ПДК). Было отмечено, что в водоемах других ландшафтов, превышение нормативов ПДК значительно ниже, чем в пойменных водоемах, вероятно обогащаемых железом периодически в результате попадания речных вод. В целом высокое содержание железа является особенностью водных объектов северной части Якутии [6] и, вероятно, является результатом высокого фонового содержания железа в подстилающих горных породах.

Концентрация кремния, одного из наиболее распространенных элементов земной коры, в изученных водоемах колеблется от 0,4 (КУТ-1) до 3,3 (КУТ-11) мг/л (оба водоема расположены на верхнем аласе), при среднем значении – 1,9 мг/л (рис. 3). Высокое его содержание отмечено в водоемах едомных обнажений и поймы р. Берелех (в среднем до 2,5 мг/л). Наибольшее среднее содержание кремния (до 0,03 мг/л) зафиксировано в водоемах верхнего аласа. Кремний

является важнейшим элементом для жизнедеятельности одной из основных групп организмов-продуцентов полигональных водоемов – диатомовых водорослей (отдел Bacillariophyta), он поступает в воду главным образом при ее контакте с горными породами, обогащенными данным элементом (песок, глина и др.).

Аммоний-ион (NH_4^+) в природных водах накапливается при растворении в воде газа – аммиака (NH_3), образующегося при биохимическом распаде азотсодержащих органических соединений [7]. Растворенный аммиак может поступать в небольшие термокарстовые водоемы с поверхностным стоком и атмосферными осадками. Концентрация аммония в изученных водоемах невысока и меняется незначительно, от 0,002 (КУТ-18, пойма) до 0,13 мг/л (КУТ-14, верхний алас), при среднем 0,03 мг/л (рис. 3).

Главнейшие ионы воды. Состав главных катионов воды водоемов местности Кыталык характеризуется преобладанием ионов Ca^{2+} , со значением 21,2 мг/л (КУТ-6), при среднем значении показателя 4,7 мг/л (рис. 4).

Таблица 1

Физико-химические показатели водоемов аласа Кыталык

Параметр	Водоемы			
	Едомы	Поймы	Нижнего аласа	Верхнего Аласа
Прозрачность (м)	$\frac{0,2-0,4}{0,3^*}$	$\frac{0,1-0,7}{0,4}$	$\frac{0,3-0,5}{0,4}$	$\frac{0,1-0,7}{0,4}$
pH	$\frac{6,2-6,3}{6,2}$	$\frac{6,2-7,1}{6,6}$	$\frac{5,5-6,8}{6,1}$	$\frac{5,6-6,8}{6,2}$
Общая жесткость (мг-экв/л)	$\frac{0,2-0,4}{0,4}$	$\frac{0,2-0,8}{0,4}$	$\frac{0,2-0,3}{0,3}$	$\frac{0,1-1,7}{0,5}$
Минерализация (мг/л)	$\frac{20,8-38,0}{30,0}$	$\frac{18,7-61,5}{32,3}$	$\frac{20,3-30,0}{24,4}$	$\frac{15,0-140,3}{37,5}$
$\text{Fe}_{\text{об}}$ (мг/л)	$\frac{0,7-1,2}{0,9}$	$\frac{0,7-9,9}{4,7}$	$\frac{0,2-1,1}{0,7}$	$\frac{0,2-3,3}{1,0}$
Si (мг/л)	$\frac{1,4-3,3}{2,4}$	$\frac{0,4-3,3}{2,5}$	$\frac{0,9-1,4}{1,2}$	$\frac{0,4-3,3}{1,5}$
Ca^{2+} (мг/л)	$\frac{2,0-5,3}{3,7}$	$\frac{2,9-8,4}{4,4}$	$\frac{1,9-3,5}{2,6}$	$\frac{1,1-21,2}{4,9}$
Mg^{2+} (мг/л)	$\frac{1,8-2,8}{2,3}$	$\frac{1,3-4,1}{2,2}$	$\frac{1,9-3,5}{2,6}$	$\frac{1,3-2,0}{1,8}$
NH_4^+ (мг/л)	$\frac{0,023-0,03}{0,03}$	$\frac{0,002-0,034}{0,02}$	$\frac{0,004-0,045}{0,02}$	$\frac{0,003-0,13}{0,03}$
$\sum \text{Na}^+ + \text{K}^+$ (мг/л)	$\frac{1,2-1,6}{1,6}$	$\frac{0,7-2,2}{1,2}$	$\frac{0,7-2,7}{1,7}$	$\frac{0,6-3,6}{1,6}$
HCO_3^- (мг/л)	$\frac{3,4-13,0}{7,9}$	$\frac{6,9-33,1}{15,3}$	$\frac{3,2-14,2}{8,8}$	$\frac{2,7-89,7}{18,0}$
SO_4^{2-} (мг/л)	$\frac{11,5-15,4}{14,1}$	$\frac{5,3-13,0}{15,3}$	$\frac{3,2-14,2}{9,1}$	$\frac{6,2-12,0}{9,9}$
Cl (мг/л)	$\frac{0,2-0,4}{0,3}$	$\frac{0,2-0,7}{0,5}$	$\frac{0,1-0,5}{0,3}$	$\frac{0,1-2,1}{0,5}$

Примечание. Под чертой указаны средние значения параметра.

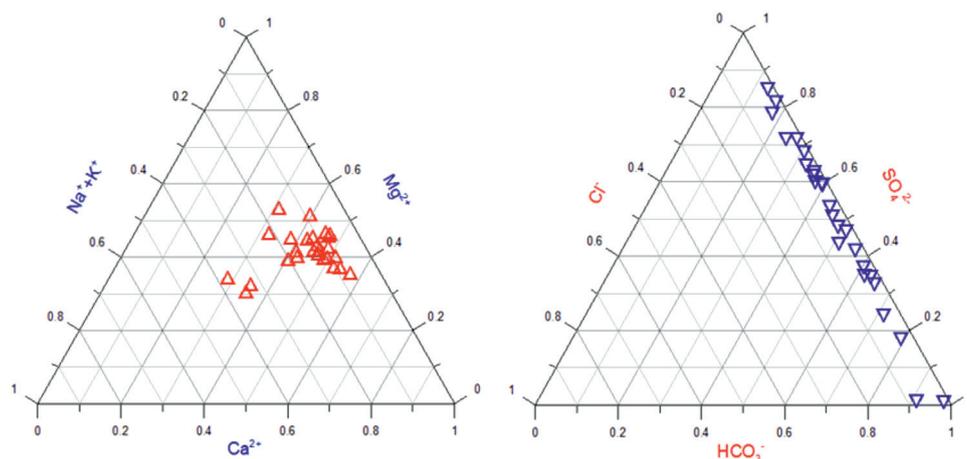


Рис. 4. Главнейшие ионы воды водоемов местности Кыталык

Таблица 2

Основные свойства и классификация химического состава воды водоемов местности Кыталык по группам

Группы	Основные свойства состава воды по Курлову	Класс химического состава воды по Алекину
Едомы	$M 0,03 \frac{SO_4 67 HCO_3 31}{Mg 40 Ca 39 [Na 15]}$ pH 6,2 Ж 0,4 вода гидрокарбонатно-сульфатная кальциево-магниевая, ультрапресная	Класс сульфатных, группа кальциевых, 2 тип
Пойма р. Берелех	$M 0,04 \frac{HCO_3 57 SO_4 40}{Ca 35 Mg 29 [Na 9]}$ pH 6,6 Ж 0,4 вода сульфатно-гидрокарбонатная магниевое-кальциевая, ультрапресная	Класс гидрокарбонатных, группа кальциевых, 2 тип
Нижний алас	$M 0,03 \frac{SO_4 55 HCO_3 42}{Mg 39 Ca 34 [Na 20]}$ pH 6,1 Ж 0,3 вода гидрокарбонатно-сульфатная кальциево-магниевая, ультрапресная	Класс сульфатных, группа магниевых, 2 тип
Верхний алас	$M 0,04 \frac{HCO_3 63 SO_4 34}{Ca 50 Mg 39 [Na 12]}$ pH 7,5 Ж 0,4 вода сульфатно-гидрокарбонатная магниевое-кальциевая, ультрапресная	Класс гидрокарбонатных, группа кальциевых, 2 тип

За исключением водоема КУТ-6 (верхний алас), для состава главных анионов всех водоемов аласа Кыталык было характерно преобладание гидрокарбонатов и сульфатов. В водоемах едомы в анионном составе вод содержание гидрокарбонатов колеблется от 63 % (верхний алас) до 31 % (едома) мг-экв/л, при среднем содержании 41 %. Среди всех групп водоемов (13,8 мг/л) эта группа характеризуется наибольшим средним содержанием анионов сульфатов. В табл. 2 приведена характеристика химического состава воды (по сред-

ним значениям концентраций) групп объектов исследования по М.Г. Курлову и по О.А. Алекину [8].

В целом для водоемов верхнего аласа и едомы характерно преобладание сульфат-анионов над гидрокарбонатами с приблизительно равными количествами ионов кальция и магния. Для большей части водоемов нижнего аласа отмечены приблизительно равные высокие доли ионов кальция и магния (лишь для трех водоемов зафиксировано более значимое превышение одного из указанных ионов), в структуре анионов

в 56% случаев преобладают сульфаты, в 45% – гидрокарбонаты. Во всех водоемах поймы отмечено преобладание ионов кальция, а среди анионов в 44% случаев доминируют гидрокарбонаты, в 22% – сульфаты и в 33% – наблюдаются приблизительно равные доли сульфатов и гидрокарбонатов. Значительное преобладание ионов кальция и повышенное количество гидрокарбонатов в воде полигональных водоемов поймы может быть свидетельством воздействия вод р. Берелех в период высокого ее уровня.

Заключение

Полигональные водоемы ресурсного резервата «Кыталык» обладают высокой прозрачностью, ультрапресной (минерализация 15–140,3 мг/л), главным образом, очень мягкой (общая жесткость 0,1–1,7 мг-экв/л) и слабокислой водой (рН 5,5–7,1). Среди главных ионов преобладают сульфаты, гидрокарбонаты, магний и кальций. Характерной особенностью исследуемых полигональных водоемов являются высокие концентрации общего железа, вероятно, отражающие повышенное его содержание в подстилающих горных породах, что является характерной особенностью и для озер севера Якутии [9]. Несмотря на высокую общность компоненты химического состава воды обнаруживают значительную разность в зависимости от местоположения водоемов. Так, для водных объектов едомы и верхнего аласа отмечены главным образом приблизительно равные доли ионов кальция и магния, а также преобладание сульфат-анионов, в то время как для водоемов нижнего аласа отмечается схожее распределение среди катионов, а также преобладание в отдельных случаях сульфатов или гидрокарбонатов. Для водных объектов поймы установлено повсеместное доминирование кальция, а также значительное увеличение, в сравнении с другими водоемами, процентного количества гидрокарбонатов. Различие ионного состава воды указывает на значительное влияние условий местоположения каждого конкретного водоема, а также на особенности химического состава и роли источников питания водоемов (атмосферные осадки, грунтовый лед и речная вода).

Авторы выражают глубокую благодарность всем участникам российско-германской экспедиции «Кыталык – 2011», в том числе Андрею Шнейдер, Лутцу Ширмейстеру, Фабиану Бишбауму, Хансу Юостену, Аннетте Телтевской, Юлиане Сейферт,

Виктору Ситало, Любове Кохановой, Владимиру Тумскому, Евгении Жуковой и Зинаиде Атласовой.

Работа выполнена в рамках проекта РФФИ 11-04-91332-ННЮ. «Полигоны в болотах тундры: динамика и ответ на изменчивость климата в полярных регионах» 2011-2013, проектного финансирования СВФУ им. М.К. Аммосва (приказ 494-ОД от 02.05.2017 г.) «Палеоэкологические и биоиндикационные исследования водных экосистем криолитозоны Северо-Востока России в условиях изменения климата и антропогенного пресса», проектной части государственного задания в сфере научной деятельности Министерства образования и науки РФ по заданию 5.2711.2017/ПЧ. «Биогеографические закономерности биоты озер арктической зоны Северо-Востока Российской Федерации», а также проекта РФФИ-регион № 15-45-05063 р_восток_a «Палеоэкологические исследования голоценовой истории озер бассейна реки Индигирка».

Список литературы / References

1. Городничев Р.М., Спиридонова И.М., Пестрякова Л.А. Сходство таксономического состава диатомовых водорослей озер Севера Якутии [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 3. URL: <http://www.science-education.ru/123-20117> (дата обращения: 29.06.2018).
2. Gorodnichev R.M., Spiridonova I.M., Pestryakova L.A. Similarity of diatom assemblages from lakes in the North of Yakutia // Modern problems of science and education. 2015. № 3. URL: <http://www.science-education.ru/123-20117> (data obrashheniya: 29.06.2018) (in Russian).
3. Городничев Р.М., Спиридонова И.М., Пестрякова Л.А. Разнообразие диатомовых водорослей водоемов северной части Якутии [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 3. URL: <http://www.science-education.ru/123-19641> (дата обращения: 09.06.2018).
4. Gorodnichev R.M., Spiridonova I.M., Pestryakova L.A. Diversity of diatom algae from lakes in the northern part of Yakutia // Modern problems of science and education. 2015. № 3. URL: <http://www.science-education.ru/123-19641> (data obrashheniya: 29.06.2018) (in Russian).
5. Ядрихинский И.В., Городничев Р.М., Пестрякова Л.А. Морфометрические и гидрохимические параметры термокарстовых водоемов Севера Якутии // Успехи современного естествознания. 2016. № 8. С. 225–231.
6. Yadrkhinskiy I.V., Gorodnichev R.M., Pestryakova L.A. Morphometrical and hydrochemical parameters of the termokarst ponds in the Northern Yakutia // Advances in current natural sciences. 2016. № 8. P. 225–231 (in Russian).
7. Федоров А.Н., Ботулу Т.А., Варламов С.П. Мерзлотно-ландшафтная карта Якутии (Пояснительная записка к мерзлотно-ландшафтной карте Якутской АССР масштаба 1:2 500 000). Новосибирск: ГУГК, 1989. 170 с.
8. Fedorov A.N., Botulu T.A., Varlamov S.P. Permafrost landscapes of Yakutia (Sketch-book for Permafrost-Landscape map of Yakutian ASSR scale 1:2 500 000). Novosibirsk: GUGK, 1989. 170 p. (in Russian).
9. Приказ Росрыболовства от 18 января 2010 № 20. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно-допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения [Электронный ресурс]. URL: <http://www.fish.gov.ru/files/documents/>

otraslevaya_deyatelnost/ohrana_vodnyh_bioresursov/npafoiv-2.pdf (дата обращения: 09.08.2018).

Order of Rosrybolovstvo of January 18, 2010 No. 20. About the approval of standards of quality of water of water objects of fishery value, including standards of maximum-permissible concentration of harmful substances in waters of water objects of fishery value. [Elektronny'j resurs]. URL: http://www.fish.gov.ru/files/documents/otraslevaya_deyatelnost/ohrana_vodnyh_bioresursov/npafoiv-2.pdf (data obrashheniya: 09.08.2018) (in Russian).

6. Пестрякова Л.А. Диатомовые комплексы озер Якутии: монография. Якутск: Изд-во ЯГУ, 2008. 197 с.

Pestryakova L.A. Diatomovye kompleksey of the lakes of Yakutia: monograph. Yakutsk: YaGU, 2008. 197 p. (in Russian).

7. Муравьев А.Г. Руководство по определению показателей качества воды полевыми методами. 3-е изд. СПб.: «Крисмас+», 2004. 248 с.

Muravyev A.G. Guide to definition of indicators of quality of water of field methods. 3rd prod. SPb.: «Krismas +», 2004. 248 p. (in Russian).

8. Алекин О.А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеоздат, 1953. 296 с.

Alekin O.A. Fundamentals of hydrochemistry. L.: Gidrometeoizdat, 1953. 296 p. (in Russian).

9. Ушницкая Л.А., Городничев Р.М., Спиридонова И.М., Пестрякова Л.А. Предварительная лимнологическая характеристика водоемов полуострова Фаддеевский (Новосибирские острова) // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2013. № 8 (2). С. 189–192.

Ushnitskaya L.A., Gorodnichev R.M., Spiridonova I.M., Pestryakova L.A. Preliminary limnological characteristic of water reservoirs of Faddeyevsky peninsula (New Siberian Islands) // Mezhdunarodny'j zhurnal prikladny'x i fundamental'ny'x issledovaniy. 2013. № 8 (2). P. 189–192 (in Russian).

УДК 631.111.3:631.452

ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ КАК ЭЛЕМЕНТ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ

Подколзин О.А., Соколова И.В., Перов А.Ю., Кильдюшкин В.М., Давиденко Г.А.

*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»,
Краснодар, e-mail: irin-sokolova@yandex.ru*

Россия входит в пятерку мировых лидеров по площади пашни на душу населения, располагая девятью процентами всех пахотных земель мира. Нерациональное использование, а также неэффективное перераспределение имеющихся ресурсов приводит к потере почв и сокращению доходов жителей государства. Территория Крымского полуострова особенно нуждается в сохранении почв, и первая решаемая задача – инвентаризация земель. Основной целью данного исследования являлось определение собственников земельных участков, неостребованных земель, измерение их площадей. В статье изложены результаты инвентаризации земель сельскохозяйственного назначения Ленинского района Республики Крым, описана территория, ее состав, структура, выявленные в сельском хозяйстве региона проблемы, обозначены пути их решения. В работе приведены результаты трех основных этапов проведенной инвентаризации: подготовительного, полевого и камерального. Осуществлялись объезды сельскохозяйственных угодий, непосредственно проводилось уточнение границ, видов угодий и уточнение культур предыдущего и текущего годов. Использовались архивные схемы внутрихозяйственного землеустройства, кадастровые планы территории, а также новые средства и технологии, системы наблюдений, сбора и обработки информации, в том числе на основе данных космической съемки, дистанционного зондирования Земли и др. Определены границы сельхозугодий указанного района и их площади, изучены почвы, создана геоинформационная карта-схема местности. Семантическая информация заносилась в инвентаризационные ведомости. Все материалы прошли уточнение и согласование с представителями муниципальных образований, главами, заместителями глав и землеустроителями. По результатам проведенной инвентаризации сформулированы и научно обоснованы выводы и предложения, позволяющие сохранить и повысить плодородие, а также увеличить продуктивность крымской земли.

Ключевые слова: земли сельскохозяйственного назначения, инвентаризация, рациональное использование, земельный фонд, Республика Крым, земельная политика

INVENTORY OF LANDS OF AGRICULTURAL PURPOSE AS ELEMENT OF THE CONTROL SYSTEM OF LAND RESOURCES

Podkolzin O.A., Sokolova I.V., Perov A.Yu., Kildyushkin V.M., Davidenko G.A.

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kuban State Agrarian University
named after I.T. Trubilin», Krasnodar, e-mail: irin-sokolova@yandex.ru*

Russia is included into quintuple of world leaders in arable land per capita, having 9 percent of all arable lands of the world. Nonrational use and also unefficient redistribution of the available resources leads to loss of soils and reduction of income of residents of the state. The territory of the Crimean peninsula especially needs preservation of soils, and the first solvable task – inventory of lands. A main objective of this research was definition of owners of the land plots, unclaimed lands, measurement of their areas. In article results of inventory of lands of agricultural purpose of Leninsky district of the Republic of Crimea are explained, the territory, its structure, structure revealed in agriculture of the region of a problem is described, paths of their decision are designated. Results of three main stages of the carried-out inventory are given in work: preparatory, field and cameral. Detours of agricultural grounds were carried out, specification of borders, types of grounds and specification of cultures of the last and current years was immediately carried out. Archival schemes of intraeconomic land management, cadastral plans of the territory and also new means and technologies, the systems of observations, data collection and processing, including on the basis of data of space shooting, remote sensing of the earth, etc. were used. Borders of farmlands of the specified area and their area are defined, soils are studied, the geoinformational schematic map of the area is created. Semantic information was entered in inventories. All materials underwent specification and coordination with representatives of municipal units, heads, deputies of heads and land surveyors. By results of the carried-out inventory the conclusions and offers allowing to keep and increase fertility and also to increase efficiency of the Crimean earth are formulated and evidence-based.

Keywords: earth of agricultural purpose, inventory, rational use, land fund, Republic of Crimea, land policy

Главное богатство России – плодородная земля. При грамотном использовании она может давать рекордные урожаи и, соответственно, серьезные поступления в бюджет. Регулирование процессов социально-экономического развития агропромышленного комплекса страны и ее регионов базируется на широком комплексном использовании

возможностей современных информационных и геоинформационных технологий.

Изучение сложившихся проблем в использовании стратегического ресурса страны – земли, является одной из актуальнейших тем для различных современных исследований в контексте достижения целей устойчивого развития [1]. Одной

из главнейших проблем в управлении земельными ресурсами и их использовании является потеря достоверной информации о количественном и качественном состоянии земель сельскохозяйственного назначения, которая является базовой основой для обеспечения механизма регулирования земельного оборота, установления платежей за землю, ведения государственного кадастра недвижимости, землеустройства и контроля за использованием земель [2, 3]. Для внесения и обновления информации применяются инвентаризация и мониторинг [4, 5].

Цели исследования: определение точных границ сельхозугодий района и их площадей; выявление особенностей земель и почв; инвентаризация земель; создание геоинформационной карты-схемы местности.

Материалы и методы исследования

Ленинский район – самый большой по площади район Республики Крым расположен в её восточной части и занимает подавляющую часть Керченского полуострова общей площадью 2918,6 км², что составляет 11,2% от общей территории республики (рис. 1).

В состав Ленинского района входит 1 город (Щёлкино), 2 посёлка городского типа (Ленино и Багерово), 64 села и 1 посёлок, которые объединены в 27 муниципальных

образований: 1 городское поселение и 26 сельских поселений (рис. 2).

Район исторически славится развитым сельским хозяйством, которое традиционно ориентировано на производство зерна, мяса, яиц, шерсти. Основные направления в растениеводстве – выращивание зерновых и технических культур. Площадь земель сельскохозяйственного назначения составляет 234878 га, в том числе сельскохозяйственных угодий 230130 га, из них пашни – 118075 га. В аграрном секторе района осуществляют хозяйственную деятельность 84 предприятия, из числа которых 40 сельскохозяйственных предприятия и 44 фермерских хозяйства. На высоком агротехнологическом уровне ведётся производство сельскохозяйственных культур в ООО «Восток», ООО «СП» «Золотой колос», в СПК «Инициатива», КТ «ТОВ «Семисотка» и компания», ООО «Агро-Дружба и К», ООО «ФХ «Антоненко» и др.

На 01.01.2014 г. земли сельскохозяйственного назначения составляют 234,8 тыс. га, в том числе сельскохозяйственных угодий 230,1 га:

- пашня – 118,1 га;
- залежь – 1,8 тыс. га;
- многолетние насаждения – 1,4 тыс. га;
- сенокосы – 0,14 тыс. га;
- пастбища – 108,1 тыс. га;
- под хозяйственными строениями и дворами – 2,1 тыс. га (рис. 3).



Рис. 1. Ленинский район на карте Крыма

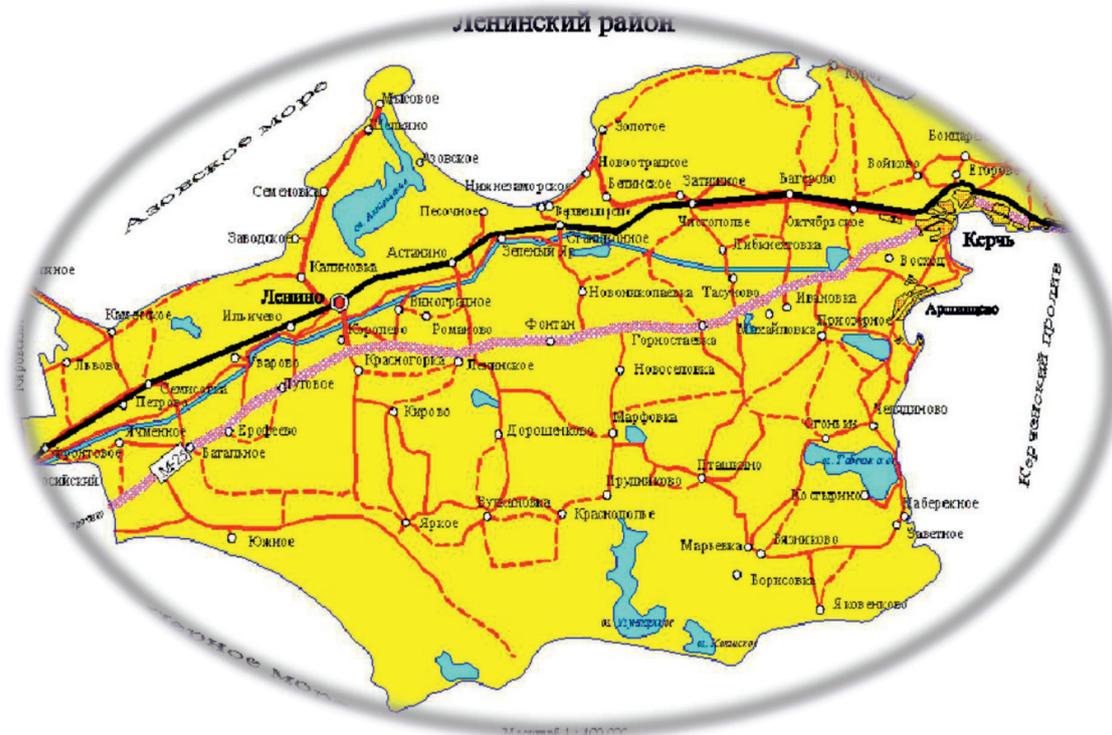


Рис. 2. Карта Ленинского района Республики Крым



Рис. 3. Структура сельскохозяйственных угодий Ленинского района Республики Крым (сведения комитета по земельным ресурсам АР Крым)

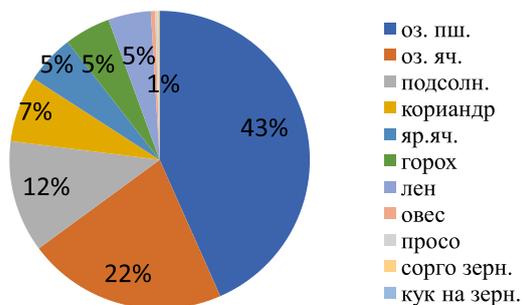


Рис. 4. Диаграмма основных площадей Ленинского района

Основными культурами в структуре посевных площадей являются озимая пшеница – 23,6 тыс. га, озимый ячмень – 11,7 тыс. га. Значительную часть площадей занимают подсолнечник (12%) и кориандр – 7% от общей площади. Помимо основных культур в севооборотах присутствуют горох, лен, овес, просо и сорго (рис. 4). Всего обследовано более 180 тыс. га.

В передовых хозяйствах соблюдается 7-польный севооборот, вариации которого представлены в табл. 1, остальные некрупные КФХ применяют «трехпольку», что отрицательно влияет на состояние плодородия и в целом снижает урожайность сельскохозяйственных культур [6, 7].

Работы по инвентаризации включали три основных этапа: подготовительный, полевой и камеральный.

На полевом этапе осуществлялись:

- уточнение границ контуров и состава сельскохозяйственных угодий (корректировка плано-картографической основы);
- уточнение границ земельных участков, переданных в собственность, владение, пользование и аренду гражданам и юридическим лицам, а также включенных в фонд перераспределения земель;
- вычисление площадей земельных угодий;

Таблица 1

Севооборот в хозяйствах Ленинского района

1 Вариант (МО Виноградненское)	2 Вариант (МО Останинское)	3 Вариант (МО Калининское)	4 Вариант (трехполка)
Пар	Пар	Пар	Пар
Озимая пшеница	Озимая пшеница	Озимая пшеница	Озимая пшеница
Кориандр	Горох	Озимый ячмень	Подсолнечник
Озимый ячмень	Озимая пшеница	Горох	
Горох	Лен	Озимая пшеница	
Озимая пшеница	Яровой ячмень	Озимый ячмень	
Подсолнечник	Подсолнечник	Подсолнечник	

– уточнение правового статуса земель, находящихся в фактическом пользовании и собственности сельскохозяйственных организаций и граждан;

– выявление неиспользуемых земель.

В ходе проведения инвентаризации использовались архивные схемы внутрихозяйственного землеустройства, кадастровые планы территории, космические снимки (рис. 5). Всего было проанализировано более 75 карт и схем.

Семантическая информация заносилась в инвентаризационные ведомости. Все материалы проходили уточнение и согласование с представителями муниципальных образований, главами, заместителями глав и землеустроителями.

Результаты исследования и их обсуждение

Завершающим этапом являлись оцифровка и внесение в геоинформационную оболочку атрибутивной информации, а также проведение векторизации сельскохозяйственных угодий (табл. 2) для последующего вывода информации в виде отчетов и картографической информации. Полученные карты масштаба 1:50000 были оцифрованы при помощи программного обеспечения QGIS с точностью до 4 м. На момент проведения инвентаризации сведения публичной кадастровой карты по данным землям были неактуальны.

Таблица 2

Векторизация сельскохозяйственных угодий Ленинского района Республики Крым

Вид угодий	Количество контуров, шт.
Всего	2162
– Пашня	1473
– Сенокосы и пастбища	612
– Сады	49
– Виноградники	28

В результате инвентаризации были получены следующие данные по использованию земель сельскохозяйственного назначения обследуемого района (табл. 3).

Общая площадь сельскохозяйственных угодий составила 187 га, из них под пашней находится 143 га, пастбища занимают 41,6 га, сенокосы – 0,5 га, сады – 1,2 га, а виноградники – 0,7 га. Не используемые земли сельскохозяйственного назначения составляют 35,3%, почти четверть составляют неиспользуемые пашни и пастбища, не задействована пятая часть сенокосов. Сады и виноградники не используются почти на 100%, они в основном заросли и требуется их раскорчевка, площадь действующих виноградников составила 100 га, что составляет 15% от общей площади.

Так, в Ильичевском МО в 1990-е гг. площадь садов составляла 195 га, а на карте 2016 г. эти сады отсутствуют. Не используются сады и в Останинском муниципальном образовании.

Аналогичная ситуация сложилась и по виноградникам, наблюдается сокращение их площадей во всех муниципальных образованиях.

Однако имеются и положительные примеры, так в Останенском МО с 1990-х гг. по 2016 г. были заложены виноградники на площади 4 га.

Общее состояние садов и виноградников района в период с 1990-х по 2016 г. представлено в табл. 4. Так на 1990-е гг. площадь садов составляла 1200 га, из них остался использованным только 1 га, использование виноградников за указанный период уменьшилось с 3700 до 4 га.

Исследование показало, что потенциал развития виноградарства и садоводства в районе имеется и представлен в разрезе муниципальных образований в табл. 5.

При выполнении работ были использованы новые средства и технологии, системы наблюдений, сбора и обработки ин-

формации. При помощи квадрокоптера DJI Phantom II было проведено дистанционное зондирование земель. Это позволило одновременно вести наблюдение за использованием земли, проводить оценку состояния сельскохозяйственных культур.

Выводы

Работа по инвентаризации земель позволила сделать следующие выводы

и предложения. В Ленинском районе Республики Крым необходимо:

1) ввести в оборот земли под садоводство и виноградарство на площади не менее 4 900 га (табл. 4);

2) раскорчевать неиспользуемые виноградники на площади 690 га и заложить новые (табл. 3);

3) провести работы по созданию проектов под закладку многолетних насаждений;

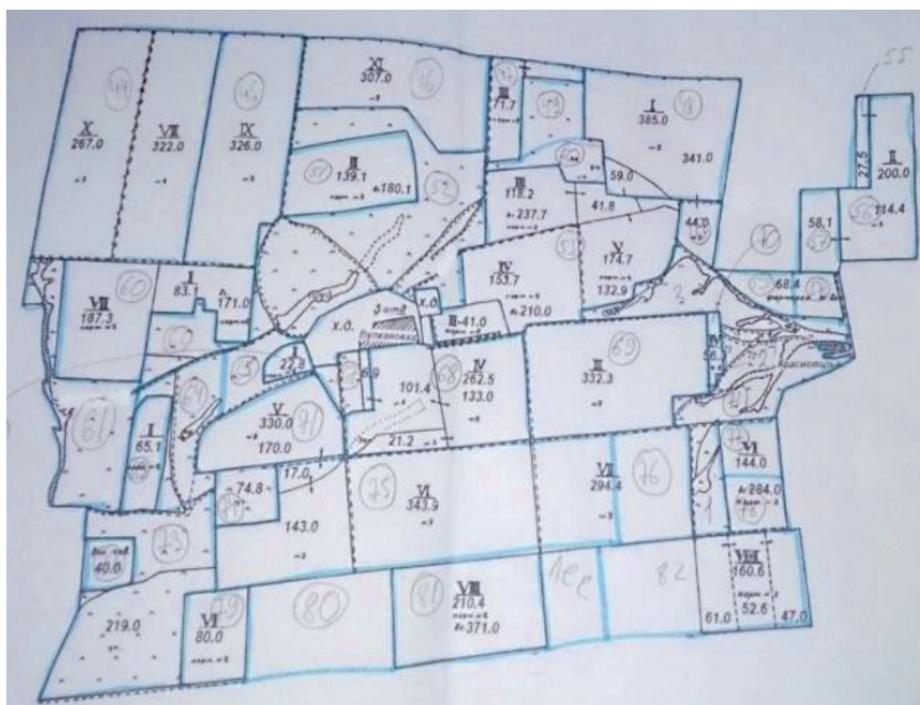
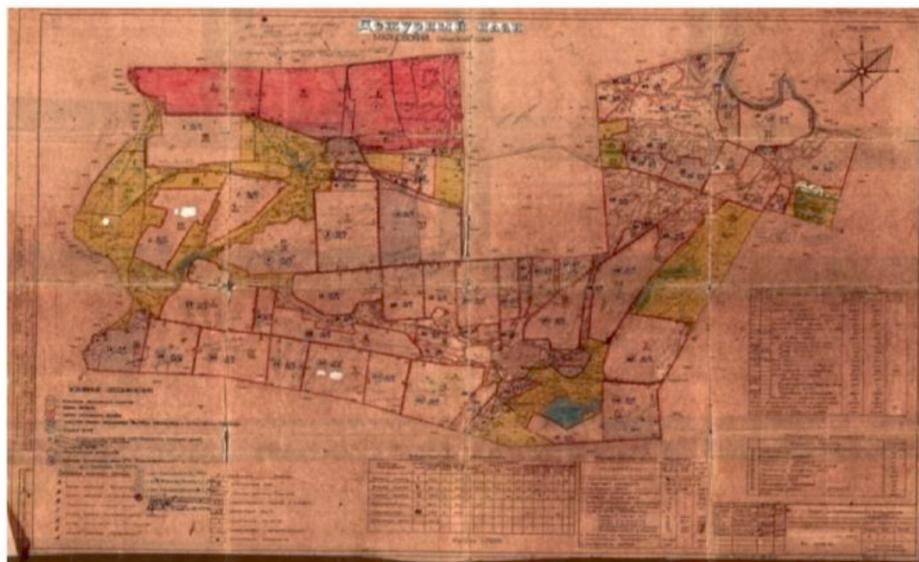


Рис. 5. Схемы внутрихозяйственного землеустройства территории инвентаризации 1986 и 2016 гг.

Таблица 3

Результаты инвентаризации земель сельскохозяйственного назначения
Ленинского района Республики Крым 2015–2016 гг.

Наименование	Всего, тыс. га	Используется, тыс. га	Не используется, тыс. га	Не использ./ общ. пл., %
Земли сельскохозяйственного назначения	187,0	121,0	66,0	35,3
пашня	143,0	89,0	34,0	23,7
пастбища	41,6	31,0	10,6	24,3
сенокосы	0,5	0,4	0,1	20,0
сады	1,2	0,01	1,2	99,0
виноградники	0,7	0,01	0,69	99,0

Таблица 4

Площади виноградников и садов в 1990–2016 гг. в Ленинском районе

Многолетние насаждения	Площадь на 1990 г., га	Площадь на 2016 г., га
Сады	1200	1
Виноградники	3700	4

Таблица 5

Возможности развития садов и виноградников
в муниципальных образованиях Ленинского района

Муниципальное образование	Возможности использования земель под сады, га	Возможности использования земель под виноградники, га
Горностаевское сельское поселение	47	216
Кировское сельское поселение	271	291
Октябрьское сельское поселение	52	140
Семисотское сельское поселение	88	319
Челядиновское сельское поселение	90	255

4) ввести в оборот потенциально пригодную пашню на площади 55 тыс. га, при необходимости с проведением мелиоративных мероприятий (гипсование);

5) провести работы по замене чистых паров на занятые.

Соблюдение технологий выращивания сельскохозяйственных культур, севооборотов, научно обоснованного подхода к применению удобрений и агрохимикатов позволит сохранить и повысить плодородие, увеличить продуктивность крымской земли.

Список литературы / References

1. Шалдунова Н.П. Рациональное использование земель сельскохозяйственного назначения: состояние, проблемы, решения // Пермский аграрный вестник. 2013. № 3. С. 49–54.
Shaldunova N.P. Management of agricultural land: state, problems, solutions // Permskiy agrarny'j vestnik. 2013. № 3. P. 49–54 (in Russian).

2. Волков С.Н., Комов Н.В., Хлыстун В.Н. Как достичь эффективного управления земельными ресурсами в России? // Московский экономический журнал. 2015. № 2. С. 3–7.
Wolves S.N., Komov N.V., Hlystun V.N. How to reach effective management of land resources in Russia? // Moscow economic magazine. 2015. № 2. P. 3–7 (in Russian).

3. Евтушенко А., Есаулко А.Н., Голосной Е.В. Управление земельными ресурсами населенных пунктов на примере Успенского района // Образование. Наука. Производство – 2013 77-я научно-практическая конференция. 2013. С. 45–47.
Yevtushenko A., Esaulko A.N., -part E.V. Management of land resources of settlements on the example of Uspensky dis-

trict // Education. Science. Production – 2013 77th scientific and practical conference. 2013. P. 45–47 (in Russian).

4. Уварова Е.Л., Терлеев В.В. Инвентаризация земель как основа мониторинга земель // Научное обеспечение развития АПК в условиях импортозамещения: сборник научных трудов. СПб., 2018. С. 252–257.

Uvarova E.L., Terleev V.V. Inventory of lands as a basis of monitoring of lands // Scientific ensuring development of agrarian and industrial complex in the conditions of import substitution. Collection of scientific works. SPb., 2018. P. 252–257 (in Russian).

5. Подколзин О.А., Соколова И.В., Осипов А.В., Слюсарев В.Н. Мониторинг плодородия почв земель Краснодарского края // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 68. С. 117–124.

Podkolzin O.A., Sokolova I.V., Osipov A.V., Slyusarev V.N. Soils fertility monitoring in the Krasnodar Territory // Trudy Kubanskogo agrarnogo universiteta. 2017. № 68. P. 117–124 (in Russian).

6. Лисуенко К.Э., Соколова И.В. Оценка состояния почв сельскохозяйственных районов Краснодарского края // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: сборник статей по материалам 72-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2016 год. 2017. С. 231–234.

Lisunencko K.E., Sokolova of I.V. Otsenk of a condition of soils of agricultural areas of Krasnodar Krai // Scientific providing agro-industrial complex: the collection of articles on materials of the 72nd scientific and practical conference of students following the results of research for 2016. 2017. P. 231–234 (in Russian).

7. Слюсарев В.Н., Мышко М.Н., Осипов А.В. Физико-химические свойства почв в различных агроценозах // Энтузиасты аграрной науки. Вып. 10. Труды Куб. ГАУ, 2009. С. 367–370.

Slyusarev V.N., Myshko M.N., Osipov A.V. Physical and chemical properties of soils in various agrotsetnoza // E'ntuziasty' agrarnoy nauki. Vy'p. 10. Trudy' Kub. GAU, 2009. P. 367–370 (in Russian).

УДК 551.79:[551.89+561.26](98)

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ МОРСКОЙ ИЗОТОПНОЙ СТАДИИ 5 БЕРИНГОВОМОРСКОЙ СУБАРКТИКИ**^{1,2}Пушкарь В.С., ³Черепанова М.В., ²Тарасова Е.В.**¹ФГБУН «Дальневосточный геологический институт» ДВО РАН,
Владивосток, e-mail: vpushkar@mail.ru;²ФГБОУ ВО «Владивостокский государственный университет экономики
и сервиса», Владивосток, e-mail: goracievich@mail.ru;³ФГБУН «Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты
Восточной Азии» ДВО РАН, Владивосток, e-mail: cherepanova@biosoil.ru

Познанию развития природной среды арктических и субарктических регионов России принадлежит исключительная роль в формировании своих стратегических национальных интересов. Ключевой задачей при этом является выяснение изменений природной среды и их влияния на формирование осадочных толщ и условий, способствующих накоплению в них полезных ископаемых. Главный фактор, приводящий к изменению среды в квартере – климат. Субарктика, в четвертичных морских и континентальных фациях которой запечатлены палеоклиматические сигналы, является в этом отношении ключевым объектом и представляет особый интерес для изучения изменений в прошлом. Это дает ключ и к распознаванию влияния региональных факторов на фоне глобальных, среди которых особую важность приобретает океаническая составляющая. Особый интерес в палеоклиматической ритмике позднего квартера представляют межледниковые стадии, к которым относится и морская изотопная стадия 5 (МИС-5). Изменения природной среды (климат, уровень моря) этого времени важны и тем, что они могут стать аналогом в моделировании будущих климатических изменений, в том числе и современного потепления, в котором антропогенный фактор, возможно, оказывает влияние. В статье рассмотрены условия формирования отложений МИС-5 в двух различных по климатическим характеристикам регионах. Во-первых, это Чукотка, где отсутствовали покровные оледенения и гляциоизостатический эффект при оценке колебаний уровня моря был незначителен. Во-вторых, это Аляска, где гляциоизостатический эффект был проявлен. Кроме этого при оценке изменений среды двух регионов учитывался эффект Берингийской суши, менявший системы течений Северной Пацифики.

Ключевые слова: диатомы, палеоклимат, уровень моря, Субарктика, Берингия, МИС-5, поздний квартал**CONDITIONS OF THE BERING SEA SUBARCTIC DEPOSITION OF MARINE ISOTOPE STAGE 5****^{1,2}Pushkar V.S., ³Cherepanova M.V., ²Tarasova E.V.**¹Far East Geological Institute FEB RAS, Vladivostok, e-mail: vpushkar@mail.ru;²Vladivostok State University Economy and Service, Vladivostok, e-mail: goracievich@mail.ru;³Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity FEB RAS,
Vladivostok, e-mail: cherepanova@biosoil.ru

The knowledge of the Russia Arctic and Subarctic regions environment evolution has exceptional role in shaping Russia's strategic national interests. The key task is to establish the natural environment changes and their impact on the accumulation of sediments and minerals. Climate is strong factor leading to the Quarter environment changes. The Subarctic quaternary marine and continental facies with paleoclimatic signals are the key to study nature changes in the past. This also is a key to recognize the influence of regional factors versus to global ones, among which the oceanic component acquires special importance. The interglacial stages in the paleoclimatic rhythmic of the Late Quarter, including the marine isotope stage 5 (MIS-5) have a particular interest too. Changes in the natural environment (climate, sea level) of this time are important too because they can become as analogues in future climatic modeling, including recent warming forced may be by anthropogenic factor. The article discusses the conditions of the formation MIS 5 sediments in two regions with different climatic characteristics. Firstly, it is Chukotka where the cover glaciations were absent, and the glacioisostatic effect was insignificant in estimating sea level fluctuations. Secondly, it is Alaska where the glacioisostatic effect was established. In addition, when the environment changes of two regions are analyzed, the effect of the Beringia Land was taken into account because it forced the Northern Pacific current systems changes.

Keywords: diatoms, paleoclimate, sea level, Subarctic, Beringia, MIS-5, Late Quarter

Разработка моделей палеоклиматических изменений относится к важнейшим проблемам четвертичной геологии по двум причинам. Во-первых, идет стремительное освоение природных ресурсов северных регионов, требующее составления крупномасштабных геологических карт на

высокоразрешающей климатостратиграфической основе. Во-вторых, прогноз изменений среды в будущем при нарастающем антропогенном влиянии невозможен без анализа палеоклиматической ритмики в прошлом. Наиболее вероятным аналогом современного глобального потепления мо-

гут быть теплые фазы МИС-5 (128–71 тыс. лет назад). Однако, ведущие исследователи в этой области (В.М. Котляков, А.А. Величко, Ю.А. Лаврушин, J. Brigham-Grette, M. Melles и др.) отмечают, что их соответствие современному климату маловероятно, поэтому следует искать сходные палеоклиматические тренды [1]. Главным при решении этой проблемы является анализ синергетической связи глобальных (орбитальные циклы Миланковича) и региональных факторов климатогенеза [2]. В арктической и субарктической частях Чукотки и Аляски влияние на формирование региональных климатических особенностей оказывала Берингийская суша, возникавшая при мощных регрессиях Мирового океана, когда уровень моря падал до –130–140 м, и огромные пространства арктического и северотихоокеанского шельфов обнажались, формируя эту сушу. Отсутствие водообмена между Арктическим и Тихим океаном, изменение площадей северных окраинных морей и контраст в прогреве Берингии и поверхностных вод океанов приводили к изменениям систем атмосферных потоков, векторов и интенсивности поверхностных течений в этом регионе [3]. Свидетельством этого является разительный контраст в климатическом режиме Чукотки (выраженный холодный и сухой климат) и Аляски (менее холодный и влажный).

Цель исследования: в связи с вышесказанным целью работы является сравнительный палеогеографический анализ двух контрастных в климатическом отношении регионов – Чукотки и Аляски на основе диатомового анализа отложений времени МИС-5.

Материалы и методы исследования

Материалом для работы послужили образцы, полученные при проведении многолетних совместных российско-американских экспедиций и исследований четвертичных отложений Чукотки и Аляски по программам «Beringia» и глубокого озерного бурения «El'gygytyn». Были изучены стратотипические разрезы отложений валькатленской (Чукотка) и пелукской (Аляска) прибрежно-морских террас, отложения которых сформировались в результате трансгрессий казанцевского и сангамонского межледниковий позднего плейстоцена соответственно, коррелируемых с МИС-5 [4–6]. При анализе образцов осадков использован микропалеонтологический метод – диатомовый анализ. В качестве возрастной моде-

ли применена зональная диатомовая шкала [6] и кислородно-изотопная шкала [2, 7] с привлечением методов абсолютного датирования (аминокислотный и торий-урановый) [6, 8]. При корреляции отложений и характеристике палеоклиматических изменений использованы палинологические данные по осадкам озера Эльгыгытгын, позволившие получить непрерывную палеоклиматическую летопись Восточной Арктики [9, 10].

Результаты исследования и их обсуждение

Валькатленские слои, как морские отложения первого межледниковья позднего плейстоцена, выделены О.М. Петровым по комплексам моллюсков, споро-пыльцевым спектрам и редким морским диатомеям на северо-восточном побережье Анадырского залива (Чукотка) [4]. Стратотип валькатленских слоев представлен отложениями прибрежно-морской 10–12-метровой террасы, простирающейся в северо-западном направлении от устья р. Энмелен (65°02'00'' с.ш.; 175°47'22,8'' з.д.) до зимовья Валькатлен (65°04'03,02'' с.ш.; 175°47'32,8'' з.д.) на протяжении 2,4 км. В геологическом и литологическом строении террасы (рисунок) принимают участие (снизу вверх) следующие слои [4–6]:

– мечигменские слои (mch) мощностью до 2,5 м представлены тонкими песками и алевритами с включением раковин морских двустворчатых и брюхоногих моллюсков. Отложения относятся к диатомовой зоне *Thalassiosira nidulus* var. *nidulus* (220–190 тыс. лет назад), соответствующей МИС-7 и ширтинскому межледниковому горизонту Сибири;

– крестовские слои (kr) мощностью до 7,6 м представлены гляциоморскими валунно-галечниковыми отложениями, относящимися к зоне *Thalassiosira gravida* var. *fossilis* (190–128 тыс. лет назад) и соответствующих МИС-6 и тазовскому ледниковому горизонту Сибири;

– валькатленские слои (val) представлены двумя пачками отложений. Нижняя часть слоев (val1) сложена темно-серыми тонкими алевритами (мощность до 8,6 м), верхняя (val2) – тонкозернистыми песками с остатками раковин морских моллюсков (мощность до 4,8 м). Валькатленские слои относятся к зоне *Proboscia curvirostris* (128–75 тыс. лет назад) и соответствуют МИС-5 и казанцевскому межледниковому горизонту Сибири;

– ванкаремские слои (van) мощностью до 8,2 м включают в себя валунно-галечниковую толщу флювиогляциального генезиса и соответствуют ледниковому ермаковскому горизонту Сибири – второму оледенению позднего плейстоцена [4, 5].

Створки диатомей редки в отложениях ледниковых эпох, но в мичигменских и валькатленских слоях они достаточно информативны. Непосредственно в валькатленских слоях комплекс диатомей весьма изменчив по вертикали и содержит 87 видов и разновидностей диатомей. В нижневалькатленских отложениях выделяются три комплекса (разрезы v1/92, v2/92, v3/92, v4/92, v5/92) (рисунок). Наиболее представительны разрез v3/92. Комплексы описаны снизу – вверх:

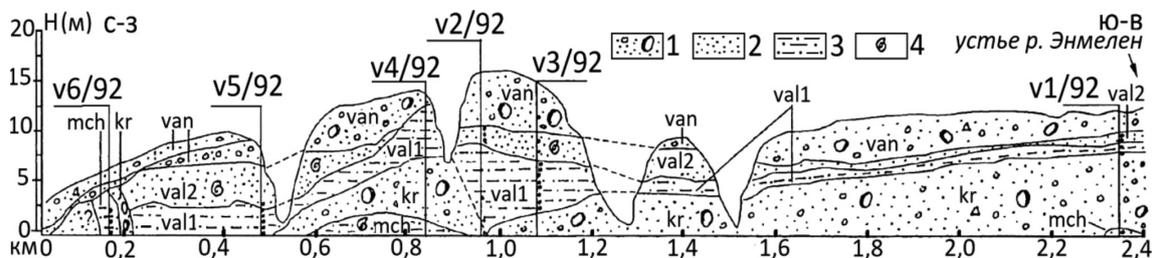
Комплекс 1 (2,5–3,7 м, образцы 1 м²). Доминируют неритическо-сублиторальные бореальные виды *Rhabdonema arcuatum* (Lyngh.) Kütz. (до 34%) и *Paralia sulcata* (Ehr.) Cl. (до 25%), океанический южно-бореальный *Coscinodiscus asteromphalus* Ehr. (20%) и неритический аркто-бореальный *Thalassiosira gravida* Cl. (до 12%). Присутствуют пресноводные диатомей (до 17,2%), свидетельствующие о близости речного стока.

Комплекс 2 (3,7–5,5 м, образцы 3–5) характеризуется ростом значимости *Thalassiosira gravida* Cl. (до 33%) и *Odontella aurita* (Lyngh.) Ag. (до 15%). Значимость же *Coscinodiscus asteromphalus* Ehr. снижается до 2%. Отмечается влияние на структуру комплекса реофильной флоры с доминантом *Didymosphenia geminata* (Lyngh.) Schmidt (до 40%), что свидетельствует о формировании комплекса вблизи устья реки палео Энмелен.

Комплекс 3 (5,5–7,3 м, образцы 6–8) характеризуется снижением численности *Thalassiosira gravida* Cl. до 20%, *Didymosphenia geminata* (Lyngh.) Schmidt – до 25%, и ростом значимости *Coscinodiscus asteromphalus* Ehr. до 14%.

Из верхневалькатленских слоев, представленных, в основном, песками, выделен комплекс, характерный для всех изученных разрезов. Ему присущи низкое видовое разнообразие и значимость диатомей, а в его составе более часты *Thalassiosira gravida* Cl., *Th. bramaputrae* (Ehr.) Håkansson et Locker, *Diploneis subcineta* (Schmidt) Cl., *Trachyneis aspera* (Ehr.) Cl., *Paralia sulcata* (Ehr.) Cl., *Melosira varians* Ag., *Odontella aurita* (Lyngh.) Ag. Для комплекса характерен аллохтонный пресноводный элемент (42,4%), представленный *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Sim., *Eunotia triodon* Ehr., *Eunotia praerupta* Ehr., *Pinnularia viridis* (Nitzsch) Ehr. Аналогичный комплекс диатомей был выделен А.И. Купцовой в верхневалькатленских слоях на побережье Анадырского залива [5].

Анализ диатомей показывает, что в валькатленских слоях запечатлены следы четырех фаз казанцевской трансгрессии позднего плейстоцена, отвечающие фазам 5b-5e МИС-5. Фаза 5a ни в одном из разрезов выделена не была. Отсюда, всецело следует согласиться с В.Ф. Ивановым [5], сделавшим анализ распределения фораминифер, моллюсков, спор и пыльцы в валькатленских отложениях, что формирование нижневалькатленских слоев происходило в более мягких условиях (фазы 5e-5c), чем верхневалькатленских (фаза 5b). Ранее О.М. Петровым, исходя из спорово-пыльцевого анализа, излагалась противоположная точка зрения [4]. По мнению В.Ф. Иванова [5], в объем верхневалькатленских слоев О.М. Петровым были включены отложения, не принадлежащие к этим слоям. О.М. Петров также не исключал, что более теплый облик фауны моллюсков поздневалькатленского времени связан со спадом казанцевской (валькатленской) трансгрессии и обмелением бассейна осадконакопления, а следовательно, и его хорошей прогреваемостью.



Строение и отложения валькатленской террасы северо-восточного побережья Анадырского залива (Берингово море): 1 – галечники с валунами и песчаным заполнителем, 2 – пески, 3 – алевроиты, 4 – раковины моллюсков; v 1-6/ 92 – номера разрезов; mch – мичигменские слои, kr – крестовские слои, val1 – нижневалькатленские слои, val2 – верхневалькатленские слои, van – ванкаремские слои; точки вдоль линии разрезов – точки отбора образцов

Анализ диатомей показывает, что самым теплым временем казанцевской трансгрессии была фаза 5е с высокой частотой встречаемости южно-бореального *Coscinodiscus asteromphalus* Ehr. (20%), что говорит о глубоком продвижении в северную часть Берингова моря теплых восточно-беринговоморских течений в результате казанцевской трансгрессии [3, 6]. Если исходить из параметров экотопа *Paralia sulcata* (Ehr.) Cl. [6] и положения в разрезах комплекса 1, то уровень моря в это время был выше современного примерно на +10 м, что хорошо увязывается с глобальными данными по трансгрессии начала позднего плейстоцена [11]. Среднегодовая температура на побережье Анадырского залива могла превышать современную на 3–5 °С, что обеспечивало по данным палинологии присутствие в регионе темнохвойной тайги с участием и березово-лиственничных пород [4, 5, 9, 10], а в Анадырском заливе моллюсков с ключевым видом *Arctica islandica* Linnaeus и фораминифер, обитающих ныне в северной части Японского моря [4, 5]. Аналогичные климатические параметры получены по Енисейскому северу Сибири, где детально изучены казанцевские отложения с комплексом бореальных двустворчатых моллюсков с тем же характерным видом *Arctica islandica* Linnaeus [11] и отложения диатомовой зоны *Proboscia curvirostris* северо-западной части Тихого океана [6].

Пелукские слои были выделены Д.М. Хопкинсом для морских отложений, которые были сформированы во время первой позднеплейстоценовой сангамонской (казанцевской) трансгрессии. Стратотип слоев, слагающих 8–10-метровую террасу, протягивающуюся вдоль всего северного побережья залива Нортона (Берингово море), расположен у г. Ном на полуострове Сьюард Аляски [6] (разрез P2/-93: 64°30'00" с.ш.; 165°24'00" з.д.; 200 м от берега моря, абсолютная высота основания террасы +2,6 м). Отложения стратотипа (мощность 8,2 м) представлены темно-синими алевритами с двумя прослоями торфа в интервалах 4,0–4,35 м и 5,5–5,75 м. Из пелукских отложений был выделен снизу вверх ряд комплексов диатомей, позволяющий говорить о динамике трансгрессии и палеоклимате этого времени. Они представлены чередованием пресноводных (погребенные почвы) и морских (алевериты) комплексов диатомей, при этом последние содержат зональный вид-индекс *Proboscia curvirostris* (Jousé) Jordan et Priddle. По фа-

уне моллюсков, спорово-пыльцевым спектрам, аминокислотному и торий-урановому датированию данные отложения отнесены к сангамонскому межледниковью [4, 5, 8].

Комплекс 1 (алевериты, 0–4,0 м) выделен в нижней части разреза и содержит морские диатомей с *Proboscia curvirostris* (Jousé) Jordan et Priddle (2,9%), содержащий доминанты *Paralia sulcata* (Ehr.) Cl. (15%) и *Thalassiosira gravida* Cl. + *Th. antarctica* Comber (до 34,3%) при участии умеренно тепловодных океанических *Coscinodiscus radiatus* Ehr., *C. perforatus* Ehr. и *C. asteromphalus* Ehr. (в сумме до 8,6%). Участие последних обеспечивалось теплым Аляскинским течением вдоль западного побережья Аляски [3, 6].

Комплекс 2 (торф, 4,0–4,35 м) представлен доминирующими пресноводными озерно-болотными северо-бореальными *Eunotia triodon* Ehr., *E. papilio* (Ehr.) Grun., *E. valida* Hust. и *Pinnularia viridis* (Nitzsch) Ehr. (в сумме до 92,55%).

Комплекс 3 (алевериты, 4,35–5,5 м) содержит морские диатомей (91,7%). Абсолютный доминант – сублиторальная *Paralia sulcata* (Ehr.) Cl. (60,4%). Относительно высока значимость аркто-бореальной неритической *Thalassiosira gravida* Cl. (10,4%) и сублиторальной умеренно-тепловодной *Navicula marina* Ralfs (10,4%), неизвестной в современных лагунах Аляски [5]. Встречен и океанический северо-бореальный *Coscinodiscus marginatus* Ehr. (6,2%).

Комплекс 4 (торф 5,5–5,75 м) идентичен комплексу 2.

Комплекс 5 (алевериты, 5,75–8,2 м) выделен в верхней части синих алевритов. Он включает морские *Paralia sulcata* (Ehr.) Cl. (21%) *Thalassiosira gravida* Cl. + *Th. antarctica* Comber (в сумме 17,8%), *Shionodiscus trifultus* (Fryxell) Alverson, Kang et Theriot (4,2%), *Diploneis smithii* (Bréb.) Cl. (11,3%), *Cocconeis scutellum* Ehr. (6%) и *Navicula marina* Ralfs (6%). В структуре комплекса играют роль и пресноводные виды (до 52,1%), что свидетельствует о формировании отложений в зоне речного влияния.

Комплекс 1 с зональным видом-индексом *Proboscia curvirostris* (Jousé) Jordan et Priddle и самым высоким участием морских умеренно тепловодных видов (в сумме до 23,9%) соответствует фазе 5е. Подтверждением этого является комплекс 3, соответствующий фазе 5с. Для него получена серия аминокислотных датировок по раковинам *Hiatella* и *Astarte* с соотношением $\text{Al}/\text{Pe} = 0,04$, дающим возраст 102–107 тыс. лет [6, 8]. Формирование прослоев торфа

с пресноводной флорой диатомей связано с кратковременными регрессиями, соответствующими фазам 5d (комплекс 2) и 5b (комплекс 4). Комплекс 5 с самым высоким видовым богатством (87 видов и внутривидовых таксонов), завершающий межледниковую сукцессию диатомей, отражает климатические условия фазы 5a – небольшую трансгрессию и климат, близкий современному.

Заключение

С началом позднего плейстоцена связана валькатленская трансгрессия Чукотки и ее аналог на Аляске – пелукская трансгрессия. Отложения этих трансгрессий слагают в рельефе морских побережий протяженные и хорошо выраженные 10–12-метровые террасы, сформированные шельфовыми фациями. Отложения времени МИС-5 с бореальными диатомеями хорошо прослеживаются на побережье Берингии, а также в пелагических и шельфовых фациях Северной Пацифики. Трансгрессия имела в своем развитии три теплые и две холодные фазы. Последние сопровождалась небольшими регрессиями. Валькатленское (пелукское) время в Субарктике было, пожалуй, самым теплым на протяжении всего плейстоцена и характеризовалось, как и все межледниковые эпохи, прохладным летом и мягкой зимой при высокой влажности.

Список литературы / References

1. Величко А.А., Борисова О.К. Палеоаналоги глобального потепления XXI столетия // Доклады Академии наук. 2011. Т. 438. № 2. С. 258–262. DOI: 10.1134/S1028334X11050266.
2. Velichko A.A., Borisova O.K. Paleoanalogues of global warming in the 21st century // Doklady Earth Sciences. 2011. T. 438. № 1. P. 681–685. DOI: 10.1134/S1028334X11050266.
3. Lisiecki Lorraine E., Stern Joseph V. Regional and global benthic $\delta^{18}\text{O}$ stacks for the last glacial cycle. *Paleoceanography and paleoclimatology*, 2016, vol. 31, no. 10, pp. 1368–1394. DOI: 10.1002/2016PA003002.
4. Pushkar V.S., Cherepanova M.V. Beringia: Impact on paleoclimates of northeast Asia and North Pacific during Last Pleistocene glaciation. *Quaternary International*, 2011, vol. 237, pp. 32–38. DOI: 10.1016/j.quaint.2011.01.010.
5. Петров О.М. Морские моллюски антропогена северной части Тихого океана М.: Наука, 1966. 290 с.
6. Petrov O.M. Sea mollusks of an anthropogene of a northern part of the Pacific Ocean M.: Nauka, 1966. 290 p. (in Russian).
7. Иванов В.Ф. Четвертичные отложения побережья Восточной Чукотки. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1986. 140 с.
8. Ivanov V.F. Quarternary deposits of the coast of East Chukotka. Vladivostok: DVNTs AN SSSR, 1986. 140 p. (in Russian).
9. Пушкарь В.С., Черепанова М.В. Диатомей плиоцена и антропогена Северной Пацифики. Владивосток: Дальнаука, 2001. 228 с.
10. Pushkar V.S., Cherepanova M.V. Diatoms of a Pliocene and anthropogene Northern Peace signs. Vladivostok: Dal'nauka, 2001. 228 p. (in Russian).
11. Lisiecki Lorraine E., Raymo Maureen E. A. Pliocene-Pleistocene stack of 57 globally distributed benthic $\delta^{18}\text{O}$ records. *Paleoceanography*, 2005, vol. 20, no. PA1003, pp. 1–17.
12. Coletti A.J., DeConto R.M., Brigham-Grette J., Melles M. A GCM comparison of Pleistocene super-interglacial periods in relation to Lake El'gygytyn, NE Arctic Russia. *Climate of the Past*, 2015, vol. 11, pp. 979–989. DOI: 10.5194/cp-11-979-2015.
13. Tarasov P.E., Andreev A.A., Anderson P.M., Lozhkin A.V., Leipe C., Haltia E., Nowaczyk N.R., Wennrich V., Brigham-Grette J., Melles M. A pollen-based biome reconstruction over the last 3.562 million years in the Far East Russian Arctic – new insights into climate–vegetation. *Climate of the Past*, 2013. Vol. 9, pp. 2759–2775. DOI: 10.5194/cp-9-2759-2013.
14. Lozhkin A.V., Anderson P.M. Vegetation responses to interglacial warming in the Arctic, examples from Lake El'gygytyn, Far East Russian Arctic. *Climate of the Past*, 2013, vol. 9, pp. 1–23. DOI: 10.5194/cp-9-1-2013.
15. Гусев Е.А., Молодков А.Н., Стрелецкая И.Д., Васильев А.А., Аникина Н.Ю., Бондаренко С.А., Деревянко Л.Г., Куприянова Н.В., Максимов Ф.Е., Полякова Е.И., Пушина З.В., Степанова Г.В., Облогов Г.Е. Отложения казанцевской трансгрессии (МИС 5) Енисейского Севера // Геология и геофизика. 2016. Т. 57, № 4. С. 743–757. DOI: 10.15372/GiG20160407.
16. Gusev E.A., Bondarenko S.A., Kupriyana N.V., Pushina Z.V., Stepanova G.V., Molodkov A.N., Streletskaya I.D., Polyakova E.I., Vasiliev A.A., Oblogov G.E., Anikina N., Derevyanko L.G., Maksimov F.E. Deposits of the Kazantsevo Transgression (MIS 5) in the Northern Yenisei Region // *Russian Geology and Geophysics*. 2016. T. 57. № 4. P. 586–596. DOI: 10.1016/j.rgg.2015.05.013.

УДК 551.4:551.328(571.651)

**НАЛЕДИ КАК ОСОБАЯ ФОРМА МАЛОГО ОЛЕДЕНЕНИЯ И ИХ РОЛЬ
В РАЗВИТИИ ГЕОСИСТЕМ ЧУКОТКИ И ПРИМОРЬЯ****Скрыльник Г.П.***Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, e-mail: skrylnik@tig.dvo.ru*

Наледи и наледообразование – явление и процесс малого оледенения. Они возникают на склонах и в речных долинах (соответственно, при замерзании выходящих на поверхность грунтовых вод или речной воды). Часто они приводят к перестройке речного русла и возникновению «наледных полей» – расширению долины с малым уклоном, широким и плоским дном, с поверхности сложенного галечниками. На территории Тихоокеанской России наледи наиболее характерны для Чукотки. Огромные наледи перелетывают, охлаждая весь окружающий ландшафт, но большинство наледей стаивают к концу лета. Используются следующие методы исследования – сравнительно-географический, геофизический, математический, информационный. Наледным образованиям, как климатически обусловленным, свойственны региональные черты: 1) в зональном и высотно-поясном плане – частота появления, размеры и длительность существования возрастают с юга на север и, соответственно, снизу вверх; 2) в провинциальном плане – происходит соответствующая смена модификаций. Наледи воздействуют на внешнюю среду значительно мощнее, чем озерный лед. Они, в силу многих причин (из-за многослойного строения тают прерывисто и, следовательно, значительно медленнее) охлаждают окружающие природные комплексы более длительное время. Этому способствуют и большие запасы холода вечной мерзлоты, сохраняющиеся под многими из них. Изменение природных геосистем наледными процессами происходит значительно быстрее под воздействием человеческой деятельности. Масштабы негативных воздействий из-за появления и интенсификации естественных и антропогенных наледных процессов, в условиях рационального природопользования и для целей устойчивого развития территории, необходимо по возможности исключать или минимизировать.

Ключевые слова: наледи, озерные льды, воздействие, океанические и континентальные черты, геосистемы, Чукотка, Приморье

**AUFEISES AS A SPECIFIC FORM OF SMALL GLACIATION AND THEIR ROLE
IN DEVELOPMENT OF THE CHUKOTKA AND PRIMORYE GEOSYSTEMS****Skrylnik G.P.***Pacific Geographical Institute, FEB of RAS, leading research worker, Vladivostok,
e-mail: skrylnik@tig.dvo.ru*

Aufeises and aufeis formation are phenomenon and process of the small glaciation. They emerge on the slopes and in the river valleys (accordingly, when freezing the outcropping ground water or river water). They result frequently in rearrangement of the river channel and appearance of the «aufeis glades» – widening of the valley with gentle slope, wide and flat bottom the surface of which is composed of gravels. On the territory of the Pacific Russia, the aufeises are most characteristic of Chukotka. The vast aufeises spend the summer, cooling the whole surrounding landscape but the majority of aufeises melt away by summer's end. The comparative-geographical, geophysical, mathematical and information methods of investigation were used. In the aufeis formations caused by climatic conditions, the regional features are inherent: 1) in the zonal and altitude-belt context – frequency of occurrence, sizes and existence time increase from the south to the north and, accordingly, from bottom to top; 2) in the provincial context – appropriate change of modifications takes place. The aufeises affect the external environment with a much greater power than the lake ice. Due to their multilayer structure, the aufeises melt interruptedly and, therefore, more slowly. For this reason, they cool the environmental natural complexes over more prolonged periods. To this, the heavy cold accumulations of the permafrost preserved under many of them contribute. Change of natural geosystems by the aufeis processes takes place much faster under the influence of human activity. When applicable, the negative effects caused by the emergence and intensification of the natural and anthropogenic aufeis processes under conditions of sustainable nature management and sustainable, development of territory should be excluded or minimized.

Keywords: aufeises, lake ices, effect, oceanic and continental features, geosystems, Chukotka, Primorye

Тематические материалы рассматриваются под углом социальных заказов по вовлечению указанных территорий в хозяйственный оборот с соблюдением устойчивого их развития. Это связано с тем, что оба региона становятся ареной грандиозной производственной деятельности человека. Его активное вмешательство в природную обстановку резко нарушает сложившуюся естественным путем структуру ландшафтов крайних термодинамически напря-

женных тихоокеанских территорий, особенно чувствительных к изменениям внешних вещественных и энергетических воздействий.

Наледи и наледообразование в своей особой специфике, как явления и процесс малого оледенения, отличаются актуальностью и новизной.

Наледи – ледяные образования, возникают главным образом при замерзании выходящих на поверхность грунтовых вод или речной воды, вытесняемой донным льдом. Среди

них выделяются – многолетние (огромные, перелетовывающие – рис. 1) и сезонные (ежегодно стаивающие; речные – рис. 2, 6; ручьевые – рис. 3–5; грунтовые – рис. 7). Мощность льда в многолетних наледях может достигать 4 м, при объеме в сотни тысяч кубических метров на площади в десятки квадратных километров; мощность в сезонных – в среднем 1–1,5 м. Наледи сильно охлаждают окружающие ландшафты [1, 2].

На территории Тихоокеанской России наледи наиболее характерны для Чукотки. Они чаще всего приводят к перестройке речного русла и возникновению «наледных полей» – расширению долины с малым уклоном, широким и плоским дном, с поверхности сложенного галечниками [3].

Цели и задачи: 1) рассмотреть различное проявление наледей и наледообразования в различных пространственно-временных обстановках; 2) вскрыть их природу в двух диаметрально противоположных по своей системной организации своеобразных районах – на Чукотке и в Приморье.

Методы исследования: в ходе исследования были использованы широко применяемые в географии методы «сквозного» изучения комплексной физико-географической оболочки – сравнительно-географический, геофизический, математический, информационный. Так, в частности, геофизический метод применен для выяснения отдельных физических процессов и явлений (изменения уровня грунтовых вод и их замерзания, приводящего к морозному пучению грунта и наледообразованию и других), в результате которых наледи зарождаются, изменяются и исчезают; информационный – для решения вопросов мониторинга окружающей среды и экологического контроля.



Рис. 1. Гигантская наледь на р. Маравваам (в пер. с чук. Маравваам – «злая река»; левый приток р. Амгуэмы, в 184 км от её устья; Иультинский р-он Чукотского АО). Фото Т.А. Ахметова

Результаты исследования и их обсуждение

В настоящее время происходит направленное похолодание на всей территории рассмотренных регионов. Это подтверждается материалами исследований автора [2, 4], допускается другими исследователями [5, 6] и согласовывается с глобальными выводами международных экспертов – а именно, что в настоящее время начался очередной цикл похолодания на Земле [7]. В этих условиях интенсификация процессов наледообразования в исследованных регионах адекватно возрастает.

В развитии и формировании геосистем громадная роль принадлежит льду, часто выступающему системообразующим. Но если такая роль в мерзлой зоне литосферы в основном четко конкретизирована, то в пограничном пространстве между атмосферой, гидросферой и литосферой системообразующее значение поверхностного льда (за исключением ледников) еще далеко не выяснена. Объясняется это, прежде всего тем, что здесь лед чаще существует в неустойчивых термодинамических условиях, обусловленных сезонными колебаниями интенсивности солнечной радиации, и как результат – отмечается относительная кратковременность его существования.

Наледи по своей природе, образующие скопления собственно наледного льда (продукта замерзания подземных вод под напором в грунтах – явлений грунтовых наледей; после выхода их на поверхность – наземных, склоновых и долинных наледей), а с другой стороны – речного и озерного льдов (как результат замерзания речных и озерных вод). При своей природной общности возникновения эти ледяные образования имеют и много отличий, как морфологических, так и по своему морфогенетическому воздействию на геосистемы [8].

Прежде всего, вышеуказанные образования (длительно существующие или многолетние наледи против сезонных ледяных покровов на озерах и реках) являются динамическими системами. Первые отождествляются с реальными, а вторые с потенциальными системами – с различными вещественными и энергетическими уровнями организации (соответственно, более высокими и более низкими).

Особенности взаимодействий наледного и озерного льда с внешней средой были вскрыты нами в ходе анализа материалов экспедиционных и стационарных исследований во многих районах Тихоокеанской России [8, 9]. Наиболее ярким показателем

такого взаимодействия может служить неодинаковая длительность существования равных по объему ледяных образований, в конечном счете находящихся в обратной зависимости от скорости их таяния.

Различия в скорости таяния наледных и озерных льдов, находящихся порой рядом и, казалось бы, в одинаковых условиях прихода радиационного и адвективного тепла, отмечались многими исследователями. При этом удовлетворительного и единственного объяснения этому явлению до сих пор нет. Не решен и следующий вопрос: во всех ли природных зонах и провинциях разрушение льдов протекает только сверху, или же различно – и сверху, и снизу; какие различия отмечаются в скорости их таяния? Ответы на эти вопросы затруднены ограниченным количеством данных стационарных наблюдений. Анализ наших материалов позволяет получить отдельные такие ответы.

Ниже предпринимается попытка по выяснению направленности современного развития наледей и наледообразования – динамичных компонентов геосистем, в рамках соотношений малого наземного (с отличными модификациями – собственного и озерно-речного) и подземного (вечной мерзлоты) оледенений тундровых пространств Чукотки и лесных территорий Приморья [9–11].

Чукотка. «Ранимость» ландшафтов (на участках со среднегодовой температурой грунтов около 0°C) высокая, вследствие низких энергетических уровней их состояния. Кроме того, при взаимосвязанности и взаимообусловленности всех ландшафтообразующих факторов, в условиях Северо-Востока России ведущим является вечная мерзлота, которая здесь характеризуется крайней динамичностью. Эта особенность обусловлена тем, что лед, как порообразующий минерал, в существующем спектре температур может легко переходить из одного агрегатного состояния в другое [3, 8].

Такие изменения могут привести и приводят к катастрофическим последствиям. Поэтому человек, осваивая северные территории, должен предвидеть результаты своего вмешательства и соотносить хозяйственную деятельность со спецификой данной природной среды (в частности, с динамикой наледных образований).

Общие региональные особенности развития наледей выявлены в ходе проведения аэровизуальных (1957–1959 гг.) и наземных ежегодных (с 1971 по 1975 г.) наблюдений.

На севере Чукотки ежегодно формируется много гигантских наледей-тарынов,

которые питаются за счёт подрусловых вод сквозных и несквозных таликов. В соседних районах возникает большое число сезонных наледей. В целом примерно всех 50% наледей в течение лета не стаивают полностью и остаются на следующий год.

Множество речных наледей, образующихся из-за промерзания рек зимой, стаивают относительно быстро в июне (рис. 2).



*Рис. 2. Наледь на р. Хани (толщина пластов «ярусного» льда – до 2 м).
Фото Т.А. Ахметова*

Число ледяных полей на единицу площади по мере повышения абсолютных высот местности увеличивается; при этом отмечается чётко выраженная тенденция роста средней мощности ледяных массивов от 1,5 м на приморских равнинах до 3,0 м высоко в горах.

Весеннее таяние собственно наледных льдов на низкотемпературных и глубоко промерзающих с осени почвогрунтах протекает преимущественно сверху, а снизу исключено. Освобождающиеся в ходе таяния многолетних объемных наледей воды могут быть использованы для летнего водоснабжения северных поселков и городов.

Таяние озерных льдов снизу, наряду с быстрым разрушением сверху, объясняется в основном весенним накоплением под ними «радиационного тепла», обусловленного интенсивным проникновением через относительно прозрачный лед прямой солнечной радиации и последующим нагреванием «подледной» воды. Это явление начинается еще при отрицательных температурах воздуха и известно как своеобразный «парниковый эффект». Отметим, что по данным наших (совместно с Б.С. Иванцом) стационарных наблюдений, величина подледного прогрева воды и, следовательно, таяния льда снизу прямо пропорциональна продолжительности солнечного сияния, высоте солнца над горизонтом после полярной ночи, прозрачности ледяного покрова и степени континенталь-

ности климата, и обратно пропорциональна мощности льда, при наличии лежащего сверху снега, и влажности воздуха [8].

Анализ имеющихся в нашем распоряжении материалов по разрушению озерных льдов снизу позволяет заключить следующее. В районах, где плотность глубинных теплопотоков в приповерхностных горизонтах невелика, разрушение озерных льдов снизу связано в основном с «парниковым эффектом» и подчиняется законам географической зональности, провинциальности и высотной поясности. Так, в пределах соседних внутриконтинентальных районов умеренного пояса (на северных низменностях центральной Якутии) величина льдотаяния снизу плавно уменьшается с юга на север (от 15–20 до 5% общей мощности льда). При движении к окраинам азиатского материка, параллельно с резким уменьшением континентальности климата, эта величина быстро сокращается от 40–50 см (Центральная Якутия) до 5–10 см (Среднее Приохотье).

В качестве примера, иллюстрирующего подчиненную роль в общем разрушении озерных льдов таяния снизу, приведем фактические материалы соответствующих замеров по рейкам (вмороженных на глубину

100–120 см) на 3 площадках и по скважинам на 1-й и 2-й площадках; на оз. Водокачечном (февраль 1972 г.; минерализация воды – незначительная; глубина воды в центральной части достигала 3,5 м; среднегодовая температура донных отложений составляла 4 °С) [8].

Анализ приведенных материалов (таблица) показывает, что разрушение озерных льдов в приведенном случае происходит в основном за счет поверхностного таяния. Уменьшение мощности льда снизу начинается здесь с большим опозданием (на 10–12 дней), протекает медленно и составляет менее 10% (8 против 89 см). Результаты замеров на 2-й площадке, где слой опилок полностью исключал поверхностное таяние льда, свидетельствуют и о малом удельном весе «парникового эффекта» в едином процессе льдотаяния на озерах Восточной Чукотки.

Весенне-летнее разрушение собственно наледей и озерных льдов происходит в целом похоже (первых только сверху, а вторых – преимущественно сверху и меньше снизу) и в одинаковых условиях поступления радиационного и адвективного тепла. Несмотря на это, существуют громадные отличия в продолжительности существования указанных природных льдов.

Мощности ледяного покрова (в см) и их изменения в ходе весеннего таяния на оз. Водокачечном (Нижнеанадырская низменность; вблизи пос. Шахтерского)

Время		Названия объектов		
Месяц	Число	Площадка № 1. Центр озера с ненарушенной поверхностью. Естественный озерный лед	Площадка № 2 (2X3 м) в 10 м к северу от площадки № 1. Озерный лед, перекрытый 10 см слоем древесных опилок	Площадка № 3 (30x30 м) в 20 м к югу от площадки № 1. Искусственно намороженный лед из минерализованной озерной воды
Май	19	155		90
	20	155		86
	21	150		82
	22	149		78
	23	144		73
	24	139		63
	25	135	132	61
	26	132	132	54
	27	125	132	46
	28	120	132	43
	29	115	131	27
	30	110	130	25
31	104	130	15	
Июнь	1	93	128	0
	2	90	127	
	3	82	125	
	4	70	124	
	5	66	124	

Как увидим ниже, эта картина повторяется также и в пределах Приморья [9].

Объяснение этому следующее [8]:

а) льды формируются в разные сроки. Озерные льды – нарастают постепенно, при уменьшающихся температурных градиентах и заметном отжатию солей книзу. Наледообразование происходит позже (на 1,5–2 месяца, когда грунты промерзают на значительную глубину и приобретают значительные запасы холода, а деятельный слой уже сомкнулся с нижележащей вечной мерзлотой), а сам этот процесс носит скачкообразный характер, из-за чередующегося замерзания отдельных порций неоднократно изливающихся на поверхность грунтовых, ключевых и речных вод. В результате в каждом наледном слое льда формируется большое количество воздушных пузырьков с консервацией здесь солей. Из-за наличия в изливающейся на поверхность воде многих органических примесей наледный лед окрашивается в различные цвета (коричневый, розовый, зеленоватый, но чаще темно-серый). В итоге наледные льды приобретают ярусное строение;

б) неодинаковые режимы замерзания воды определяют и несходство их структур (в озерных – призматически-зернистой, когда крупные кристаллы пронизывают всю толщу сверху вниз; в наледных – гипидиоморфно-зернистую, когда в каждом наледном слое сосредоточены только мелкие кристаллы);

в) разрушение разных льдов существенно различается. Частые весенние оттепели и обычные в это время метели с выпадением мокрого снега в пределах всей Восточной Чукотки приводят к формированию одинаковых деятельных поверхностей и наледей («заснеженных» всю зиму), и озерных льдов (ранее из-за сильных ветров всю зиму лишенных снежного покрова). Поэтому весеннее разрушение их начинается одинаково, а после схода снежного покрова идет уже по-разному;

г) при таянии озерного льда, на фоне проникающего радиационного эффекта, освободившаяся вода стекает вниз и по ходу своего передвижения производит дополнительное разрушение льда, разрыхляя его за счет конвективного переноса тепла. Особую роль играет и «парниковый эффект», отсутствующий под собственно наледями;

д) тепловое «съедание» наледного льда, как и нарастание – прерывистое. Здесь стаивание идет послойно (верхний слой бронирует нижележащий от проникновения талой воды и солнечных лучей, замедляя общее разрушение наледи). Освобождаю-

щаяся талая вода преимущественно стекает в стороны. Присутствие в наледном льде воздушных пузырьков, действующих как зеркала, повышает величину альбедо, что также сдерживает ход таяния. С другой стороны, большое присутствие во льду минеральных и органических примесей активизирует таяние каждого ледяного слоя, так как примеси являются своеобразными ловушками солнечного тепла и послойно разрыхляют лед. В целом же результирующая стаивания наледного льда из-за этих 2-х факторов оказывается замедленной;

е) интенсивность таяния наледного и озерного льда в основном зависит от величины поступления к их деятельной поверхности и последующего перераспределения солнечной энергии. В указанном перераспределении громадное или даже решающее значение играет сам факт наличия на тающей ледяной поверхности слоя талой воды. Так, если поступающая лучистая энергия, впоследствии превращающаяся в тепловую, в значительной мере полностью «осваивается» покрытыми и (или) пропитанными водой озерными льдами, то в наледях существенная ее часть вместе с жидким стоком отводится в стороны и не участвует в дальнейшем таянии льдов. Из этого правила несколько «выбиваются» случаи, когда на громадных наледях талая вода временно застаивается и заметно их «отепляет», но из-за большой мощности льдов процент их стаивания из-за этого невелик и эти наледи все же сохраняются;

ж) собственно наледи, соизмеримые по объему и мощности с ледяными покровами на озерах, стаивают в несколько раз медленнее или даже перелетывают. В целом это связано с неодинаковостью их вертикального (ярусного против однородного) строения, что определяет и разные уровни организации этих природных систем;

з) актинометрические наблюдения над наледями не проводились, поэтому результаты, за счет каких именно составляющих теплового баланса наледные и озерные льды тают по-разному, отсутствуют.

Отметим в заключение, что температура воздуха над наледями и озерными льдами существенно различается. Это приводит к возникновению резких температурных контрастов между наледями и окружающими природными комплексами (от 5 °С до 25 °С), а в случае с озерными льдами эта разница значительно меньше (не более 7–10 °С). При этом такие различия усиливаются от весны к лету и от приморских районов Восточной Чукотки к внутриконтинентальным.

Приморье. Региональные особенности развития наледей выявлены в ходе проведения аэровизуальных (1989–1991 гг.) и наземных (1989–1991 гг. и 2008–2009 гг.) наблюдений.

Равнинные пространства располагаются большей частью южнее редкоостровного развития вечной мерзлоты. Отдельные ее острова, маломощные (до 3–5 м) и «высокотемпературные» (среднегодовые температуры от 0°C до –0,5°C), отмечаются в гольцах хр. Сихотэ-Алиня и встречаются внизу теневых склонов среднегорья и в глубоких распадках низкогогорья. Наледи часто формируются в пределах островной вечной мерзлоты (при смыкании с ней деятельного слоя или глубоко залегающей) и реже за пределами ее развития.

Встречающиеся наледи, по наблюдениям автора и отдельных других исследователей [9, 12], представлены всеми генетическими типами. Среди них на равнинных пространствах преобладают речные наледи (рис. 3–5), а в горных районах – наледи грунтовые и долинные, больших размеров (рис. 6, 7). Системообразующее воздействие наледей на геосистемы в ряде случаев является главенствующим.

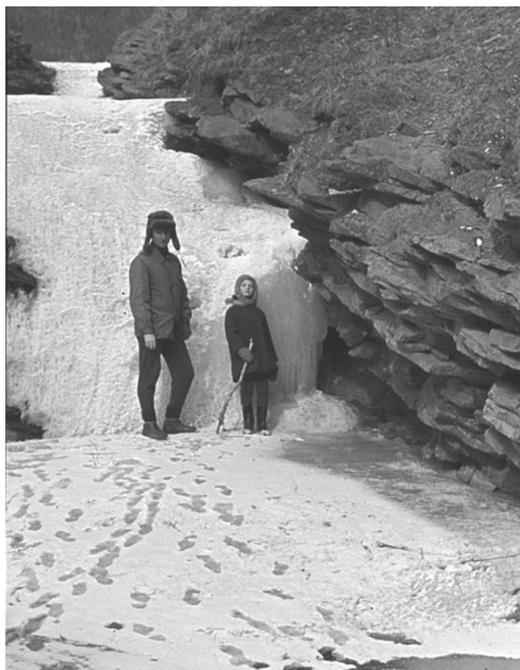


Рис. 3. Нависающая наледь в устье безымянного ручья – (побережье бух. Тихая, Уссурийский залив, Японское море). Март 1971 г. (фото А.М. Короткого)



Рис. 4. Сезонная аномальная ручьевая наледь (руч. Географический, пригород г. Владивостока). Март 2003 г. (фото А.М. Короткого)



Рис. 5. Та же наледь, но уже обычного размера. Наблюдения в феврале 2007 г. (фото А.М. Короткого)



Рис. 6. Речная наледь (р. Поворотная, бассейн р. Партизанская). Апрель 1981 г. (фото автора)



Рис. 7. Склоновая наледь (склон северной экспозиции в распадке верхний р. Поворотная). Апрель 1981 г. (фото автора)

Общие региональные особенности развития наледей

В Приморье встречаются склоновые (поверхностные и внутригрунтовые) и долинные (ключевые, ручьевые и речные) наледи [9].

Форма наледей. Речные и ключевые наледи (до 3,0 м) – чаще вытянуты по руслу реки или ручья (рис. 6), а склоновые (обычно мощностью 1,0–1,5 м) – по уклону склона (рис. 7). Иногда они имеют форму каскадов (рис. 3).

Обычно в регионе встречаются речные (в бассейнах р. Партизанской и р. Киевки) и поверхностные наледи, реже – внутригрунтовые (например, в долинах р. Дагды и р. Грязной – до 1,5 м; в бассейне р. Тигровой – до 10 м).

Сезонные наледи и наледные поляны типичны для водосборных воронок горных массивов (гор Облачной, Снежной, Сестры и др.)

Время образования и сохранение наледей. Их формирование приурочено ко второй половине октября – ноября и заканчивается обычно в середине марта до наступления устойчивых оттепелей, когда они начинают стаивать. При этом наледи иногда можно встретить даже в июне-августе (например, по наблюдениям 18 июля 1954 г. Д.П. Воробьевым в Шкотовском районе, на северном склоне долины руч. Березового на высоте около 900 м) [12]. Одна из многолетних обследованных нами наледей была встречена в бассейне р. Дагды на высоте 1100 м (верховья р. Сани, мощность в июле 1981 г. – 5 м, а в октябре – 2,2 м).

Основные факторы образования и сохранения наледей

Ручьевые наледи. Наблюдения за одной такой наледью на западном макросклоне п-ова Муравьев-Амурского в русле ручья Географического в 2002–2003 гг. (слоистой, мощностью до 1,9 м, шириной около 18 м, длиной до 300 м – рис. 4) показали, что она возникла в ходе глубокого промерзания грунта, сильнообводненного еще после обильных осенних осадков (при стоке в 0,2 л/сек). Малая мощность наледи в 2006–2007 гг. на этом месте (рис. 5) связана с умеренными осадками летом и осенью вплоть до наступления зимы.

Наши наблюдения показывают, что в период разрушения наледи стаивают как сверху, что характерно для Чукотки, так и снизу. Так, на одной из наледных полей (вытянутой по уклону ручья, размером 15x30 м) в пределах верховий ручья Безымянного (на западном макросклоне п-ова Муравьев-Амурского)

были выполнены тематические стационарные исследования. В разных точках наледной поляны осенью 2002 г. были оставлены на поверхности почвенные термометры в эбонитовых трубках. К концу марта здесь сформировалась наледь мощностью до 2 м. К началу мая 2003 г. наледь практически разрушилась. Из-под ее остатков по мощности 1–5 см были извлечены термометры, зафиксировавшие положительные температуры – от 0°C до +0,4°C. Это свидетельствует, что наледь здесь на фоне преимущественного таяния сверху стаивала и снизу. Одновременно зафиксировано охлаждающее воздействие этой наледи в мае 2003 г. на вмещающие ее геосистемы, выразившееся в отставании фенофаз в 5–10-метровой полосе окружающей наледную поляну растительности, резко контрастирующей с соседними участками.

В развитии наледных образований большая роль принадлежит снежному покрову как самостоятельному средообразующему фактору. В многоснежные зимы его отепляющее влияние подстилающих деятельных поверхностей препятствует глубокому промерзанию почвогрунтов речных потоков и тем самым ухудшает условия возникновения грунтовых и речных наледей. В малоснежные зимы и в условиях повышенной ветровой деятельности (ноябрь – декабрь), когда активно сдувается снежный покров с наветренных склонов и открытых равнинных пространств на фоне значительных температурных минимумов, идет интенсивное промерзание почвогрунтов. В результате возникают оптимальные обстановки активного формирования наледей.

Так, в условиях довольно часто возникающих малоснежных обстановок в ноябре – декабре интенсивно промерзающие грунты на склонах смыкаются с водоупорами (глинистыми и скальными субстратами, верхней кровлей вечномерзлых грунтов и перелетков), после чего напорные воды изливаются на поверхность. Они стекают в русла рек. В дальнейшем здесь импульсивно формируются обширные наледи.

После выпадения мощных снегопадов в начальные периоды сезонного промерзания субстратов, отепляющих последние, уменьшается вероятность наледообразования. Снег, выпадающий в конце зимы, удлиняет период сохранности наледей (до начала июня), а отсутствие его в это время – сокращает их сохранность до середины мая.

После засушливого лета уменьшается количество и мощность возникающих наледей, а после дождливого – резко увеличивается.

В речных долинах Приморья, в пределах водопадных систем, формируются крупные висячие наледи (Беневские водопады в бас. р. Киевки, водопады в бассейне р. Шкотовки и др.). Подобные образования значительных размеров наблюдались нами при совместных исследованиях (1989 г.) с А.М. Короткими в верховьях р. Налдынды (хр. Ям-Алинь).

Возникают и необычные сезонные наледи как результат своеобразных трансформаций снежной толщи. В зимне-весеннее вре-

мя, в условиях обычных континентальных обстановок (повышенной радиации при резко пониженной облачности) на склонах преимущественно южной экспозиции снег в дневные часы подтаивает и образующаяся вода замерзает ночью, формируя наледные «пятна». Особенно активно такое наледообразование на юге Приморья.

Большое влияние на наледи и их характер оказывает антропогенный пресс, в результате которого наледи появляются и на тех участках, где их прежде не было [9].

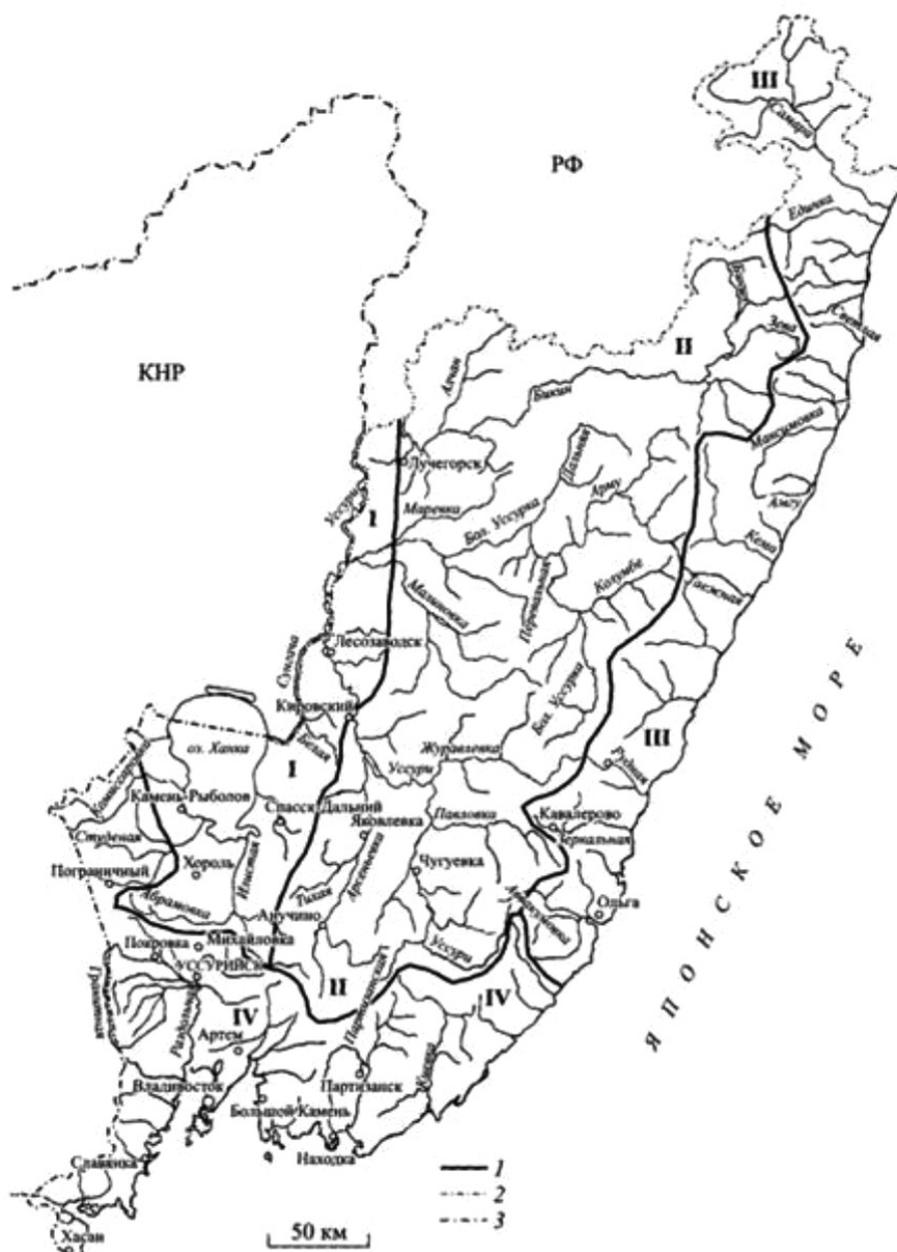


Рис. 8. Схема районирования Приморья по условиям наледообразования. Условные обозначения – районы: – I, II, III, IV (см. в тексте); границы: 1 – районов, 2 – субъектов РФ, 3 – государственная

Некоторые особенности регионального функционирования наледей

На территории Приморья выделено четыре обособленных района [9, 12] – Западно-Приморский район (I), Центральный горный район (II), Восточно-Приморский район (III) и Южно-Приморский район (IV) (рис. 8).

Их различия в условиях образования, сроках сохранности и типах кратко освещены выше и детально в цитируемых выше публикациях.

Здесь необходимо дополнительно привести для районов только следующие отличительные сведения. В первом районе ключевые наледы большой мощности встречаются значительно чаще, чем речные; во втором – наибольшее и повсеместное распространение имеют ключевые наледы (до 2,5 м); в третьем – на крутых берегах рек наблюдаются грунтовые наледы в виде ледяных каскадов; большое распространение имеют наледы от таяния снега в зимний период; в четвертом – встречаются наледы всех типов, однако мощность их и вероятность появления меньше, чем в других районах; наледы от таяния снега в зимний период на склонах южной экспозиции, по сравнению с другими районами, встречаются наиболее часто.

Выводы

В настоящее время происходит направленное похолодание на всей территории рассмотренных регионов. Это подтверждается материалами исследований автора. В этих условиях интенсификация процессов наледообразования адекватно возрастает.

Наледным образованиям, как климатически обусловленным, свойственны региональные черты:

1) в зональном и высотно-поясном плане – частота появления, размеры и длительность существования возрастают с юга на север и, соответственно, снизу вверх;

2) в провинциальном плане – происходит соответствующая смена модификаций.

Специфика развития геосистем (структуры, организации, динамики, экзогенного рельефообразования, фитогенеза, общей устойчивости и т.д.) в условиях посезонной смены океанических и континентальных черт климата Тихоокеанской России во многом создается различиями в продолжительности существования наледных и озерных льдов.

Сохранность озерных льдов и сезонных наледей в исследованных регионах существенно отличается: на Чукотке она более продолжительная – на 1–2 месяца.

В период разрушения наледи на Чукотке стаивают только сверху, а в Приморье – повсеместно как сверху, так и снизу (см. выше, наблюдения в пределах верховий ручья Безымянного на западном макросклоне п-ова Муравьева-Амурского). При этом в Приморье разрушение наледей на островах вечной мерзлоты сходно с Чукоткой.

Разрушение озерных льдов в обоих регионах похоже – оно происходит и сверху, и снизу.

Наледи воздействуют на внешнюю среду значительно мощнее, чем озерный лед. Они, в силу многих причин (из-за многослойного строения тают прерывисто и, следовательно, значительно медленнее) охлаждают окружающие природные комплексы более длительное время. Этому способствуют и большие запасы холода вечной мерзлоты, сохраняющиеся под многими из них.

Влияние наледообразования и наледей на ландшафты и их компоненты везде проявляется многопланово:

1) на рельеф – в активизации склоновых процессов в весенне-летнее время;

2) на почвы – в заилении и перекрытии грубообломочным материалом с поверхности;

3) на водотоки – в регулировании стока;

4) на растительность – в изреживании и локальной замене компонентов растительных сообществ;

5) на структуру ландшафтов в целом – в образовании наледных полей, как специфических новых фаций.

В условиях антропогенного пресса (из-за прокладки дорог, вырубки леса на больших площадях, строительства мостов через ручьи и реки, регулировки стока рек, создания промышленных предприятий и поселков) изменение природных геосистем наледными процессами происходит достаточно быстро.

Масштабы негативных воздействий, из-за появления и интенсификации, естественных и антропогенных наледных процессов, в условиях рационального природопользования и для целей устойчивого развития территории, необходимо по возможности исключать или минимизировать.

Список литературы / References

1. Алексеев В.Р., Горин В.В., Котов С.В. Наледи-тарны Северной Чукотки // Лед и снег. 2011. № 3 (115). С. 125–142.

Alekseev V.P., Gorin V.V., Kotov S.V. 2011. Aufeisestaryns of the North Chukotka // Ice and snow. 2011. No. 3 (115). P. 125–142 (in Russian).

2. Короткий А.М., Коробов В.В., Скрыльник Г.П. Аномальные природные процессы и их влияние на состояние геосистем юга российского Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 2011. 265 с.

- Korotky A.M., Korobov V.V., Skrylnik G.P. Anomalous natural processes and their effect on the state of the southern Russian Far East geosystems. Vladivostok: Dalnauka, 2011. 265 p. (in Russian).
3. Алексеев В.Р. Влияние наледей на развитие русловой сети (наледный руслогенез) // Лёд и снег. 2013. № 4 (124). С. 95–106.
- Alekseev V.P. Effect of the aufeis on the development of the channel network (aufeis channel genesis) // Ice and snow. 2013. No. 4 (124). P. 95–106 (in Russian).
4. Скрыльник Г.П. Основные черты климата национального парка «Бикин» // Общество. Среда. Развитие. 2018. № 1. С. 135–143.
- Skrylnik G.P. Main features of climate of the national park «Bikin» // Society. Environment. Development. 2018. No. 1. P. 135–143 (in Russian).
5. Велиев С.С., Мамедов А.С., Тагиева Е.Н. Потепление или похолодание? // Изв. РГО. 2011. Т. 143. вып. 1. С. 81–88.
- Veliyev S.S., Mamedov A.S., Tagiyeva E.N. Warming or cooling? // Bulletin of the Russian Geographical society. 2011. Vol. 143. Issue 1. P. 81–88. (in Russian).
6. Ловелиус Н.В., Ретеюм А.Ю. Циклы солнечной активности в Арктике // Общество. Среда. Развитие. 2018. № 1. С. 128–130.
- Lovelius N.V., Reteyum F.Yu. Solar cycles in Arctic // Society. Environment. Development. 2018. № 1. P. 128–130 (in Russian).
7. Global Atmosphere Watch Programme [Electronic resource]. URL: <https://public.wmo.int/en/programmes/global-atmosphere-watch-programme> (date of access: 16.06.2018).
8. Иванец Б. С., Скрыльник Г. П. Роль наледного льда в организации природных комплексов // География и палеогеография климоморфогенеза. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1976. С. 57–66.
- Ivanets B.S., Skrylnik G.P. Role of the aufeis ice in the organization of natural complexes // Geography and paleogeography of climate morphogenesis. Vladivostok: FESC of USSR Academy of Sciences, 1976. P. 57–66 (in Russian).
9. Короткий А.М., Коробов В.В., Скрыльник Г.П. Наледи в речных бассейнах Приморья и их влияние на ландшафты // География и природные ресурсы. 2010. № 4. С. 107–116.
- Korotky A.M., Korobov V.V., Skrylnik G.P. Aufeis in the river basins of Primorye and their effect on the landscapes // Geography and natural resources. 2010. No. 4. P. 107–116 (in Russian).
10. Бровко П.Ф. Зональность береговых процессов дальневосточных морей // Геодинамические процессы и природные катастрофы в Дальневосточном регионе: тез. докл. науч. конф., Южно-Сахалинск, 26–30 сент. 2011 г. Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 2011. С. 142–143.
- Brovko P.F. Zonality of beach processes of the Far-Eastern seas // Geodynamic processes and natural disasters in the Far-Eastern region: scientific conference, theses of reports, September 26–30, 2011 Yuzhno-Sakhalinsk: Publ. by Institute of Marine Geology and Geophysics, FEB of RAS, 2011. P. 142–143 (in Russian).
11. Толстихин О.Н. В краю наледей. Л.: Гидрометеоздат, 1978. 112 с.
- Tolstihin O.N. In the land of icing. L.: Gidrometeoizdat, 1978. 112 p. (in Russian).
12. Цвид А.А. Наледи в Приморском крае и борьба с ними. Магадан: ДВФ АН СССР, 1957. 87 с.
- Tsvid A.A. Aufeis in Primorsky Krai and their control. Magadan: FEB of USSR Academy of Sciences, 1957. 87 p. (in Russian).

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 630*116.64:574(470.45)

СОСТОЯНИЕ ЛЕСОЗАЩИТНЫХ ПОЛОС В ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Латкина Т.В., Латкин В.Н.

ФГБОУ ВО «Камышинский технологический институт (филиал)

Волгоградского государственного технического университета», Камышин, e-mail: Latkina@kti.ru

Исследована история развития защитного лесоразведения в Камышинском районе Волгоградской области. Среди юго-восточных районов Волгоградская область типична, так как для неё характерны засухи, суховеи, пыльные бури, водная эрозия, которые наносят сельскому хозяйству и природному ландшафту большой урон. Проведен анализ состояния содержания лесных полос в Волгоградской области. В Волгоградской области имеется хороший опыт защитного лесоразведения и лесной мелиорации, имеющий богатую историю. Значимыми вехами в развитии лесозащитных полос стал 1903 г. – начало деятельности Песчано-овражной партии в Камышинском уезде Саратовской губернии, известным песчаными бурями; 1948 г. – Сталинский план преобразования природы, стимулировавший создание лесозащитных станций и активную высадку разнообразных пород. Каждый год увеличивалось число защитных противоэрозионных насаждений, полезащитных полос. При отсутствии финансирования произошло резкое сокращение количества созданных полезащитных полос в Волгоградской области в 1990-е гг., вплоть до полного отсутствия высадки деревьев и кустарников в период с 1995 по 2001 гг. Многочисленные разрушительные факторы, такие как смыв почвы и рост оврагов, причина которых в интенсивном стоке талых вод, ливнях, суховеях и пыльных бурях, становятся причиной прогрессирующего снижения плодородных качеств почвы. Выявлено, что в настоящее время необходимо коренным образом изменить подходы к уходу и содержанию лесных полос: выращивать саженцы из местного посевного материала сосны обыкновенной, лиственницы, предпочесть дубы пирамидальной формы, работать над предотвращением воздействия водной и ветровой эрозии, восстановлением плодородия почвы, ареала обитания птиц и животных, кислородного запаса. Доказано, что данные мероприятия необходимы для поддержания баланса экосистемы Волгоградской области.

Ключевые слова: эрозия почв, агроландшафты, сток, противоэрозионная эффективность, экологическая устойчивость, полезащитные полосы, лесоразведение

CONDITION OF FOREST-PRESERVING BELTS IN VOLGOGRAD REGION

Latkina T.V., Latkin V.N.

*Kamyshin technological Institute (branch) Volgograd State Technical University,
Kamyshin, e-mail: Latkina@kti.ru*

The history of preservation forestry in Kamyshin District of Volgograd Region has been studied and analyzed. Volgograd Region is a typical area in the South-East of Russia where drought, hot dry winds, dust storms and ablation damage the agriculture and natural landscape severely. Condition of forest belts in Volgograd Region has been analyzed. There is a rich experience in preservation belt forestry and forest reclamation with an abundant history in Volgograd Region. The following landmarks are especially remarkable in the history of developing forest-preserving belts. In 1903 Pestchano-Ovrazhya Party began its activity in Kamyshin Uyezd (District), Saratov Province, well-known for its dust storms; In 1948 implementation of Stalin's nature transformation plan that encouraged creation of forest-preservation stations and various tree species planting started. Gorge forests and land protective belts were planted annually. Lack of adequate financing resulted in collapse of the work volume in forest preservation belt planting in Volgograd Region in the 1990s, with no tree or bush being planted over the period from 1995 until 2001. Numerous destructive factors such as surface washing and deepening of gorges and ravines due to intensive thaw water drain and showers, hot dry winds, dust storms are leading to progressive deterioration of the soil fertility. It has been revealed that nowadays it is necessary to change the approach towards ways of taking care of and looking after forest preservation belts: grow seedlings from local seed material of Scots pine, larch, oaks, prefer oaks of pyramidal shape. Prevention of water and wind erosion, restoring soil fertility, the range of bird and mammal population, oxygen store is of vital importance. It has been proved that these activities are of critical in maintaining the balance of ecological system in Volgograd Region.

Keywords: soil erosion, agrolandscapes, drainage, erosion-preventive efficiency, ecological stability, land protective belts, foresting

В южной части Европейской России Волгоградская область является одной из крупнейших. Здесь не только пыльные бури, суховеи и засухи, водная эрозия наносят природному ландшафту большой урон, но и техногенные нагрузки, потому что область обладает мощным производственным потенциалом. Данные факторы значительно преобразовали естественные ландшафты.

Бесхозяйственное использование природных ресурсов оказывает пагубное влияние на экологию [1].

Целью предлагаемого исследования является обзор истории развития лесоразведения, лесной мелиорации в Волгоградской области, оценка современного экологического состояния лесополос и антропогенного влияния на них.

Материалом исследования послужил опыт организаций, занимающихся выращиванием лесозащитных и озеленительных культур. Методы исследования: описательные, анализ документации – Лесного плана Волгоградской области на 2009–2018 гг.

Анализируя историю развития защитного лесоразведения и лесной мелиорации в XX в. в Волгоградской области, видим, что в этом направлении был накоплен значительный опыт. Началом стало 27 февраля 1902 г., когда на заседании экономического совета Камышинского земства в присутствии уполномоченного министра земледелия Трофимова было принято решение о выделении земли под питомник и о направлении специалиста по борьбе с сыпучими песками и оврагами.

В июне того же 1902 г. на юг Саратовской губернии (сегодня территория относится к Волгоградской области) министерством был командирован младший таксатор К.П. Красильников, возглавивший Песчано-овражную партию, он прошёл научную подготовку и занимался оценкой леса по правилам таксации. Камышинский уезд Саратовской губернии был выбран потому, что был подвержен песчаным бурям. Это обстоятельство повлияло на выбор места постоянного жительства Красильниковым и Песчано-овражной партией в Камышине.

Центром пропаганды лесомелиоративных работ в Среднем и Нижнем Поволжье стали проведенные в 1903 г. Камышинской песчано-овражной партией практические курсы по производству оврагоукрепительных работ. Вручную осуществлялось облесение оврагов при помощи узких террас по откосам: высаживались дуб, вяз, клен, ряд видов кустарников. Этот опыт с лесомелиоративной точки зрения оказался весьма удачным. Несмотря на почтенный возраст насаждений (более 100 лет) сегодня состояние пород удовлетворительно, и, хотя сток в овраги продолжается, рост их вершин полностью прекратился. Благодаря работе сотрудников Нижневолжской станции по селекции древесных пород удаётся сохранить лесные насаждения на откосах оврагов этого периода высадки (овраг Кирпичный).

В 1930-е гг. на землях колхозов создаются приовражные и полезащитные лесные полосы. По данным В.Я. Колданова лесистость области к 1950 г. составляла около 3%. В гослесфонде объемы лесных насаждений были доведены до 350 тыс. га. По Постановлениям правительства от 20 октя-

бря 1948 г. и 17 июня 1949 г. планировалось высадить до 590 тыс. га лесонасаждений, в том числе по песчаным и овражным территориям [2, с. 33–38].

К 1965 г. планировалось довести площадь лесов до 800–825 тыс. га, а лесистость до 7,5%. За 15 лет планировалось увеличить площадь лесов всех назначений более чем в 2 раза. Пахотные земли должны защитить до 400 тыс. га лесных насаждений. В районах с преобладанием выращивания хлеба лесистость достигла 15% [2, с. 33–38].

Особенно активно в 1950-е гг. закладывались лесные полосы для защиты сельскохозяйственных угодий от суховеев, причиной тому стала послевоенная засуха. В Волгоградской области с 1948 по 1953 г. включительно были организованы 34 лесозащитные станции Министерства лесного хозяйства и 12 лесозащитных станций Министерства сельского хозяйства России [2, с. 43]. Сегодня, по данным Лесного плана Волгоградской области на 2009–2018 гг., функционирует 22 лесничества.

Для подготовки специалистов были открыты лесомелиоративный факультет с заочным отделением при Волгоградском сельскохозяйственном институте, Волгоградский лесной техникум, Новоаннинский агролесомелиоративный техникум, лесомелиоративное отделение при Михайловской школе полеводства, Ивановская и Серафимовичская школы механизации лесного хозяйства, Камышинская агролесомелиоративная школа. Но кадров не хватало, и агролесомелиораторами становились практики-агрономы. Из 332 лесомелиораторов, трудившихся в лесозащитных станциях сельского хозяйства, более половины – 171 практик с месячной курсовой подготовкой [2, с. 45–46].

Всё это стало масштабной подготовкой к реализации «Сталинского плана преобразования природы» от 20 октября 1948 г., по которому на территориях Волгоградской области была начата закладка государственных защитных лесных полос Пенза – Каменск, Воронеж – Ростов, Камышин – Сталинград (Волгоград), Саратов – Астрахань, Волгоград – Астрахань – Черкесск [3, 4].

Государственная полоса Камышин – Волгоград полностью проходит в Волгоградской области, имеет протяженность 250 км и площадь лесных культур 4761 га: она была заложена тремя лентами шириной 60 м, расстояние между ними 300 м. К работам на гослесополосе приступили в 1949 г. и завершили их в 1956 г. Особенностью

этой территории является то, что она находится в зоне недостаточного и неустойчивого земледелия, годовая сумма осадков от 280 до 450 мм, часты засухи, суховеи. На каждые 10 лет засухи отмечаются 4–5 раз. Доля эродированных почв здесь колеблется от 25 до 65% [5, с. 5].

К концу 1960-х гг. благодаря деятельности лесозащитных станций, лесхозов и колхозов площади защитных насаждений, например, в Камышинском районе были доведены до «61,1 тыс. га, в том числе полезащитных полос 26,6 тыс. га, овражно-балочных насаждений 22,5 тыс. га и насаждений на песках 12 тыс. га» [5, с. 3]. Статистику подтверждает исследование А.В. Кулик [6, с. 7]. В системе лесомелиоративных мероприятий, включающих облесение песков, полезащитное лесоразведение и борьбу с водной эрозией почв, активно участвовали лесхозы.

Ежегодная деятельность по увеличению лесозащитных площадей принесла определённые результаты и позволила достигнуть к 2009 г. 483, 2 тыс. га площадей, покрытых лесом [7, с. 72–73], то есть всего лишь 50% от планируемых уже к 1965 г. объемов. Резкое сокращение облесенных поверхностей произошло по ряду причин.

С 2003 по 2007 г. произошло 407 пожаров, из них 112 пришлось на 2006 г., самый большой удар нанесён Волгоградскому и Калачёвскому лесничествам [7, с. 11].

Общая засушливость климата в Волгоградской области нарастает, а наряду с ней становятся нередкими сильные засухи. В среднем начиная с 2000 г. 57 дней носят характер высокой или чрезвычайной пожарной опасности (в 2007 г. таких дней было 87) [7, с. 13]. В 1992–2010 гг. в результате масштабного снижения площади орошаемых земель в Волгоградской области снизились площади защитных насаждений. Ухудшается лесопожарная обстановка в связи с увеличением заброшенных участков, которые теряют значимость вследствие снижения поголовья скота. Защитные лесные полосы в таких условиях начинают играть ещё более важную роль в деле реше-

ния общей проблемы степного лесоразведения и защитного лесоразведения [8, с. 23].

В период с 1995 по 2001 г. из-за отсутствия финансовой поддержки высадка деревьев и кустарников массово не производилась. По данным К.Н. Кулик, в 1992–1995 гг. было высажено 63,1 тыс. га в год, а в 1996–2000 22,5 тыс. га, в 2001–2003 – 17, 3 тыс. га. В 2003 г. было выделено 90 млн руб. из федерального бюджета из 163 млн руб., предусмотренных Федеральной программой развития агролесомелиоративных работ в России, разработанной по поручению Правительства во ВНИАЛМИ, в 2004 г. из 173 млн руб. соответственно 87 млн руб., в 2005 г. финансирования не было [9, с. 158].

Анализ перечисленных причин показывает, что сегодня остро стоит вопрос развития защитного лесоразведения на низкопродуктивных землях Волгоградской области, которая по-прежнему относится к лесодифицитным регионам. В 2003 г. её лесистость составляла 3,9%, а к 2017 г. поднялась до 4,3% – 113 кв. км от общей площади области. Опасное ухудшение экологии агросферы требует проведения мероприятий по адаптивно-ландшафтному обустройству, рациональное землепользование в настоящее время связывают с развитием защитного лесоразведения [10, 11, 12].

В таблице обобщены сведения, которые приводят исследователи К.Н. Кулик, А.Т. Барбанов, А.С. Манаенков, А.К. Кулик.

На основе масштабного эксперимента по выращиванию узких полезащитных полос Волгоградская область приобрела ценный опыт. Государственная комиссия Совета Министров РСФСР в 1956 и 1958 гг. приняла, дав положительную оценку, государственную лесную полосу Камышин – Волгоград. При весьма неблагоприятных условиях в степи удалось вырастить лесонасаждения хорошего качества. Наибольшую приживаемость при облесении песчаных, овражных участков показали следующие породы: ильмовые, ольха, дуб, тополь, ясень, клен, скумпия, ирга, смородина, шиповник. На больших площадях выращены насаждения сосны обыкновенной.

Адаптивно-ландшафтное обустройство сельскохозяйственной территории Волгоградской области

Лесомелиоративный фонд		Потребность в защитных лесонасаждениях (ЗЛН)	
пашни	5,8 млн га	имеющиеся ЗЛН	130693 га
сенокосы и пастбища	2,8 млн га	следует создать ЗЛН	200000 га
Итого подлежит защите	8,7 млн га	Итого необходимо ЗЛН	330693 га

Над улучшением качеств посадочного материала сосны, лиственницы работает с 1933 г. коллектив Нижневолжской станции по селекции древесных пород Всероссийского НИИ агролесомелиорации, Клетская научно-исследовательская агролесомелиоративная опытная станция, в последнее двадцатилетие ученые Г.Я. Маттис, А.К. Зеленьяк, А.П. Иозус [13–15], исследователи Е.М. Романов [16], А.Т. Барабанов, А.С. Манаенков, А.И. Узолин, А.В. Кулик [17]. В трудных условиях выращивания на песчаных почвах Волгоградской области критерии устойчивости и долговечности становятся основными [18].

В регионе наиболее известны искусственные сосновые боры на Арчедино-Донском песчаном массиве и вокруг города Камышина. Мониторинг состояния соснового насаждения, созданного в 1903–1914 гг. на бугристых песках около города Камышина проводился в 1926, 1950, 1957 гг. С.М. Зепаловым, в 1964 г. В.Л. Казуровым, а в 1973 г. лесостроительной экспедицией «Леспроекта» [19], в 1991–2004 гг. А.П. Иозусом. Он показывает, что в 1973, 1976, 1992 и 1999 гг. происходит массовое усыхание деревьев в связи с засухами 1972, 1975, 1991, 1992, 1998 и 1999 гг. и низовыми пожарами [20].

Для восстановления объемов защитных лесных насаждений в Новоаннинском районе Волгоградской области с 1982 по 1997 гг. были заложены лесосеменные плантации сосны – 160 га, дуба – 80 га, лиственницы – 16 га и перспективных для сухой степи Нижнего Поволжья сосен крымской и желтой. При их создании использовались семейственный, плюсовый, популяционный подходы [21, 22]. На сегодняшний день все виды стабильно плодоносят, показывают устойчивость к неблагоприятным факторам.

Кроме того, с 1971 г. Нижневолжской станцией по селекции древесных пород Всероссийского НИИ агролесомелиорации ведется разработка агротехники выращивания сеянцев лиственницы сибирской, потому что высокие результаты приживаемости можно показать, используя местный посевной материал на селекционно-генетической основе [23]. Породу отличает долговечность, засухоустойчивость, способность к интенсивному росту. При небольших экономических вложениях из лиственничных насаждений можно формировать ажурно-продуваемые полезащитные лесные полосы, равномерно распределяющие снег на полях между ними [24, 25].

К числу основных пород в защитной лесополосе Камышин – Волгоград остается дуб черешчатый. Однако наблюдения за опытными лесными полосами в Заволжском стационаре ВНИАЛМИ и ОПХ «Качалинское» показывают, что эффективность защитных лесных насаждений сухой степи Нижнего Поволжья из дуба можно успешно повысить внедрением пирамидальной формы этого вида. Увеличивается защитная высота насаждения, повышается устойчивость к экстремальным факторам, уменьшается ширина полезащитных лесных полос и сохраняются пахотные угодья [26–28].

Опыт научной и практической деятельности в области земледельческой культуры указывает на неразрывную связь сельскохозяйственных и лесных угодий и необходимость защиты полей с помощью лесных насаждений. Пыльными бурями наносится значительный ущерб, их возникновение вызвано преимущественно уничтожением леса. Они наносят вред посевам, на склонах уничтожают гумусовый слой, на легких почвах формируют зоны выдувания [29, с. 75–76].

Установлена связь между облесенностью полей и степенью повреждения посевов и почвы пыльной бурей. Ориентирование на защитную способность леса помогает значительно увеличить продуктивность сельскохозяйственных угодий. Скорость ветра на защищенных лесными полосами полях, по сравнению с незащищенными снижается на 30–50% и более. На таких территориях создаются условия для предотвращения почвенной эрозии и обеспечения равномерного отложения снега. Для формирования снегового покрова в 1 см на полях, имеющих защиту из лесных полос, осадков требуется на 30–35% меньше, чем на незащищенных.

Снеговой покров мощнее на полях, окруженных лесополосами, вследствие этого промерзание почвы меньше в 1,5–2 раза. Под защитой системы лесополос на полях значительно улучшается микроклимат и увлажненность почвы.

Ведущая задача противозерозионных лесных насаждений – сохранение качества почв, защита земель от водной эрозии. Наблюдения в Камышинском районе (села Дворянское, Веселово, Антиповка) за землями фермерских хозяйств, отведенными под выращивание озимых, показывают следующее. На полях, имеющих защитные насаждения, лучше удерживается снеговой покров, весной почва в достаточной степени увлажнена и урожай более высокий. Что

же касается земель без полезащитных полос, то здесь почва быстро освобождается от снегового покрова после зимы, высушивается ветрами и даёт низкую урожайность. Фермеры при использовании земель должны учитывать разный характер эродированности почв и проводить адекватные противоэрозионные мероприятия.

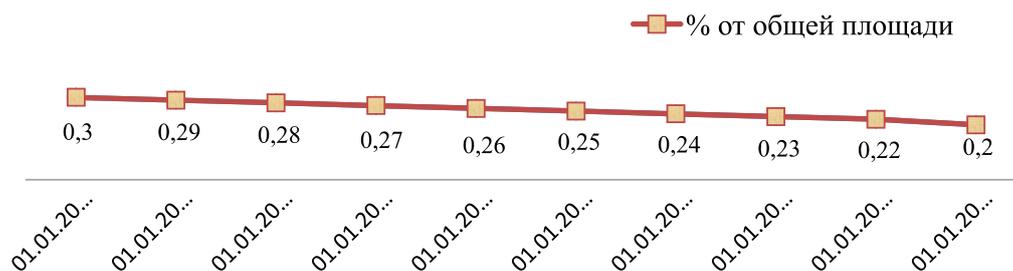
Значительное число методов борьбы с водной и ветровой почвенной эрозией представляет собой профилактику разрушения грунта, но не его восстановление. Плановые профилактические мероприятия позволяют избежать распространения эрозии по сельскохозяйственным территориям. Эффективным методом борьбы является террасирование склонов, применяемых на холмистой местности Камышинским лесхозом на территории Камышинского района, во избежание смыва плодородного слоя и разрушения их поверхности. Террасы представляют собой высадку кустарников и деревьев полосами поперек склона. Такое расположение насаждений препятствует водной и ветровой эрозии, они вырастают в надёжный барьер на пути разрушения грунта. Лесополосы также высаживают по окраинам полей, в верхней части склонов в целях защиты их от осыпания и размывания, в основании оврагов.

Перечисленные методы помогают замедлить процессы эрозии и сохранить плодородие грунта для увеличения урожайности сельскохозяйственных земель, что весьма актуально в ситуации увеличения потребности в сельскохозяйственной продукции на рынке России и активного использования минерально-сырьевой базы Волгоградской области.

Волгоградская область обладает нерудными полезными ископаемыми, которые составляют минерально-сырьевую базу промышленности строительных материалов. С середины 2000-х гг. разработки ведутся на 47 месторождениях, расположенных в Правобережье. Несмотря на то, что это 23% от общего количества, но начавшиеся пагубные процессы продолжают разрушать натуральный ландшафт. На территории Волгоградской области можно отметить крупные разработки: в городе Михайловка карьер Серебряковского цементного завода; в Городищенском районе Орловский карьер по добыче песка, Камышинский известковый карьер для производства кирпича, Камышинский песчаный карьер для стекло-тарного производства, а также в городах Фролово, Дубовка, Жирновск, Волгоград.

Это ухудшает экологическую обстановку, вследствие выветривания, «дефляции плоскотной эрозии, просадочным деформациям... происходит заболачивание дниц при вскрытии подземных вод, часто имеет место замусоривание» [30, с. 52]. В таких неблагоприятных районах проведение рекультивации представляется обязательным.

В связи с тем, что Волгоградская область находится в степной зоне, здесь не редкость суховеи, пыльные бури, засухи, которые создают некомфортные для проживания условия. Они могут в дальнейшем усугубляться, если не вести профилактику на должном уровне. В деле поддержания состояния окружающей среды на комфортном уровне для человека, животных и птиц, плодородности сельскохозяйственных земель важно сохранение надлежащего состояния защитных лесополос. Однако ежегодные засухи и ненадлежащий уход создают предпосылки к возникновению пожаров, которые уничтожают лесополосы. В связи со складывающимися неблагоприятными природно-климатическими условиями и упущениями в области противопожарных мер в период с 2008 по 2010 гг. в Старополтавском лесничестве пострадало 252,25 га, в Серафимовическом – 616 га. Только в 2010 г. за период с апреля по ноябрь по Волгоградской области было зафиксировано 942 очага возгорания [31, с. 302], особенно пострадали сосновые насаждения. По сообщению Авиалесоохраны в 2002 г. выгорело 3461 га лесов, летом 2017 г. пожары уничтожили обширные территории в зоне трассы Р-228 Волгоград – Сызрань. В период с 22 по 26 августа в Волгоградской области возникло 16 лесных пожаров, ликвидировано 10 лесных пожаров на площади более 400 га. Причины всех лесных пожаров – переход в лес огня с земель сельхозназначения, муниципальных образований. И уже в 2018 г. пожары в Дубовском районе продолжают, так как на этой территории по-прежнему отсутствуют противопожарные минерализованные полосы, или же они не имеют достаточной ширины и должной глубины вспашки. Причина, бесспорно, в халатном отношении к окружающей среде проезжающих, провоцирующих пожары. В Камышинском районе профилактика ведётся на более высоком уровне и пожары в лесозащитных полосах не возникают. В целом по Волгоградской области профилактические меры дают результат и общее количество уничтоженных площадей уменьшается, что можно видеть на рисунке.



Площадь защитных лесных насаждений, уничтоженных пожарами по данным Лесного плана Волгоградской области

Выводы

Волгоградская область является зоной рискованного земледелия: преобладают бедные почвы; часты суховеи, пыльные бури, которые приводят к ветровой эрозии; местность имеет возвышенности и низины, что делает её уязвимой для водной эрозии. Для предотвращения этих отрицательных воздействий необходимо развивать лесную мелиорацию с расширением площадей защитных лесных насаждений. Для поддержания лесозащитной полосы Камышин – Волгоград на должном уровне необходимо выращивать саженцы из местного посевного материала сосны обыкновенной, лиственницы, предпочесть дубы пирамидальной формы как быстро растущие, более устойчивые к абиотическим и патологическим факторам. Противопожарные минерализованные полосы должны иметь должную ширину и глубину вспашки. Для предотвращения процессов эрозии в Волгоградской области эффективно применение террасирования склонов. Резкое сокращение количества лесничеств с 46 до 22 по Волгоградской области привело к уменьшению запаса хвойных, твердолиственных и мягколиственных пород на 6,7, 2,2 и 4,5% соответственно. Необходимо проводить работы, предусмотренные Лесным планом Волгоградской области, по сохранению и расширению площадей лесозащитных полос.

Список литературы / References

- Кулик К.Н. Развитие защитного лесоразведения в Российской Федерации в связи с климатическими рисками в земледелии // Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. Серия «География». 2014. Т. 27 (66). № 2. С. 59–64.
- Kulik K.N. Development of protective afforestation in the Russian Federation in connection with climate risks in agriculture // Ucheny'e zapiski Tavricheskogo nacional'nogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. Seriya «Geografiya». 2014. T. 27 (66). № 2. P. 59–64 (in Russian).

- Колданов В.Я. Степное лесоразведение. М.: Лесная промышленность, 1967, 222 с.

- Koldanov V.Ya. Steppe afforestation. M.: Lesnaya promy'shennost', 1967, 222 p. (in Russian).

- Кулакова Е.Н. Государственная защитная лесная полоса «Черкесск – Элиста – Волгоград» // Научный журнал КубГАУ. 2015. № 114 (10) [Электронный ресурс]. URL: <http://ej.kubagro.ru/2015/10/pdf/40.pdf> (дата обращения: 19.08.2018).

- Kulakova E.N. State Protective Forest Strip «Cherkessk – Elista – Volgograd» // Nauchny'j zhurnal KubGAU. 2015. № 114 (10). [E'lektronny'j resurs]. URL: <http://ej.kubagro.ru/2015/10/pdf/40.pdf> (data obrashheniya: 19.08.2018) (in Russian).

- Удалова О.Г. Воздействие лесных полос и мульчированных щелей на эрозию и продуктивность пастбищ в степи Приволжской возвышенности: дис. ... канд. сел.-хоз. наук: 06.03.03. Волгоград, 2014. 173 с.

- Udalova O.G. Impact of forest strips and the mulched cracks on an erosion and efficiency of pastures in the steppe of Volga Hills: dis. ... kand. sel.-hoz. nauk: 06.03.03. Volgograd, 2014. 173 p (in Russian).

- Защитное лесоразведение (опыт Волгоградской области). М.: Изд-во «Лесная промышленность», 1968, 92 с.

- Protective afforestation (experience of the Volgograd region). M.: Izd-vo «Lesnaya promy'shennost'», 1968, 92 p. (in Russian).

- Кулик А.В. Влияние защитных лесных насаждений на эколого-хозяйственное состояние территории Волгоградской области: дис. ... канд. сел.-хоз. наук: 06.03.04, 03.00.16. Волгоград, 2008. 135 с.

- Kulik A.V. Influence of protective forest plantings on an ekologo-economic condition of the territory of the Volgograd region: dis. ... kand. sel.-hoz. nauk: 06.03.04, 03.00.16. Volgograd, 2008. 135 p. (in Russian).

- Лесной план Волгоградской области на 2009–2018 годы. Утвержден постановлением Главы Администрации Волгоградской области от 11 февраля 2009 г. № 144. 290 с.

- Forest plan of the Volgograd region for 2009–2018. It is approved by the resolution of the Head of administration of the Volgograd region of February 11, 2009. No 144. 290 p. (in Russian).

- Белолубцев А.И. Агроэкологическая эффективность приемов защиты почв от эрозии в условиях глобального изменения климата // Известия ТСХА. 2009. Вып. 1. С. 23–33.

- Belolubtzev A.I. Agroecological effectiveness of soil erosion control methods under global warming climate conditions // Izvestiya TSXA. 2009. No 1. P. 23–33 (in Russian).

- Кулик К.Н. Состояние и перспективы защитного лесоразведения в РФ // Защитное лесоразведение в Среднем Поволжье: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 75-летию Поволжской агролесомелиоративной опытной станции (п. Березки Самарской обл., 23–24 июня 2005 г.). Волгоград: ВНИАЛМИ. 2005. 158 с.

- Kulik A.V. State and the prospects of protective afforestation in the Russian Federation // Protective afforestation on average the Volga region: Materials of the All-Russian scientific and practical conference devoted to the 75 anniversary of the Volga region agrolesomeliорativny experimental station (Birches of the Samara Region, on June 23–24, 2005). Volgograd: VNIALMI, 2005. 158 p. (in Russian).
10. Кулик К.Н., Барабанов А.Т., Манаенков А.С., Кулик А.К. Обоснование прогноза развития защитного лесоразведения в Волгоградской области // Проблемы прогнозирования. 2017. № 6. С. 93–100.
- Kulik K.N., Barabanov A.T., Manaenkov A.S., Kulik A.K. Forecast assumption and analysis of the development of protective afforestation in the Volgograd region // Studies on Russian Economic Development. 2017. Т. 28. № 6. P. 641–647.
11. Кулик А.К., Власенко М.В. Эколого-гидрологическая оценка воздействия сельского и лесного хозяйства на песчаные земли Верхнего Дона // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2015. № 1. С. 89–94.
- Kulik A.K., Vlasenko M.V. Ekologo-gidrologichesky assessment of influence rural and forestry on sandy lands of the Upper Don // Puti povыsheniya e'fektivnosti oroshayemogo zemledeliya. 2015. № 1. P. 89–94 (in Russian).
12. Царев В.А. Эффективность сортовых тополей в степной зоне // Resources and Technology. 2003. № 4. С. 147–150.
- Tsarev V.A. Efficiency of high-quality poplars in a steppe zone // Resources and Technology. 2003. № 4. P. 147–150 (in Russian).
13. Иозус А.П., Зеленьяк А.К., Маттис Г.Я. Селекция и семеноводство сосны для field-protective forestation in Нижнем Поволжье // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2003. № 4. С. 2–3.
- Iozus A.P., Zelenyay A.K., Mattis G.Ya. Breeding and seed production of pine for field-protective forestation in Lower Povolzhье // Doklady Rossijskoj akademii sel'skoxozyajstvennyx nauk. 2003. № 4. P. 2–3 (in Russian).
14. Морозова Е.В., Иозус А.П. Прогноз долговечности основных насаждений в аридном регионе Нижнего Поволжья на основе математико-статистических методов // Фундаментальные исследования. 2015. № 7 (1). С. 43–47.
- Morozova E.V., Iozus A.P. The forecast of longevity of pinetum in the arid region of the Lower Volga Region on the basis of mathematico-statistical methods // Fundamental research. 2015. № 7 (1). P. 43–47 (in Russian).
15. Зеленьяк А.К., Иозус А.П., Морозова Е.В. Результаты адаптации хозяйственно ценных хвойных интродуцентов в аридных условиях Нижнего Поволжья // Фундаментальные исследования. 2015. № 7–1. С. 20–23.
- Zelenyay A.K., Iozus A.P., Morozova E.V. Results of adaptation of economically valuable coniferous an introduced species in arid conditions of the Lower Volga Region // Fundamental research. 2015. № 7–1. P. 20–23 (in Russian).
16. Романов Е.М. Интенсификация выращивания лесопосадочного материала в Среднем Поволжье: биоэкологические, агротехнические и технологические аспекты: автореф. дис. ... докт. сел.-хоз. наук: 06.03.01. Мар. гос. техн. ун-т. Йошкар-Ола, 1999. 46 с.
- Romanov E.M. The intensification of cultivation lesoposadochnogomaterialiat on average the Volga region: Bioecological, agrotechnical and technological aspects: dis... doctors of agricultural sciences: 06.03.01. Mar. state texn. un-t. Yoshkar-Ola, 1999. 46 p (in Russian).
17. Барабанов А.Т., Манаенков А.С., Узолин А.И., Кулик А.В. Опыт и стратегия защитного лесоразведения в Правобережье Среднего Дона Волгоградской области // Нива Поволжья. 2017. № 4 (45). С. 17–23.
- Barabanov A.T., Manaenkov A.S., Uzolin A.I., Kulik A.V. Experience and Strategy of Protective Afforestation in the Right Bank of the Central Don of the Volgograd Region (in Russian) // Niva Povolzh'ya. 2017. № 4 (45). P. 17–23.
18. Иозус А.П. Комплексное повышение качества и эффективности искусственных лесных насаждений в аридном регионе // Фундаментальные исследования. 2008. № 1. С. 66–69.
- Iozus A.P. Complex improvement of quality and efficiency of artificial forest plantings in the arid region // Fundamental research. 2008. № 1. P. 66–69 (in Russian).
19. Зеналов С.М. О старейшей культуре сосны обыкновенной на Камышинском опытном пункте. В сборнике: Облесение и сельскохозяйственное освоение песчаных земель Юго-Востока. М., 1959. С. 69–75.
- Zenalov S.M. About the oldest culture of a pine ordinary on the Kamyshin skilled point. In the collection: Afforestation and agricultural development of sandy lands of the Southeast. M., 1959. P. 69–75 (in Russian).
20. Иозус А.П. Проблемы облесения песков засушливой зоны сосной // Фундаментальные исследования. 2008. № 1. С. 69–71.
- Iozus A.P. Problems of afforestation of sands of a droughty zone pine // Fundamental research. 2008. № 1. P. 69–71 (in Russian).
21. Крючков С.Н., Иозус А.П., Стольников А.С. Селекционно-генетические методы повышения устойчивости лесомелиоративных комплексов в Нижнем Поволжье / С.Н. Крючков, // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 6. URL: www.science-education.ru/100-5121 (дата обращения: 17.08.2018).
- Kruchkov S.N., Iozus A.P., Stolnov A.S. Selective and Genetic Methods of Increasing of Forest Land Improvement Complexes Resistance in the Lower-Volga Region // Modern problems of science and education 2011. № 6. URL: www.science-education.ru/100-5121 (data obrashheniya: 17.08.2018) (in Russian).
22. Юрьева С.А., Иозус А.П., А.С. Стольников Селекционный отбор сосны на лесосеменных объектах разного генетического уровня // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 6. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=5134> (дата обращения: 17.08.2018).
- Yureva S.A., Iozus A.P., Stolnov A.S. Various Purpose Selection Pine Choice on Forest Seed Objects // Modern problems of science and education 2011. № 6. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=5134> (data obrashheniya: 17.08.2018) (in Russian).
23. Макаров В.М., Зеленьяк А.К., Иозус А.П. Технология выращивания лиственницы сибирской // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 6. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=7536> (дата обращения: 17.08.2018).
- Makarov V.M., Zelenyay A.K., Iozus A.P. Technology of Cultivation of the Larix Sibirica // Modern problems of science and education 2012. № 6. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=7536> (data obrashheniya: 17.08.2018) (in Russian).
24. Крючков С.Н., Зеленьяк А.К., Иозус А.П. Лиственницу сибирскую – в защитное лесоразведение // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 4. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=9827> (дата обращения: 18.08.2018).
- Kryuchkov S.N., Zelenyay A.K., Iozus A.P. Larch Siberian – in protective afforestation // Modern problems of science and education 2013. № 4. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=9827> (data obrashheniya: 18.08.2018) (in Russian).
25. Иозус А.П., Крючков С.Н., Морозова Е. В. Селекция и репродукция древесных пород для защитного лесоразведения: монография. Волгоград: ВолГГТУ, 2016. 175 с.
- Iozus A.P., Kryuchkov S.N., Morozova E. V. Selection and a reproduction of tree species for protective afforestation: monograph. Volgograd: ВолГГТУ, 2016. 175 p (in Russian).
26. Крючков С.Н., Маттис Г.Я. Лесоразведение в засушливых условиях. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2014. 300 с.
- Kryuchkov S.N., Mathis G.Ya. Afforestation in droughty conditions. Volgograd: VNIALMI, 2014. 300 p (in Russian).
27. Морозова Е.В., Иозус А.П. Основные результаты селекции пирамидальных форм дуба черешчатого в ус-

ловиях сухой степи Нижнего Поволжья // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2–2. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=22619> (дата обращения: 18.08.2018).

Morozova E.V., Iozus A.P. Main results of selection of pyramidal forms of an oak of Lower Volga area, chereschaty in the conditions of dry steppe // Modern problems of science and education. 2015. № 2–2. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=22619> (data obrashheniya: 18.08.2018) (in Russian).

28. Морозова Е.В., Иозус А.П. Выделение засухоустойчивых сортов популяций дуба черешчатого путём морфобиологических исследований в условиях сухой степи Нижнего Поволжья // Успехи современного естествознания. 2016. № 10. С. 90–94.

Morozova E.V., Iozus A.P. The Selection of Drought-Resistant Varieties of Populations of Pedunculate Oak With the Help of Morphophysiological Researches in the Conditions of Dry Steppes of the Lower Volga Region // Modern problems of science and education. 2016. № 10. P. 90–94 (in Russian).

29. Глушко А.Я. Влияние водной и ветровой эрозии на земельный фонд юга европейской части России // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2010. № 1. С. 75–85.

Glushko A.Ya. Influence of a water and wind erosion on land fund of the South of the European part of Russia // Izvestiya Dagestanskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Estestvenny'e i tochny'e nauki. 2010. № 1. P. 75–85 (in Russian).

30. Дьяченко Н.П. Эколого-геоморфологические аспекты карьерной добычи на территории Волгоградской области // Электронный научно-образовательный журнал ВГСПУ «Грани познания». 2014. № 4 (31). С. 47–53. URL. www.grani.vspu.ru (дата обращения: 17.08.2018).

Dyachenko N.P. Ecological and geomorphological aspects of quarrying at the territory of the Volgograd region (in Russian) // E'lektronny'j nauchno-obrazovatel'ny'j zhurnal VGSPU «Grani poznaniya». 2014. № 4 (31). P. 47–53. URL. www.grani.vspu.ru (data obrashheniya: 17.08.2018) (in Russian).

31. Кириллов С.Н., Егорова Е.В. Основные тенденции возникновения ландшафтных пожаров на территории России и Волгоградской области // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3. Экономика. Экология. 2012. № 1 (20). С. 298–304.

Kirillov S.N., Egorova E.V. The Main Trends of Landscape Fires on the Territory of Russia and Volgograd Region // Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 3. E'konomika. E'kologiya. 2012. № 1 (20). P. 298–304 (in Russian).