

Импакт-фактор

РИНЦ – 0,741

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» – 70062

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.х.н., проф. Алоев В.З. (Нальчик); д.х.н., проф. Великородов А.В. (Астрахань); д.х.н., проф. Дресвянников А.Ф. (Казань); д.х.н., проф. Душкин А.В. (Новосибирск); д.х.н., проф. Ивашкевич А.Н. (Москва); д.х.н., проф. Микитаев А.К. (Нальчик); д.х.н., проф. Нилов А.П. (Егорьевск); д.х.н., проф. Танганов Б.Б. (Улан-Удэ); д.с.-х.н., проф. Анищенко Л.Н. (Брянск); д.с.-х.н., проф. Байрамбеков Ш.Б. (Камызяк); д.с.-х.н., проф. Берсон З. (Великий Новгород); д.с.-х.н., проф. Зволинский В.П. (Волгоград); д.с.-х.н., проф. Коцарева Н.В. (Белгород); д.с.-х.н., проф. Ланцева Н.Н. (Новосибирск); д.с.-х.н., проф. Морозова Н.И. (Рязань); д.с.-х.н., проф. Тихановский А.Н. (Салехард); д.с.-х.н., проф. Улимбашев М.Б. (Нальчик); д.с.-х.н., проф. Ухтверов А.М. (Самара); д.с.-х.н., проф. Хазиахметов Ф.С. (Уфа); д.с.-х.н., проф. Шамшиев Б.Н. (Ош); д.г.-м.н., проф. Абилхасимов Х.Б. (Астана); д.г.-м.н., проф. Алексеев С.В. (Иркутск); д.г.-м.н., проф. Бондарев В.И. (Екатеринбург); д.г.-м.н., проф. Гавришин А.И. (Новочеркасск); д.г.-м.н., проф. Ерофеев В.И. (Томск); д.г.-м.н., проф. Костицын В.И. (Пермь); д.г.-м.н., проф. Лебедев В.И. (Кызыл); д.г.-м.н., проф. Мельников А.И. (Иркутск)

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

Свидетельство – **ПН № ФС 77-63398.**

Все публикации рецензируются. Доступ к электронной версии журнала бесплатен.

Импакт-фактор РИНЦ = 0,741.

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 – 09.11.2017
Дата выхода номера – 09.12.2017

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

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

Способ печати – оперативный.
Распространение по свободной цене.
Усл.п.л. 19,8
Тираж – 1000 экз. Заказ. УСЕ/11-2017
Подписной индекс 70062

© ИД «Академия Естествознания»

СОДЕРЖАНИЕ

Химические науки (02.00.00)

К ВОПРОСУ О КАТАЛАЗНОЙ АКТИВНОСТИ ЛИШАЙНИКОВ <i>Бойцова Т.А., Паламарчук И.А., Бровко О.С., Вальчук Н.А., Слобода А.А., Жильцов Д.В.</i>	7
ПРИМЕНЕНИЕ ВОСЬМИСЕНСОРНОГО «ЭЛЕКТРОННОГО НОСА» ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДЫ КЕРОСИНОМ И АЦЕТОНОМ <i>Кочетова Ж.Ю., Кучменко Т.А., Карлов П.А., Тимошинов О.В.</i>	12
ФАЗООБРАЗОВАНИЕ В СИСТЕМЕ $\text{La}_2\text{Zr}_3(\text{MoO}_4)_9 - \text{La}_2\text{Zr}_3(\text{WO}_4)_9$ <i>Тушинова Ю.Л., Базаров Б.Г., Доржиева С.Г., Логвинова А.В., Базарова Ж.Г.</i>	18

Сельскохозяйственные науки (06.01.00, 06.03.00)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕТОДА КУЛЬТУРЫ ПЫЛЬНИКОВ ДЛЯ УСКОРЕННОГО СОЗДАНИЯ ГОМОЗИГОТНЫХ ЛИНИЙ ТРИТИКАЛЕ <i>Дьячук Т.И., Акинина В.Н., Хомякова О.В., Кибкало И.А., Поминов А.В.</i>	24
ВИГНА – ЦЕННАЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ КУЛЬТУРА ДЛЯ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ <i>Жужукин В.И., Багдалова А.З.</i>	30
ПУТИ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КАЧЕСТВА САХАРНОЙ СВЕКЛЫ, ПОРАЖЕННОЙ СОСУДИСТЫМ БАКТЕРИОЗОМ <i>Кульнева Н.Г., Путилина Л.Н., Лазутина Н.А., Свешиников И.Ю.</i>	36
ВЛИЯНИЕ ЗАМЕЩЕНИЯ 6Ag^I (6D)-ХРОМОСОМЫ AGROPYRON INTERMEDIUM НА ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫЕ И АДАПТИВНЫЕ ПРИЗНАКИ У ЛИНИЙ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ <i>Сибикеев С.Н., Дружин А.Е.</i>	43
ОБРАБОТКА ПОЧВЫ В ПАРОВОМ ПОЛЕ <i>Соколов Н.М., Стрельцов С.Б., Худяков В.В.</i>	49

Науки о Земле (25.00.00)

ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В РЕСПУБЛИКЕ ТЫВА <i>Абалаков А.Д., Лысанова Г.И., Шеховцов А.И., Базарова Н.Б., Новикова Л.С.</i>	55
СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОБНАРУЖЕНИЯ УТЕЧЕК НЕФТЕПРОДУКТОВ <i>Данилов В.Ф., Шурыгин В.Ю.</i>	63
ОЦЕНКА И ПРОГНОЗ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ КИМКАНСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ <i>Квашук С.В.</i>	68
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗРЯДНОИМПУЛЬСНЫХ МЕТОДОВ В ТЕХНОЛОГИЯХ ОСВОЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ <i>Коростовенко В.В., Суханова А.В.</i>	73
SWOT-АНАЛИЗ ПРИРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ СРЕДНЕГО ПОУРАЛЬЯ <i>Мелешкин Д.С.</i>	78
РУСЛОВЫЕ ДЕФОРМАЦИИ РЕК ЮГА ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ ЗА СТОЛЕТНИЙ ПЕРИОД <i>Опекунова М.Ю.</i>	83
ГЕОСТРОФИЧЕСКИЕ ТЕЧЕНИЯ В МАЛОМ ОЗЕРЕ ПОДО ЛЬДОМ <i>Пальшин Н.И., Здоровеннова Г.Э., Богданов С.Р., Волков С.Ю., Гавриленко Г.Г., Ефремова Т.В., Здоровеннов Р.Э., Тержеев А.Ю.</i>	89
АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИЗУЧЕНИЯ ТРЕТИЧНОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ И ОРГАНИЗАЦИИ ГОРОДСКОГО ОБЩЕСТВЕННОГО ПРОСТРАНСТВА: ТЕОРИЯ, ОПЫТ И ПРОБЛЕМАТИКА <i>Семина И.А.</i>	95

ОСНОВНЫЕ УРОВНИ УСТОЙЧИВОСТИ В ОБЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ ГЕОСИСТЕМ ЗЕМЛИ <i>Скрыльник Г.П.</i>	101
ПРОМЫШЛЕННЫЕ ГЕОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ИХ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ ЮЖНОЙ ЯКУТИИ <i>Слепцова Н.П., Николаева Н.А.</i>	107
АНАЛИЗ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ НА ПРИГРАНИЧНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ КНР И ЮЖНОЙ ЗОНЫ РОССИЙСКОГО ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА <i>Степанько Н.Г.</i>	113
СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННОГО И РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ГОРНОТАЕЖНОЙ СТАНЦИИ ИМ. В.Л. КОМАРОВА ДВО РАН СПУСТЯ 85 ЛЕТ СО ДНЯ ОСНОВАНИЯ <i>Суржик М.М.</i>	122
МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЧВ ТОБОЛЬСКОГО РАЙОНА ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ <i>Токарева А.Ю., Алимова Г.С., Попова Е.И.</i>	129
ДИНАМИКА РОСТА АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА В ЭКОНОМИКЕ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ <i>Тюкленкова Е.П., Акифьев И.В.</i>	135
МИРОВОЙ И РОССИЙСКИЙ ОПЫТ РЕШЕНИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ ГОРОДОВ <i>Федорова В.А., Сафина Г.Р.</i>	141
ОСОБЕННОСТИ И ДИНАМИКА ПРОЦЕССОВ РАЗВИТИЯ УРБАНИЗИРОВАННОГО КАРКАСА РЕГИОНОВ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ <i>Чибилёв А.А. (мл.)</i>	146
ОСОБЕННОСТИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО РЕЖИМА В РАЙОНЕ ПЕРЕМЕННОГО ПОДПОРА КАМСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА <i>Шайдулина А.А., Китаев А.Б.</i>	153

CONTENTS

Chemical sciences (02.00.00)

TO THE QUESTION OF CATALASE ACTIVITY IN LICHENS <i>Boitsova T.A., Palamarchuk I.A., Brovko O.S., Valchuk N.A., Sloboda A.A., Zhiltsov D.V.</i>	7
APPLICATION OF «ELECTRONIC NOSE» FROM THE EIGHT SENSORS TO ASSESS WATER CONTAMINATION IN KEROSENE AND ACETONE <i>Kochetova Zh. Yu., Kuchmenko T.A., Karlov P.A., Timoshinov O.V.</i>	12
PHASE FORMATION IN THE SYSTEM $\text{La}_2\text{Zr}_3(\text{MoO}_4)_9 - \text{La}_2\text{Zr}_3(\text{WO}_4)_9$ <i>Tushinova Yu.L., Bazarov B.G., Dorzhieva S.G., Logvinova A.V., Bazarova Yu.G.</i>	18

Agricultural sciences (06.01.00, 06.03.00)

EFFECTIVENESS OF THE ANTHR CULTURE METHOD FOR ACCELERATED DEVELOPMENT OF TRITICALE HOMOZYGOUS LINES <i>Dyachuk T.I., Akinina V.N., Khomyakova O.V., Kibkalo I.A., Pominov A.V.</i>	24
VIGNA – A VALUABLE FOOD CROP FOR THE LOWER VOLGA REGION <i>Zhuzhukin V.I., Bagdalova A.Z.</i>	30
WAYS OF TECHNOLOGICAL QUALITY FORMATION IN SUGAR BEET AFFECTED BY VASCULAR BACTERIOSIS <i>Kulneva N.G., Putilina L.N., Lazutina N.A., Sveshnikov I. Yu.</i>	36
THE EFFECTS OF SUBSTITUTION 6Ag^I (6D) CHROMOSOME FROM AGROPYRON INTERMEDIUM FOR AGRONOMICS VALUABLE AND ADAPTIVE TRAITS IN LINES OF SPRING BREAD WHEAT <i>Sibikeev S.N., Druzhin A.E.</i>	43
SOIL CULTIVATION IN FALLOW FIELDS <i>Sokolov N.M., Streltsov S.B., Khudyakov V.V.</i>	49

Earth sciences (25.00.00)

NATURAL RESOURCES AND THEIR USE IN REPUBLIC OF TYVA <i>Abalakov A.D., Lysanova G.I., Shekhovtsov A.I., Bazarova N.B., Novikova L.S.</i>	55
AUTOMATED SYSTEM FOR LEAK DETECTION OF OIL PRODUCTS <i>Danilov V.A., Shurygin V. Yu.</i>	63
ASSESSMENT AND FORECASTING OF GEOTECHNICAL CONDITIONS FOR THE KIMKAN IRON ORE FIELD <i>Kvashuk S.V.</i>	68
SYSTEM ANALYSIS FOR ESTIMATING THE OPPORTUNITY OF APPLYING DISCHARGE-PULSE METHODS IN DEVELOPMENT OF MINERAL RESOURCES <i>Korostovenko V.V., Sukhanova A.V.</i>	73
SWOT-ANALYSIS OF NATURAL-ECONOMIC SYSTEM OF THE MIDDLE POURALIE <i>Meleshkin D.S.</i>	78
CHANNEL DEFORMATIONS RIVERS OF SOUTHERN EAST SIBERIA FOR A CENTURY <i>Opekunova M. Yu.</i>	83
GHOSTROPHIC CURRENTS IN THE SMALL ICE-COVERED LAKE <i>Palshin N.I., Zdorovenнова G.E., Bogdanov S.R., Volkov S. Yu., Gavrilenko G.G., Efremova T.V., Zdorovennov R.E., Terzhevnik A. Yu.</i>	89
ACTUAL ISSUES OF STUDYING THE TERTIARY SECTOR OF ECONOMICS AND ORGANIZATION OF URBAN PUBLIC SPACES: THEORY, EXPERIENCE AND PROBLEMS <i>Semina I.A.</i>	95
THE BASIC LEVELS OF STABILITY IN THE GENERAL ORGANIZATION OF THE GEOSYSTEMS OF THE EARTH <i>Skrylnik G.P.</i>	101

INDUSTRIAL GEOTECHNICAL SYSTEMS AND THEIR IMPACT ON THE ENVIRONMENT OF SOUTH YAKUTIA <i>Sleptsova N.P., Nikolaeva N.A.</i>	107
ANALYSIS OF ECOLOGICAL AND ECONOMIC SITUATION ON THE BORDER TERRITORIES OF THE KNR AND THE SOUTHERN ZONE OF THE RUSSIAN FAR EAST <i>Stepanko N.G.</i>	113
NATURE OF SOIL AND VEGETATION OF THE AREA OF MOUNTAIN-TAIGA STATION FEB RAS ACROSS 85 YEARS SIENCE ITS FOUNDATION <i>Surzhik M.M.</i>	123
MORPHOLOGICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF SOILS OF THE TOBOLSK DISTRICT OF THE TYUMEN REGION <i>Tokareva A.Yu., Alimova G.S., Popova E.I.</i>	129
GROWTH OF AGRICULTURE IN THE ECONOMY OF PENZA <i>Tyuklenkova E.P., Akifev I.V.</i>	135
WORLD AND RUSSIAN EXPERIENCE OF SOLVING TERRITORIAL PROBLEMS OF CITIES <i>Fedorova V.A., Safina G.R.</i>	141
DEVELOPMENT PROCESSES' SPECIFICS AND DYNAMICS OF THE URBANIZATION IN REGIONS IN THE EUROPEAN PART OF RUSSIA STEPPE ZONE <i>Chibilev A.A. (jr.)</i>	146
FEATURES OF THE HYDRODYNAMIC REGIME IN THE AREA OF VARIABLE BACKWATER OF THE KAMA RESERVOIR <i>Shaydulina A.A., Kitaev A.B.</i>	153

УДК 543.94:582.29

К ВОПРОСУ О КАТАЛАЗНОЙ АКТИВНОСТИ ЛИШАЙНИКОВ

Бойцова Т.А., Паламарчук И.А., Бровко О.С., Вальчук Н.А.,
Слобода А.А., Жильцов Д.В.

Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаврова Российской академии наук, Архангельск, e-mail: valchuk.natalia@mail.ru

Каталаза – фермент широко распространенный в тканях живых организмов, в том числе и в слоевищах лишайников. Высокая скорость реакции при участии этого фермента необходима для удаления активного кислорода, чтобы предохранить компоненты клеток от окислительного стресса, поэтому каталаза принадлежит к числу наиболее интенсивно изучаемых ферментов. В статье кратко охарактеризованы различные методы определения каталазной активности: газометрический, химические методы (титриметрический, колориметрический) и полярографический, отмечены их достоинства и недостатки. Приведена подробная методика спектрофотометрического определения активности каталазы. Метод основан на воздействии каталазы на пероксид водорода и измерении ультрафиолетового поглощения пероксида водорода при 240 нм. Объектами исследования выбраны два вида кустистых лишайников, распространенных в биотопах Северо-Западного региона России. Из почвенных лишайников изучался вид Кладония (*Cladonia stellaris*), из эпифитных – Уснея (*Usnea florida*). Сбор материала производился в весенний и летний периоды 2016 г. на территории Устьянского района Архангельской области на три пробных площадках в сосняках-брусничниках одинакового состава древостоя, произрастающих на серых лесных почвах. Средняя активность каталазы в полученных ферментативных вытяжках оценивалась кинетическим методом по начальной скорости реакции ферментативного окисления пероксида водорода в течение 30 секунд в расчете на 1 г сухой массы лишайника (е.о.п./с·г). Полученные экспериментальные данные были обработаны с помощью методов математической статистики. Подобрены оптимальные условия для определения активности каталазы в лишайниках. Изучена активность каталазы в весенне-летний периоды и влияние длительного хранения образцов на активность каталазы. Показано, что спектрофотометрический метод позволяет определить активность каталазы в свежесобранных образцах лишайников с относительной погрешностью 2,1 %. Высказано предположение, что благодаря взаимосвязи хитин-глюканового комплекса с ферментом возможна стабилизация каталазы.

Ключевые слова: активность каталазы, лишайники, спектрофотометр, хитин-глюкановый комплекс

TO THE QUESTION OF CATALASE ACTIVITY IN LICHENS

Boitsova T.A., Palamarchuk I.A., Brovko O.S., Valchuk N.A., Sloboda A.A., Zhiltsov D.V.

N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research, Arkhangelsk, e-mail: valchuk.natalia@mail.ru

Catalase is an enzyme widely distributed in the tissues of living organisms, including the thalli of lichens. A high reaction rate with the participation of this enzyme is necessary to remove active oxygen in order to protect the components of cells from oxidative stress, that's why catalase is one of the most intensively studied enzymes. The article briefly describes various methods for determining catalase activity, such as gasometric, chemical (titrimetric, colorimetric) and polarographic methods, their advantages and disadvantages are noted. The detailed procedure for the spectrophotometric determination of catalase activity is given. The method is based on the effect of catalase on hydrogen peroxide and measurement of ultraviolet absorption of hydrogen peroxide at 240 nm. The objects of research are two species of bushy lichens, which are common in the biotopes of the North-West region of Russia. From the soil lichens, the species *Cladonia stellaris* was studied. From the epiphytic lichens, the species *Usnea florida* was studied. The material was collected from the 3 test plots in the spring and summer periods of 2016 on the territory of the Ustyanskiy district of the Arkhangelsk region in the pine-bilberry forest stands with the same composition, growing on gray forest soils. The average catalase activity in the obtained enzymatic extracts was estimated by the kinetic method based on the initial reaction rate of the enzymatic oxidation of hydrogen peroxide for 30 seconds per 1 g of dry lichen mass (OD units s⁻¹·g⁻¹). The obtained experimental data were processed using methods of mathematical statistics. Optimal conditions for the determination of catalase activity in lichens were selected. The activity of catalase in spring and summer periods and the effect of long-term storage of samples on catalase activity were studied. It is shown that the spectrophotometric method allows to determine the activity of catalase in freshly picked lichen samples with a relative error of 2.1 %. It is suggested that due to the interrelation between the chitin-glucan complex and the enzyme, catalase stabilization is possible.

Keywords: catalase activity, lichens, spectrophotometer, chitin-glucan complex

В последние годы, как в России, так и за рубежом активно ведутся исследования механизмов образования активных метаболитов кислорода и их роли в биологических системах, что подтверждается наличием огромного количества выпускаемых публикаций [1, 2]. Накопление активных форм кислорода и развитие окислительных процессов сдерживает мощная систе-

ма антиоксидантной защиты, включающая низкомолекулярные антиоксиданты и ферменты [2]. Важнейшим ферментом первой линии антиоксидантной защиты является супероксиддисмутаза (СОД), которая катализирует реакцию дисмутации супероксидного анион-радикала. В результате работы СОД образуется пероксид водорода. Основным внутриклеточным ферментом,

который разлагает токсичный для клеток пероксид водорода на воду и молекулярный кислород, является каталаза, работающая в составе второй линии защиты. Этот фермент обладает абсолютной субстратной специфичностью, то есть способен взаимодействовать только с одним строго определенным субстратом – пероксидом водорода. Каталаза известна как фермент, очень сильно ускоряющий реакцию. Одна молекула каталазы может расщепить до 40 миллионов молекул пероксида водорода в секунду. Такая высокая скорость реакции необходима для удаления активного кислорода, чтобы предохранить компоненты клеток от окислительного действия, поэтому каталаза принадлежит к числу наиболее интенсивно изучаемых ферментов [2].

Каталаза широко распространена в тканях животных, растений и микроорганизмах, за исключением облигатных анаэробов. В тканях живых организмов она обладает довольно высокой активностью, в том числе и в слоевищах лишайников [3, 4]. Изменение активности каталазы лишайников является в некоторой степени показателем реакции растительного организма на комплекс как абиотических, так и техногенных воздействий.

Известны различные методы определения активности каталазы: газометрический по Варбургу, химические методы (титриметрический по А.Н. Баху и А.И. Опарину, в котором остаточный пероксид водорода титрируется с перманганатом или избыток перманганата измеряется колориметрически [5]). Известна также спектрофотометрическая методика измерения активности каталазы в биологических жидкостях, основанная на способности пероксида водорода образовывать с солями молибдена стойкий окрашенный комплекс [6]. Полярографический метод [7] достаточно точный, однако требует специального оборудования, работа которого сопряжена с применением химически вредных соединений. Все эти методы не затрагивают быстрого реакционного периода, который длится меньше минуты, и имеют ряд недостатков. При газометрическом методе требуется учитывать постоянную объема сосуда, необходимы приспособления для механического взбалтывания прибора. Недостатками титриметрического способа являются необходимость постоянной проверки титров перманганата калия и пероксида водорода, кроме того, для окрашенных растворов трудно определить окончание титрования. В целом вышеперечисленные методы

достаточно сложны и трудоемки, требуют использования дополнительных реагентов или специального оборудования. Кроме того, для каждого исследуемого объекта требуется адаптация применяемой методики сообразно его особенностям.

Мы для своих исследований выбрали простой в аппаратном исполнении и чувствительный спектрофотометрический метод. Метод основан на взаимодействии каталазы с пероксидом водорода и дальнейшем измерении кинетики реакции ферментативного окисления. Цель работы: оптимизация и корректировка спектрофотометрического метода определения активности каталазы для лишайников.

Материалы и методы исследования

Активность ферментов, участвующих в обмене веществ и находящихся в микробионте лишайников, неодинакова и зависит от видовых особенностей [2], поэтому объектами исследования выбраны два вида кустистых лишайников, наиболее распространенных в биотопах Северо-Западного региона России. Из почвенных лишайников изучался вид *Cladonia stellaris*, из эпифитных – *Usnea florida*. Отбор образцов лишайников производился в весенний и летний периоды 2016 г. на территории Устьянского района Архангельской области на три пробных площадках (на каждой два участка) в сосняках-брусничниках с одинаковым составом древостоя. Пробы лишайников отбирались весом 100–150 г на пяти равноудаленных точках одного участка в сухую, недождливую погоду. В лаборатории образцы очищали с помощью пинцета от посторонних загрязнителей (мхов, хвоя и пр.), обмывали деионизированной водой для удаления с поверхности пылевидных частиц и высушивали до воздушно-сухого состояния. Поскольку природный материал неоднороден и очень вариабелен, обращали особое внимание на его усреднение. Подготовленные пробы упаковывали в бумажные пакеты и хранили до начала химического анализа в сухом помещении при комнатных условиях. Для анализа отбирались преимущественно целые, неповрежденные, наиболее крупные слоевища. Такие талломы считаются условно взрослыми. Определение видов лишайников проводилось по стандартным методикам с использованием определителя [8].

Активность каталазы изучали на спектрофотометре UV-1800, Shimadzu. Навеску растительного материала около 200 мг рас-

тирали в фарфоровой ступке с небольшим количеством фосфатного буфера (0,05 М, рН 7), количественно переносили в мерную колбу на 25 см³, доводили буферным раствором до метки. Полученный экстракт каталазы настаивали в течение 10 минут, затем центрифугировали при 4000 об/мин в течение 5 минут.

Активность каталазы в полученных вытяжках оценивалась кинетическим методом по начальной скорости реакции ферментативного окисления пероксида водорода в течение 30 секунд в расчете на 1 г сухой массы лишайника (е.о.н./с·г). В кювету спектрофотометра (длина оптического пути 1 см) вносили 2 см³ ферментной вытяжки и 1 см³ раствора пероксида водорода концентрацией 30 мМ, а в кювету сравнения – 2 см³ ферментной вытяжки и 1 см³ фосфатного буферного раствора. Оптическую плотность растворов во времени измеряли при длине волны 240 нм. Экспериментальные результаты обработаны методами математической статистики. В ходе обработки определялись: средние арифметические величины, стандартное отклонение, стандартная ошибка средней арифметической. При определении уровня достоверности полученных данных применялся критерий Стьюдента, так как он вполне адекватен всем аспектам исследований. Обработку проводили при доверительной вероятности Р = 0,95 %, объем выборки за 2016 г. составил 36 значений, за 2017 г. – 36 значений.

Результаты исследования и их обсуждение

В литературе приведены методики определения каталазной активности различными методами для различных объектов исследования: почвы, растения, биологические жидкости. Мы в своих исследованиях за основу выбрали спектрофотометрические методики, приведенные в работах [9, 10].

За ходом ферментативной реакции следили по расходу субстрата – Н₂О₂, спектр поглощения которого находится в диапазоне длин волн от 200 до 400 нм. Продукты реакции, кислород и вода, не поглощают свет в этой спектральной области, поэтому поглощение в ультрафиолете (240 нм) – это точное измерение концентрации Н₂О₂ в реакционной системе: каталаза – пероксид водорода.

В буферированной ферментативной вытяжке лишайников могут присутствовать и другие соединения (водорастворимые фенолы, пигменты и др.), которые могут вносить погрешность в измерение содержа-

ния пероксида водорода. Для учета влияния собственной окраски экстрактов в качестве раствора сравнения использовали буферированный раствор экстракта без пероксида водорода. Чтобы минимизировать погрешность результатов, разведение пробы подбирали так, чтобы измеряемая оптическая плотность попадала в диапазон значений 0,5–1,0. Активность каталазы проявляется в диапазоне рН от 5 до 11, причем оптимум находится при рН 6,5–8,5, при котором и изучалась ферментативная реакция.

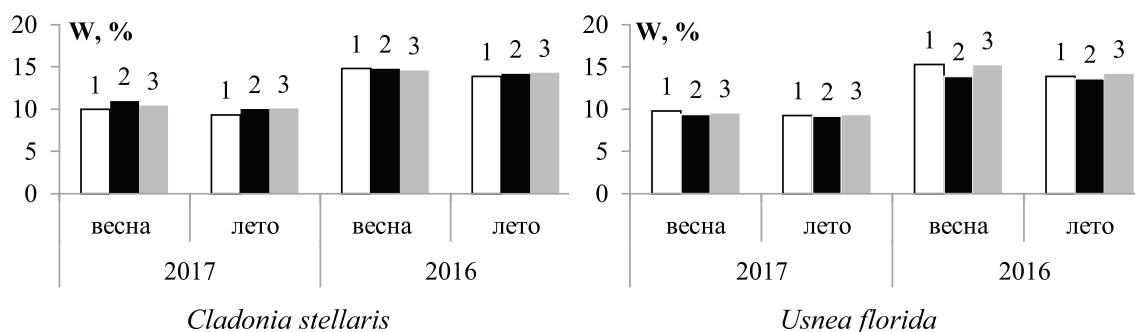
В таблице приведены средние значения каталазной активности лишайников *Cladonia stellaris* и *Usnea florida* с доверительным интервалом. Каталазную активность в лишайниках определяли в свежееотобранных образцах (2016 г.) и через год хранения (2017 г.). Показано, что спектрофотометрический метод позволяет определить активность каталазы в свежееотобранных образцах лишайников с относительной погрешностью 2,1 %. Анализ сезонной динамики каталазной активности показал незначительное увеличение этого показателя в летний период. По-видимому, небольшое снижение влажности в летний период (рисунок) в образцах лишайников распознается растением как стресс и является его защитной реакцией к сохранению гомеостаза, при этом активность каталазы незначительно возрастает. Эта тенденция наблюдается для двух видов проанализированных лишайников (таблица). Кроме того для каталазной активности лишайников наблюдается видовая изменчивость и зависимость от природных условий произрастания (3 различные по условиям пробные площадки), причем различия несколько сглаживаются при длительном хранении образцов.

Одной из важных и интересных особенностей лишайников является их способность находиться в сухом состоянии на протяжении длительного времени. При этом они не погибают, а всего лишь временно приостанавливают свои жизненные функции до первого увлажнения. Как показано в таблице, каталазная активность лишайников значительно снижается при длительном хранении, относительная погрешность метода составила 2,7 %.

Известно, что каталаза относится к ферментам, которые наиболее длительно сохраняют свою высокую активность. Скорость реакции этого фермента лимитируется лишь скоростью диффузии субстрата к активному центру. В нашем эксперименте потеря влаги за год хранения значительна и составляет около 30 % (рисунок).

Каталазная активность образцов лишайников (*e.o.n/c·г*)

Пробные площадки	<i>Cladonia stellaris</i>		<i>Usnea florida</i>	
	весенний период	летний период	весенний период	летний период
анализ выполнен в 2016 г.				
1	13,02 ± 0,46	14,79 ± 3,85	9,16 ± 0,47	10,86 ± 3,70
2	16,71 ± 0,04	18,53 ± 1,42	10,66 ± 1,23	13,79 ± 1,54
3	5,29 ± 1,84	7,63 ± 0,35	5,98 ± 0,17	6,69 ± 1,69
средняя относительная погрешность – 2,1%				
анализ выполнен в 2017 г.				
1	0,55 ± 0,03	0,73 ± 0,10	0,73 ± 0,04	1,54 ± 0,08
2	1,02 ± 0,26	1,24 ± 0,25	1,05 ± 0,03	2,25 ± 0,33
3	0,36 ± 0,08	0,38 ± 0,04	0,84 ± 0,03	0,87 ± 0,14
средняя относительная погрешность – 2,7%				



Изменение влажности лишайников в процессе хранения

Можно предположить, что каталаза долгое время сохраняет свою активность и стабильность даже в условиях, неблагоприятных для жизнедеятельности, благодаря иммобилизации с хитин-глюкановым комплексом (ХГК) «клеточной стенки» таллома лишайника.

Лишайники представляют собой особую группу живых организмов, тело (таллом) которых представляет собой связнодисперсную капиллярно-пористую полимерную матрицу, построенную из полисахаридных компонентов различной структуры. Основными соединениями клеточной стенки грибов (грибной компонент составляет 90–98% биомассы таллома) являются полисахариды, представленные разветвленными глюканами и хитином, которые образуют ХГК. Внутриклеточные ферменты, в том числе каталаза, представляют собой коллоидные частицы и входят в состав клеточной стенки микобионта. Изменение структуры клеточной стенки лишайников (потеря влаги, набухание и др.) влияют на активность фермента и скорость ферментативных реакций.

Ранее была показана способность анионных пероксидаз пшеницы связываться с хитином [11], что подводит к мысли о наличии таких свойств у пероксидаз, а возможно, и каталаз у других видов растений. Исследования, проведенные различными авторами, показывают, что методом направленной иммобилизации фермента с полисахаридами получают значительно более стабильные, а в некоторых случаях и более активные препараты фермента. Из полисахаридов и их производных наибольшую стабильность и активность иммобилизованного ферментного препарата обеспечивает производное хитина – хитозан, как отдельный полисахарид, так и в составе интерполиэлектролитного комплекса [12, 13].

Таким образом, на основании полученных результатов можно предположить, что каталаза стабилизируется при контакте с ХГК. Активность фермента во времени зависит от содержания воды в слоевище. Потеря влаги при длительном хранении значительно снижает активность фермента, а незначительное снижение влажности при

сезонной изменчивости повышает каталитическую активность фермента и является защитной реакцией лишайников на стресс.

Работа выполнена при финансовой поддержке ФАНО России в рамках научного проекта комплексной программы УрО РАН № 15-2-5-34 «Новые подходы к комплексной оценке состояния и эволюции лесных и болотных экосистем западного сегмента Арктики» на оборудовании ЦКП КТ РФ «Арктика» ФИЦКИА РАН.

Список литературы

1. Corpas F.J. What is the role of hydrogen peroxide in plant peroxisomes // *Plant Biology*. – 2015. – vol. 17, № 6. – P. 1099–1103.
2. Pei J., Wang H., Wu L., Xia S., Xu C., Zheng B., Li T., Jiang Y. Biochemical characterization of a catalase from *Vibrio vulnificus*, a pathogen that causes gastroenteritis // *Acta Biochimica Polonica*. – 2017. – vol. 64. – P. 1–7.
3. Molnar K., Farkas E. Current results on biological activities of lichen secondary metabolites: A review // *Z. Naturforsch.* – 2010. – vol. 65. – P. 157–173.
4. Gill S.S., Tuteja N. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants // *Plant Physiology and Biochemistry*. – 2010. – vol. 48. – P. 909–930.
5. Соловьев В.Б. Практикум по энзимологии: учебно-методическое пособие / В.Б. Соловьев. – Пенза, 2007. – 52 с.
6. Aebi H. Catalase in vitro // *Methods in enzymology*. – 1984. – vol. 105. – P. 121–126.
7. Weissman L., Garty J., Hochman A. Characterization of Enzymatic Antioxidants in the Lichen *Ramalina lacera* and Their Response to Rehydration // *Applied and Environmental Microbiology*. – 2005. – vol. 71, № 11. – P. 6508–6514.
8. Голубкова Н.С. Определитель лишайников России. Выпуск 10 / Н.С. Голубкова. – СПб.: Наука, 2008. – 515 с.
9. Beers R.F., Sizer I.W. A spectrophotometric method for measuring the breakdown of hydrogen peroxide by catalase // *Journal of Biological Chemistry*. – 1952. – vol. 195, № 1. – P. 133–140.
10. Balasubramanian M., Nirmala P. Evaluation of antioxidant properties of Foliose lichens // *Journal of Chemical and Pharmaceutical research*. – 2014. – vol. 6, № 9. – P. 177–184.
11. Максимов И.В. Влияние хитоолигосахаридов на состав изоферментов пероксидазы в совместной культуре каллусов пшеницы с возбудителем твердой головни / И.В. Максимов, Е.А. Черепанова, О.Б. Сурина // *Физиология растений*. – 2010. – Т. 57, № 1. – С. 131–138.
12. Веселова И.А. Повышение каталитической активности и стабильности пероксидазы хрена за счет включения

ее в полиэлектrolитный комплекс с хитозаном / И.А. Веселова, А.В. Кирейко, Т.Н. Шеховцова // *Прикладная биохимия и микробиология*. – 2009. – Т. 45, № 2. – С. 143–148.

13. Влияние ионной силы раствора на процесс комплексообразования сульфопроизводных биополимера лигнина и хитозана / И.А. Паламарчук [и др.] // *Химия растительного сырья*. – 2011. – № 2. – С. 57–64.

References

1. Corpas F.J. What is the role of hydrogen peroxide in plant peroxisomes // *Plant Biology*. 2015. vol. 17, no. 6. pp. 1099–1103.
2. Pei J., Wang H., Wu L., Xia S., Xu C., Zheng B., Li T., Jiang Y. Biochemical characterization of a catalase from *Vibrio vulnificus*, a pathogen that causes gastroenteritis // *Acta Biochimica Polonica*. 2017. vol. 64. pp. 1–7.
3. Molnar K., Farkas E. Current results on biological activities of lichen secondary metabolites: A review // *Z. Naturforsch.* 2010. vol. 65. pp. 157–173.
4. Gill S.S., Tuteja N. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants // *Plant Physiology and Biochemistry*. 2010. vol. 48. pp. 909–930.
5. Solovev V.B. *Praktikum po jenzimologii: uchebno-metodicheskoe posobie* / V.B. Solovev. Penza, 2007. 52 p.
6. Aebi H. Catalase in vitro // *Methods in enzymology*. 1984. vol. 105. pp. 121–126.
7. Weissman L., Garty J., Hochman A. Characterization of Enzymatic Antioxidants in the Lichen *Ramalina lacera* and Their Response to Rehydration // *Applied and Environmental Microbiology*. 2005. vol. 71, no. 11. pp. 6508–6514.
8. Golubkova N.S. *Opredelitel lishajnikov Rossii. Vypusk 10* / N.S. Golubkova. SPb.: Nauka, 2008. 515 p.
9. Beers R.F., Sizer I.W. A spectrophotometric method for measuring the breakdown of hydrogen peroxide by catalase // *Journal of Biological Chemistry*. 1952. vol. 195, no. 1. pp. 133–140.
10. Balasubramanian M., Nirmala P. Evaluation of antioxidant properties of Foliose lichens // *Journal of Chemical and Pharmaceutical research*. 2014. vol. 6, no. 9. pp. 177–184.
11. Maksimov I.V. Vliyanie hitooligosaharidov na sostav izofermentov peroksidazy v sovmestnoj kulture kallusov pshenicy s vzbuditelem tverdoj golovni / I.V. Maksimov, E.A. Cherepanova, O.B. Surina // *Fiziologija rastenij*. 2010. T. 57, no. 1. pp. 131–138.
12. Veselova I.A. Povyshenie kataliticheskoy aktivnosti i stabilnosti peroksidazy hrena za schet vkljucheniya ee v polielektrolitnyj kompleks s hitozanom / I.A. Veselova, A.V. Kirejko, T.N. Shehovcova // *Prikladnaja biokhimiya i mikrobiologiya*. 2009. T. 45, no. 2. pp. 143–148.
13. Vliyanie ionnoj sily rastvora na process kompleksobrazovaniya sulfoproizvodnyh biopolimera lignina i hitozana / I.A. Palamarchuk [i dr.] // *Himija rastitelnogo syrja*. 2011. no. 2. pp. 57–64.

УДК 543.38

**ПРИМЕНЕНИЕ ВОСЬМИСЕНСОРНОГО «ЭЛЕКТРОННОГО НОСА»
ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДЫ КЕРОСИНОМ И АЦЕТОНОМ****¹Кочетова Ж.Ю., ²Кучменко Т.А., ²Карлов П.А., ¹Тимошинов О.В.**¹*ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»,
Воронеж, e-mail: zk_vva@mail.ru;*²*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», Воронеж*

В статье оценена принципиальная возможность применения массива из восьми сенсоров, работающих по принципу системы «Электронный нос», для определения распространенных легколетучих органических загрязнителей воды – керосина и ацетона. Для проведения эксперимента применяли сенсоры, модифицированные тонкими пленками сорбентов с различной полярностью и перекрестной чувствительностью к определяемым соединениям. Получены качественные характеристики сорбции индивидуальных компонентов (водопроводной и дистиллированной воды, ацетона и керосина) в виде «лепестковых» диаграмм различной геометрии. Количественная характеристика сорбции паров изученных соединений в представленной системе сенсоров – площадь «лепестковой» диаграммы. Установлено, что при сорбции смесей паров ацетона и керосина с водой преобладающее влияние на суммарный аналитический сигнал массива сенсоров оказывают пары воды, что делает определение ацетона и керосина без их предварительного концентрирования и экранирования паров воды невозможным. Предложен способ концентрирования ацетона и керосина с частичным экранированием паров воды на пластине из пенополиуретана, модифицированной неполярным сорбентом (пчелиным воском). Такой подход позволил сократить вклад паров воды в сорбцию изученных смесей более чем в 2,5 раза. Построены изотермы сорбции смесей паров «ацетон – вода» и «керосин – вода». Объяснено явление уменьшения суммарного аналитического сигнала матрицы сенсоров при увеличении концентрации ацетона в воде, что делает его определение в данных условиях невозможным. Аналитический сигнал сорбции смеси паров нефтепродуктов с водой, напротив, увеличивается при повышении уровня загрязнения воды. При концентрации керосина в воде, соответствующей 7 ПДК, вклад легких углеводородов в суммарную сорбцию с водой повышается и становится отличным от сорбции паров чистой воды. Рекомендуется систему «Электронный нос» использовать для экспресс-определения высоких концентраций нефтепродуктов в воде в условиях развития чрезвычайных ситуаций (разливы, утечки).

Ключевые слова: «электронный нос», сенсор, сорбция, пьезокварцевый резонатор, ацетон, керосин, вода**APPLICATION OF «ELECTRONIC NOSE» FROM THE EIGHT SENSORS
TO ASSESS WATER CONTAMINATION IN KEROSENE AND ACETONE****¹Kochetova Zh.Yu., ²Kuchmenko T.A., ²Karlov P.A., ¹Timoshinov O.V.**¹*Military educational and scientific center air force «N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin Air Force
Academy», Voronezh, e-mail: zk_vva@mail.ru;*²*Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh*

In this paper estimated the principal possibility of using the massive of eight sensors that work on the principle of the system «Electronic nose». It's all made for determining the volatile organic contaminants of water- kerosene and acetone. The modified sensors by the thin pellicles of sorbents with different polarity and crossed sensibility for certain compounds were used in the experiment. The qualitative characteristics of sorption individual compounds (tap water and distillate water, acetone and kerosene) in the view of spider plots different geometry were obtained in this experiment. The qualitative characteristic of vapor sorption of the studied compounds in the system of sensors is the square of spider plot. We are established that the prevailing impact on the total analytical signal of the massive of sensors is exerted by water vapor during the sorption mixture of acetone and kerosene vapors with water. The determination of kerosene and acetone without the preconcentration and screening of water vapor is impossible. We are announce the method of concentration of acetone and kerosene with particular screening of water vapors on the plate that made of polyurethane foam that modified by apolar sorbent (bees-wax). This method allows us to prune down the contribution of water vapors in sorption of studied compounds by more than 2.5 times. The isotherms of sorption of mixture vapors «acetone-water» and «kerosene-water» were made in the experiment. The phenomenon of decreasing the total analytic signal of sensor matrix with increasing the acetone concentration in water was explained in the experiment. The determination of analytic signal in these conditions is impossible. The analytic signal of sorption of the mixture the petroleum vapor with water increases with increasing the level of water pollution. The contribution of light hydrocarbons in the total sorption with water rises and becomes differ from the sorption of clear water vapor in the conditions of concentration the kerosene in water to 7MPC. We are recommended the using of the «Electronic nose» system for express-determining the high concentrations of oil products in water under the emergency conditions (spills, leaks).

Keywords: «electronic nose», sensor, sorption, piezoquartz resonator, acetone, kerosene, water

Большинство водоемов на территории России по многим показателям не соответствуют нормативным требованиям к качеству воды, применяемой для питьевого во-

доснабжения и рыбного хозяйства. Главной причиной загрязнения поверхностных вод является сброс промышленных и коммунальных сточных вод с широким перечнем

загрязняющих веществ различных классов опасности. Значительный вклад в загрязнение акваторий вносят предприятия пищевой, текстильной, деревообрабатывающей, химической и нефтехимической промышленности. Основная часть загрязнителей, пополняющих списки веществ обязательного нормирования, – органические соединения, большинство из них имеет искусственное происхождение.

Для определения в воде органических соединений применяют широкий спектр физических и физико-химических методов (спектральные, хроматографические, электрохимические) [1]. Растет интерес к тест-диагностике качества воды с применением миниатюрных сенсоров, характеризующихся экономичностью, надежностью и позволяющих без сложных стадий пробоподготовки устанавливать уровень содержания загрязнителей в воде в течение короткого времени. К ним относятся сенсоры, действие которых основано на уменьшении собственной частоты колебаний пьезокварцевой пластины при приращении на ее поверхности массы вещества. Тензочувствительной областью сенсоров являются напыленные на пластину с двух сторон электроды из алюминия, серебра или золота. Селективность и чувствительность к определяемым компонентам пьезосенсоров обеспечивают модификаторы электродов – тонкие пленки сорбентов, нанесенных на электроды кварцевой пластины различными методами [2].

Новым и перспективным направлением в аналитической химии является разработка и применение мультисенсорных газоанализаторов, получивших название «электронный нос». Под термином «электронный нос» понимаются системы для экспресс-оценки качества запахов, главным образом для внелабораторных исследований [3, 4]. Основу таких устройств составляет массив сенсоров, каждый из которых характеризуется «перекрестной» чувствительностью к широкому набору или целому классу аналитов. Массивы из перекрестно чувствительных сенсоров дают более низкие погрешности при определении нескольких аналитов по сравнению с массивами, включающими только высокоселективные сенсоры. Основные задачи, решаемые «электронным носом», – идентификация запаха образца и по возможности установление концентрации пахучего вещества, что связано с обработкой данных и идентификацией многомерной картины сенсорных сигналов. Обучение си-

стемы производится с помощью калиброванных проб воздуха известного состава, типичного для объекта контроля, в результате чего можно либо устанавливать факт резкого изменения состава воздуха, либо определять отдельные соединения. Изменив модельные газовые смеси, можно настроить прибор на другую задачу или другой набор компонентов воздуха [2].

Для оценки возможности и границ применения сенсоров для определения летучих органических соединений в воде выбраны распространенные загрязнители, различные по растворимости и полярности, – нефтепродукты (НП) и ацетон. НП попадают в акватории не только при работе нефтеперерабатывающих предприятий в штатном режиме, в большем количестве – при возникновении чрезвычайных ситуаций (разливы, утечки). Их относят к 4 классу опасности, предельно допустимая концентрация в природной воде (ПДК) составляет 0,05 мг/дм³. Ацетон относится к веществам 3 класса опасности (ПДК = 0,05 мг/дм³), он является загрязнителем воды антропогенного и природного происхождения [5]. Сложность определения НП в воде обусловлена непостоянством их химического состава, сильно зависящего от условий окружающей среды (температуры, наличия в воде центров коагуляции и др.) [1]. При попадании НП в воду они образуют тонкую пленку на ее поверхности, при этом через 72 ч от разлива испаряются ~70% легких углеводородов [1]. Тяжелые углеводороды коагулируются и оседают на дно водоемов, где подвергаются микробиологическому разложению. Ацетон, напротив, неограниченно смешивается с водой; при концентрации 20 мг/дм³ через 7 суток он полностью испаряется [5].

Сорбцию паров НП (на примере керосина марки ТС-1) и ацетона, испаряющихся с поверхности воды, изучали в восьмисенсорной ячейке детектирования, выполненной в ООО «Сенсорика – новые технологии» на базе Воронежского государственного университета инженерных технологий (рис. 1).

Предварительно методом статического испарения капли модифицировали электроды пьезокварцевых резонаторов (ПКР) с собственной частотой колебаний $F_0 = 10$ МГц растворами сорбентов, отличающихся друг от друга по полярности и чувствительности к определяемым компонентам. Исключение составляют многослойные углеродные нанотрубки (МУНТ), которые наносили на электроды ПКР методом ультразвукового суспендирования (таблица).

Характеристика пленок-модификаторов электродов ПКР [6, 7]

ПКР	Модификатор	Растворитель	Характеристика
1	МУНТ	Хлороформ	Универсальный сорбент
2	Пчелиный клей (ПЧК)	Этанол	Слабополярная фаза
3	Динонилфталат (ДНФ)	Толуол	Умеренно полярное вещество
4	Полиэтиленгликоль 2000 (ПЭГ-2000)	Ацетон	Полярный сорбент
5	Полифениловый эфир (ПФЭ)	Ацетон	Полярный сорбент
6	Триоктилфосфин оксид (ТОФО)	Толуол	Эффективный экстрагент полярных соединений
7	Тритон X 100 (ТХ-100)	Ацетон	Полярный сорбент
8	Полиэтиленгликоль себацинат (ПЭГСб)	Ацетон	Среднеполярный сорбент

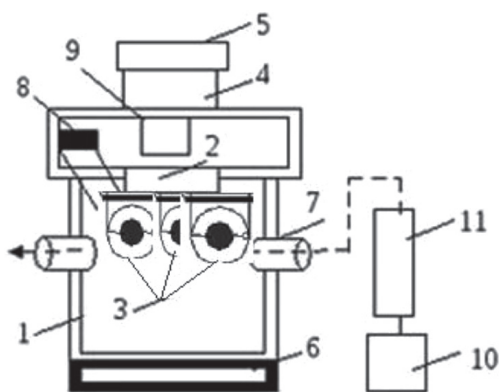


Рис. 1. Схема системы «Электронный нос» на основе сенсоров: 1 – ячейка детектирования; 2 – держатели сенсоров; 3 – сенсоры; 4 – схема возбуждения колебаний сенсоров; 5 – блок питания; 6 – дисплей; 7 – патрубки для ввода-вывода пробы и регенерации ячейки детектирования; 8 – элемент Пельтье; 9 – электронный термометр; 10 – насос; 11 – осушитель (силикагель)

Модифицированные ПКР (сенсоры) с перекрестной чувствительностью к исследуемым соединениям закрепляли в держателях ячейки детектирования и фиксировали с помощью специальной компьютерной программы базовую частоту колебания каждого сенсора F_0^i , Гц [4, 8]. Стандартные пробы соединений и их смесей с водой в интервале концентраций от 1 до 100 ПДК готовили в генераторе с мешалкой: добавляли заданные объемы воды, НП (или ацетона), закрывали генератор герметично крышкой, при температуре $t = 25 \pm 0,1^\circ\text{C}$ выдерживали до насыщения газовой фазы в течение 20–25 мин. Диффузионное время релаксации газов рассчитывали по уравнению Фика [9]. Для установления влияния состава воды на процессы испарения и сорбции соединений были изучены пробы водопроводной и дистиллированной воды. Из генератора через самоуплотняющуюся крышку отбирали шприцем 2 см³

равновесной газовой фазы и инжектировали в ячейку детектирования. В результате взаимодействия паров соединений с покрытиями электродов ПКР, частота колебаний каждого сенсора за 2 мин уменьшается по сравнению с базовой частотой F_0^i , на величину ΔF^i , Гц. Проводили 8–10 параллельных измерений, рассчитывали величину относительного стандартного отклонения (s_r).

Для визуализации суммарного аналитического сигнала сорбции паров, полученного от массива из восьми сенсоров, строили «лепестковые» диаграммы, по осям которых отложены ΔF^{1-8} . Качественной и количественной характеристикой метода являются форма и площадь диаграмм соответственно (рис. 2): геометрия «лепестков» при прочих равных условиях индивидуальна для каждого сорбируемого соединения или смеси соединений; площадь диаграммы (S , Гц²) функционально зависит от концентрации определяемого вещества или соотношения концентраций компонентов в смеси веществ.

Геометрия «лепестковых» диаграмм сорбции паров смесей «вода – керосин» и «вода – ацетон» в интервале концентраций 1–20 ПДК незначительно отличается от геометрии диаграммы сорбции чистой воды. Для снижения влияния паров воды на сорбцию загрязнителей проводили предконцентрирование аналитов на пористую пленку пенополиуретана [10]. Многообразие функциональных групп в полимерной цепи пенополиуретанов создает возможности для возникновения межмолекулярных связей различной энергии и химической природы (ван-дер-ваальсовых, водородных и др.) и оказывает влияние на комплекс физико-химических свойств этих полимеров. Пенополиуретан с толщиной 0,5 см и диаметром, равным диаметру ячейки детектирования (8 см), помещали в генератор проб; после насыщения его парами аналитов переносили в ячейку детектирования и фиксировали ΔF^i через 2 мин от начала сорбции.

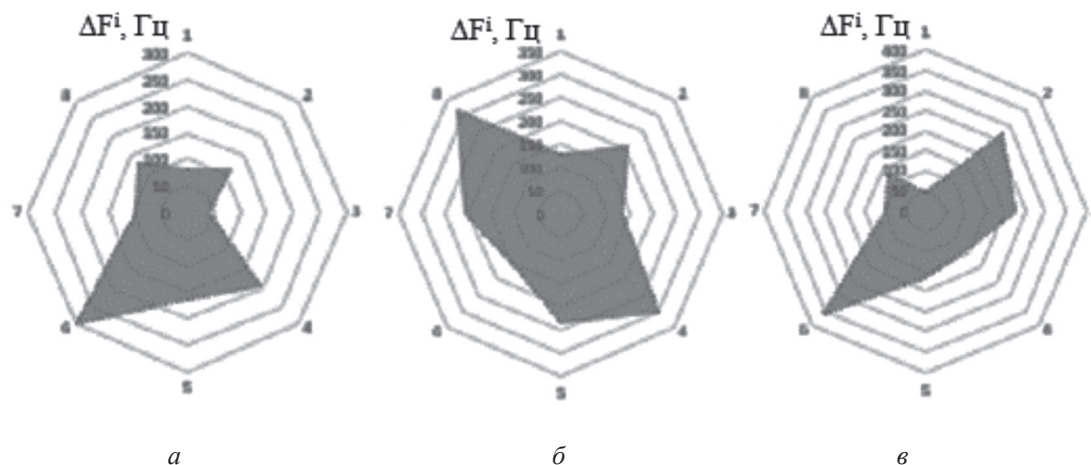


Рис. 2. «Лепестковые» диаграммы сорбции насыщенных паров природной воды (а), керосина (б), ацетона (в) в матрице разнородных сенсоров (1–8)

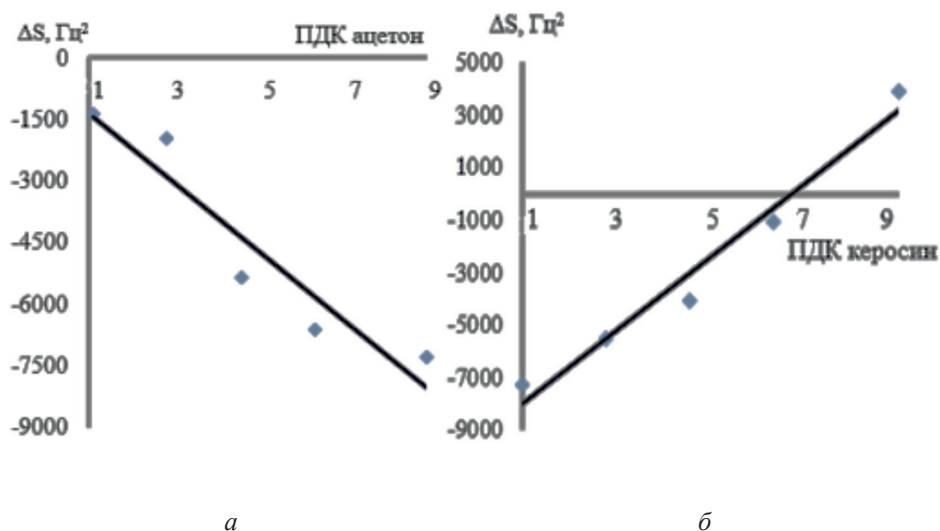


Рис. 3. Изотермы сорбции паров ацетона (а) и керосина (б) с парами водопроводной воды в интервале концентраций 1–9 ПДК ($t = 25 \pm 0,1^\circ\text{C}$)

С увеличением времени выдерживания пенополиуретановой пластины в генераторе проб (τ , мин) происходит значительное повышение сигналов сенсоров. Для водопроводной (1) и дистиллированной (2) воды наблюдаются линейные корреляции увеличения площади «лепестковых» диаграмм сорбции их паров с высокими коэффициентами корреляции ($> 95\%$), но разными тангенсами угла наклона:

$$S = 6367,6 \cdot \tau - 1882,1 \quad (1)$$

и

$$S = 14040 \cdot \tau + 8936,2. \quad (2)$$

Площадь диаграмм (а следовательно, и чувствительность матрицы сенсоров) для дистиллированной воды больше, чем для водопроводной в 2,2 раза, что согласуется с законом Рауля о давлении насыщенных паров над чистыми растворителями и их растворами.

Для экранирования полярных групп пенополиуретана поверхность пластины модифицировали неполярным сорбентом – раствором пчелиного воска в хлороформе; высушивали в сушильном шкафу при температуре $30 \pm 2^\circ\text{C}$, охлаждали до $25 \pm 1^\circ\text{C}$ и помещали в генератор газовых смесей для насыще-

ния парами аналитов. Такой подход позволил уменьшить площади «лепестковых» диаграмм сорбции паров воды: дистиллированной – в 5,5 раз; водопроводной – в 3,6 раза.

При изучении сорбции смесей паров «вода – керосин» и «вода – ацетон» после предварительного концентрирования на модифицированной воском полиуретановой пластине установлены различные зависимости. С увеличением содержания ацетона в воде (водопроводной и дистиллированной) наблюдается уменьшение площади «лепестковых» диаграмм, что объясняется неограниченной растворимостью ацетона в воде с образованием межмолекулярных связей и, следовательно, уменьшением давления насыщенных паров над водно-ацетоновым раствором. Построены изотермы сорбции смесей паров «ацетон – вода» в интервале концентраций ацетона в воде 1–9 ПДК ($s_r \leq 0,06$). Аналитическим сигналом является разность площадей сорбции паров чистой водопроводной воды и паров воды с ацетоном (ΔS , Гц²) (рис. 3, а).

При низких концентрациях керосина в воде (до 7 ПДК) площадь «лепестковой» диаграммы сорбции паров чистой водопроводной воды больше, чем площадь диаграммы сорбции воды с керосином (рис. 3, б), так как образующаяся тонкая пленка НП «экранирует» испарение и диффузию молекул воды к поверхности модифицированной пенополиуретановой пластины. При повышении концентрации керосина в смеси с водой возрастает составляющая сорбции легких углеводородов керосина, что приводит к увеличению суммарного аналитического сигнала матрицы ПКР.

Таким образом, с применением представленного массива из восьми разнородных сенсоров возможно определение концентрации керосина в воде на уровне > 7 ПДК и только после его предварительного концентрирования на пенополиуретановой пластине, модифицированной для экранирования паров воды неполярным сорбентом (например, пчелиным воском). Из-за того, что при температурах выше 7 °С давление насыщенных паров воды превышает давление насыщенных паров керосина и мешающий вклад воды в сорбцию смеси является преобладающим, в изученных условиях определение меньших концентраций НП в воде с применением сенсоров невозможно. Для решения проблемы необходимо использовать более сложную систему «Электронный нос», состоящую из большого числа сенсоров, что значительно усложнит эксплуатацию самого

прибора, повысит его стоимость и надежность работы.

Данный подход определения нефтепродуктов в воде может быть использован в условиях развития чрезвычайных ситуаций (разливы, утечки, осаждение облака при сбросе топлива самолетами, при испытании ракетносителей и др.), когда концентрация нефтяных углеводородов достигает нескольких десятков ПДК и требуется незамедлительное принятие решения. Миниатюрность и мобильность «электронного носа» на основе восьми сенсоров позволяет использовать его в полевых условиях при этом время анализа (включая концентрирование НП на пенополиуретановой пластине, помещение пробы в ячейку детектирования, проведение измерения и определение уровня загрязнения воды по предварительно построенным изотермам) не превышает 30 мин; относительная погрешность определений $s_r \leq 0,03$.

Список литературы

1. Другов Ю.С. Мониторинг органических загрязнителей природной среды. 500 методик / Ю.С. Другов, А.А. Родин. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 893 с.
2. Pejic B., Eadington P., Ross A. Environmental Monitoring of Hydrocarbons: A Chemical Sensor Perspective // Environmental science & technology. – 2007. – vol. 41, № 18. – P. 6333–6343.
3. Казьмина И.Г. Химические сенсоры в системе экологического мониторинга / И.Г. Казьмина, Л.Т. Рязанцева, В.И. Федянин // Вестник ВГТУ. – 2011. – Т. 7, № 2. – С. 144–146.
4. Дроздова Е.В. Определение органических легколетучих токсикантов массивом пьезосенсоров для оценки безопасности полимерных материалов: автореф. дис. ... канд. хим. наук. – Воронеж, 2016. – 18 с.
5. Майорова Л.П. Совершенствование методик определения ацетона и метанола в пробах природных и сточных вод / Л.П. Майорова, Л.А. Соболевская // Ученые заметки ТОГУ. – 2015. – Т. 7, № 1. – С. 57–63.
6. Star A., Bradley K., Gabriel J.-Ch. P., Gruner G. Carbon nanotube nanoelectronic devices for chemical detection in liquid hydrocarbons // Prepr. Pap.-Am. Chem. Soc., Div. Fuel Chem. – 2004. – № 49(2). – P. 887–888.
7. Шуба А.А. Оценка состояния биопроб по результатам детектирования массивом пьезосенсоров легколетучих аминов различного строения и алифатических кислот: дис. ... канд. хим. наук. – Воронеж, 2013. – 235 с.
8. Кучменко Т.А. Пример решения идентификационных задач в методе пьезокварцевого микровзвешивания смесей некоторых органических соединений / Т.А. Кучменко, А.А. Шуба, Н.В. Бельских // Аналитика и контроль. – 2012. – Т. 16, № 2. – С. 151–161.
9. Ландау Л.Д. Статистическая физика / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. – М.: Физматлит, 2005. – 616 с.
10. Дмитриенко С.Г. Пенополиуретаны: сорбционные свойства и применение в химическом анализе / С.Г. Дмитриенко, В.В. Аяри. – М.: КРАСАНД, 2010. – 264 с.

References

1. Drugov Ju.S. Monitoring organicheskikh zagriznatelej prirodnoj sredy. 500 metodik / Ju.S. Drugov, A.A. Rodin. M.: BINOM. Laboratorija znaniy, 2013. 893 p.

2. Pejcic B., Eadington P., Ross A. Environmental Monitoring of Hydrocarbons: A Chemical Sensor Perspective // *Environmental science & technology*. 2007. vol. 41, no. 18. pp. 6333–6343.
3. Kazmina I.G. Himicheskie sensory v sisteme jekologicheskogo monitoringa / I.G. Kazmina, L.T. Rjazanceva, V.I. Fedjanin // *Vestnik VGTU*. 2011. T. 7, no. 2. pp. 144–146.
4. Drozdova E.V. Opredelenie organicheskikh legkoletuchih toksikantov massivom pezosensorov dlja ocenki bezopasnosti polimernyh materialov: avtoref. dis. ... kand. him. nauk. Voronezh, 2016. 18 p.
5. Majorova L.P. Sovershenstvovanie metodik opredelenija acetona i metanola v probah prirodnyh i stochnyh vod / L.P. Majorova, L.A. Sobolevskaja // *Uchenye zametki TOGU*. 2015. T. 7, no. 1. pp. 57–63.
6. Star A., Bradley K., Gabriel J.-Ch. P., Gruner G. Carbon nanotube nanoelectronic devices for chemical detection in liquid hydrocarbons // *Prepr. Pap.-Am. Chem. Soc., Div. Fuel Chem.* 2004. no. 49(2) pp. 887–888.
7. Shuba A.A. Ocenka sostojanija bioprob po rezultatam detektirovanija massivom pezosenso-rov legkoletuchih aminov razlichnogo stroenija i alifaticheskikh kislot: dis. ... kand. him. nauk. Voronezh, 2013. 235 p.
8. Kuchmenko T.A. Primer reshenija identifikacionnyh zadach v metode pezo-kvarcevo-mikrovzveshivaniya smesej nekotoryh organicheskikh soedinenij / T.A. Kuchmenko, A.A. Shuba, N.V. Belskih // *Analitika i kontrol*. 2012. T. 16, no. 2. pp. 151–161.
9. Landau L.D. Statisticheskaja fizika / L.D. Landau, E.M. Lifshic. M.: Fizmatlit, 2005. 616 p.
10. Dmitrienko S.G. Penopoliuretany: sorbcionnye svoystva i primenenie v himicheskom analize / S.G. Dmitrienko, V.V. Apjari. M.: KRASAND, 2010. 264 p.

УДК 546.02

ФАЗООБРАЗОВАНИЕ В СИСТЕМЕ $\text{La}_2\text{Zr}_3(\text{MoO}_4)_9 - \text{La}_2\text{Zr}_3(\text{WO}_4)_9$ ^{1,2}Тушинова Ю.Л., ^{1,2}Базаров Б.Г., ¹Доржиева С.Г., ¹Логвинова А.В., ^{1,2}Базарова Ж.Г.¹ФГБУН «Байкальский институт природопользования» Сибирского отделения

Российской академии наук, Улан-Удэ, e-mail: jbaz@binm.ru;

²ФГБОУ ВО «Бурятский государственный университет», Улан-Удэ

Настоящая статья посвящена исследованию фазовых равновесий в субсолидусной области системы $\text{La}_2\text{Zr}_3(\text{MoO}_4)_9 - \text{La}_2\text{Zr}_3(\text{WO}_4)_9$ методом рентгенофазового анализа. Изучена возможность твердофазного синтеза новых молибдато-вольфраматов замещением молибдат-иона на вольфрамат-ион. В системе установлено образование непрерывного ряда твердых растворов изоструктурных фаз $\text{La}_2\text{Zr}_3(\text{MoO}_4)_{9-x}(\text{WO}_4)_x$, принадлежащих к структурному типу $\text{Nd}_2\text{Zr}_3(\text{MoO}_4)_9$ (тригональная сингония, пр.гр. $R\bar{3}c$). Анализ дифрактограммы синтезированного двойного вольфрамата $\text{La}_2\text{Zr}_3(\text{WO}_4)_9$ позволил сделать вывод об его изоструктурности с аналогичными молибдатами $\text{Ln}_2\text{Zr}_3(\text{MoO}_4)_9$ ($\text{Ln} = \text{La-Tb}$). Методом Ритвельда уточнена структура данного вольфрамата. Соединение кристаллизуется в тригональной сингонии с пространственной группой $R\bar{3}c$, с параметрами элементарной ячейки: $a = 9,8912(2)$, $c = 59,3776(2)$ Å, $V = 5030,9(1)$ Å³, $Z = 6$. Кристаллическая структура исследованного вольфрамата относится к структурам каркасного типа и построена из трех видов полиэдров: WO_4 -тетраэдров, ZrO_6 -октаэдров и девятивершинников LaO_9 . Средние расстояния W-O и средние значения углов O-W-O имеют близкие значения к общепринятым для координационного числа W, равного 4. Средние расстояния Zr-O близки между собой и с расстояниями Zr-O в структурах, где атом циркония находится также в октаэдрической координации. Определены оптимальные условия синтеза двойных молибдато-вольфраматов в зависимости от концентрации WO_3 в исходном образце, температуры и длительности отжига. Для увеличения степени замещения молибдат-ионов на вольфрамат-ион требуются более высокие значения температуры и продолжительности отжига. В результате варьирования условий синтеза были получены твердые растворы, вычислены параметры элементарных ячеек синтезированных фаз. При сравнении полученных значений выявлено увеличение значений a , c и V по ряду с ростом x .

Ключевые слова: кристаллическая структура, двойной вольфрамат, молибдато-вольфраматы, твердые растворы

PHASE FORMATION IN THE SYSTEM $\text{La}_2\text{Zr}_3(\text{MoO}_4)_9 - \text{La}_2\text{Zr}_3(\text{WO}_4)_9$ ^{1,2}Tushinova Yu.L., ^{1,2}Bazarov B.G., ¹Dorzhieva S.G., ¹Logvinova A.V., ^{1,2}Bazarova Yu.G.¹Baikal Institute of Nature Management SB RAS, Ulan-Ude, e-mail: jbaz@binm.ru;²Buryat State University, Ulan-Ude

This article is devoted to the investigation of phase equilibria in the subsolidus region of the $\text{La}_2\text{Zr}_3(\text{MoO}_4)_9 - \text{La}_2\text{Zr}_3(\text{WO}_4)_9$ system by the way of X-ray phase analysis. The possibility of solid-phase synthesis of new molybdate-tungstates by the replacement of molybdate ion with tungstate ion is studied. The formation of a continuous series of solid solutions of the isostructural phases in the system $\text{La}_2\text{Zr}_3(\text{MoO}_4)_{9-x}(\text{WO}_4)_x$, belonging to the structural type $\text{Nd}_2\text{Zr}_3(\text{MoO}_4)_9$ (trigonal system, $R\bar{3}c$) is established. Analysis of the diffractogram of the synthesized double tungstate $\text{La}_2\text{Zr}_3(\text{WO}_4)_9$ made it possible to conclude that it is isostructural with analogous molybdates $\text{Ln}_2\text{Zr}_3(\text{MoO}_4)_9$ ($\text{Ln} = \text{La-Tb}$). The structure of this tungstate is refined by Rietveld method. The compound crystallizes in the trigonal system with the space group $R\bar{3}c$, the unit cell parameters: $a = 9,8912(2)$, $c = 59,3776(2)$ Å, $V = 5030,9(1)$ Å³, $Z = 6$. The crystal structure of the investigated tungstate refers to structures of the framework type and is constructed from three types of polyhedra: WO_4 -tetrahedra, ZrO_6 -octahedra and nine-vertex LaO_9 . The average distances W-O and the average values of the O-W-O angles have similar values to the conventional values for the coordination number W equal to 4. The mean Zr-O distances are close to each other and with Zr-O distances in structures where the zirconium atom is also in octahedral coordination. Optimal conditions for the synthesis of double molybdate-tungstates were determined depending on the WO_3 concentration in the initial sample, including the temperature and annealing time. For an increase in the degree of substitution of molybdate ions to tungstate ions higher temperatures and annealing time are required. The solid solutions were obtained as a result of varying of synthesis conditions, the unit cells parameters of synthesized phases were calculated. When comparing the values obtained, we found an increase in the values of a , c , and V along a series with increasing x .

Keywords: crystal structure, double tungstate, molybdate-tungstates, solid solutions

Молибдаты, содержащие редкоземельные элементы (РЗЭ), давно привлекают внимание исследователей. В результате накоплен большой объем сведений о молибдатах с разными вариациями катионного состава с РЗЭ. Они обладают целым набором важных функциональных свойств, в том числе оптических [1–3]. В то же время комбинации различных катионов и анионов, их варьирование открывают возможности для

получения новых перспективных материалов. К примеру, получены новые сложные анионзамещенные молибдато-, арсенато- и ванадато-фосфаты разных составов [4–7]. Одним из способов поиска новых многокомпонентных фаз является изучение фазовых равновесий в соответствующих системах. При этом системы, содержащие структурные или формульные аналоги, представляют особый интерес, поскольку в них можно

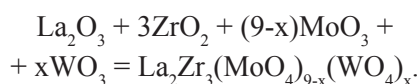
ожидать формирование широких областей твердых растворов.

Ранее было выявлено образование двойных молибдатов $\text{Ln}_2\text{Zr}_3(\text{MoO}_4)_9$, $\text{Ln} = \text{La-Tb}$ [8] и вольфрамата $\text{La}_2\text{Zr}_3(\text{WO}_4)_9$ [9]. Настоящая работа посвящена исследованию фазовых равновесий в субсолидусной области системы $\text{La}_2\text{Zr}_3(\text{MoO}_4)_9 - \text{La}_2\text{Zr}_3(\text{WO}_4)_9$.

Материалы и методы исследования

В качестве исходных реагентов были использованы: La_2O_3 (99,9% осн. вещ.), ZrO_2 , полученный прокаливанием $\text{ZrO}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (ч.д.а.), MoO_3 (ч.д.а.), WO_3 (ч.). Реакционные смеси при исследовании твердофазных взаимодействий готовили тщательным смешиванием исходных оксидов, которые предварительно перед взвешиванием прокаливались.

Была приготовлена серия образцов, состав которых рассчитывали исходя из формулы $\text{La}_2\text{Zr}_3(\text{MoO}_{4,9-x})(\text{WO}_4)_x$, с шагом 5 мол. %, по реакциям:



Отжиг образцов проводили в фарфоровых тиглях на воздухе в муфельной печи. Начальная температура отжига составляла 450 °С. Конечная температура синтеза варьировалась в интервале 750–1000 °С в зависимости от содержания оксида вольфрама. Продолжительность изотермической выдержки варьировалась от 20 до 50 часов. В процессе синтеза образцы многократно перетирали в агатовой ступке с добавлением этилового спирта.

Достижение равновесия контролировали рентгенографически на дифрактометре Advance D8 фирмы Bruker AXS (CuK_α -излучение, графитовый монохроматор).

Параметры элементарных ячеек определяли по однозначно проиндексированным линиям порошковых рентгенограмм двойных молибдато-вольфраматов с использованием пакета программ TOPAS 4.2. Для уточнения кристаллической структуры методом Ритвельда использовался массив данных, полученный из порошковой рентгенограммы, снятой в интервале углов от 10 до 100° (2 θ). Уточнение структуры методом Ритвельда проводилось в программе TOPAS 4.2.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ дифрактограммы синтезированного двойного вольфрамата $\text{La}_2\text{Zr}_3(\text{WO}_4)_9$ позволил сделать вывод об его изоструктурности с аналогичными молибдатами

$\text{Ln}_2\text{Zr}_3(\text{MoO}_4)_9$ ($\text{Ln} = \text{La-Tb}$). Соединения кристаллизуются в тригональной сингонии с пространственной группой $R\bar{3}c$, $Z = 6$. Определение кристаллической структуры данной группы соединений было проведено на неодим-циркониевом представителе [10].

В качестве исходной модели для уточнения структуры методом Ритвельда использовали координаты атомов в структуре $\text{Nd}_2\text{Zr}_3(\text{MoO}_4)_9$. Результаты уточнения приведены в табл. 1–3. Кристаллическая структура исследованного вольфрамата относится к структурам каркасного типа и построена из трех видов полиэдров: WO_4 -тетраэдров, ZrO_6 -октаэдров и девятивершинников LaO_9 (рис. 1). Совпадение теоретического и экспериментального профилей рентгенограммы, которого удалось добиться в рамках данного исследования, иллюстрирует рис. 2.

Средние расстояния W-O ($\langle \text{W-O} \rangle = 1,736\text{--}1,827 \text{ \AA}$) и средние значения углов O-W-O имеют близкие к общепринятым для КЧ (W) = 4 (табл. 3) значения. Средние расстояния Zr-O, равные 2,095(2) и 2,097(2) Å близки между собой и с расстояниями Zr-O в структурах, где атом циркония находится также в октаэдрической координации.

Девять атомов кислорода образуют вокруг лантана трехшапочную тригональную призму с расстояниями La-O, изменяющимися в интервале 2,462(2)–2,548(2) Å.

Результаты РФА образцов молибдато-вольфраматов показали, что их фазовый состав зависит от температуры отжига и содержания вольфрама. Образование однофазных молибдато-вольфраматов со структурой двойного молибдата $\text{Nd}_2\text{Zr}_3(\text{MoO}_4)_9$ в температурном интервале 450–850 °С ограничено составами $\text{La}_2\text{Zr}_3(\text{MoO}_{4,9-x})(\text{WO}_4)_x$ с $x \leq 2,25$. При этом для получения однофазных образцов потребовалась различная продолжительность отжига. Так, например, для образца с содержанием $x = 0,45$ необходимо затратить 15 часов при одной температуре, а для образца с $x = 1,35$ уже 50 часов при той же самой температуре. Ширина области гомогенности увеличивается до $x = 3,15$ при повышении температуры до 880 °С. На дифрактограммах образцов $\text{La}_2\text{Zr}_3(\text{MoO}_{4,9-x})(\text{WO}_4)_x$, $x \geq 4,5$, отожженных при 850 °С, помимо рефлексов отражения целевой фазы присутствовали рефлексы отражения триоксида вольфрама WO_3 и поливольфрамата лантаноида $\text{La}_{10}\text{W}_{22}\text{O}_{81}$. В процессе дальнейшего ступенчатого повышения температуры до 950 °С смеси полностью реагировали с образованием монофазных продуктов.

Таблица 1

Результаты уточнения структуры $\text{La}_2\text{Zr}_3(\text{WO}_4)_9$

Характеристика	Значение
Пр. гр.	$R\bar{3}c$
Z	6
Параметры элементарной ячейки:	
$a, \text{\AA}$	9,8912(2)
$c, \text{\AA}$	59,3776(15)
$V, \text{\AA}^3$	5030,9(1)
$d_{\text{выч.}}, \text{г/см}^3$	5,509

Таблица 2

Координаты базисных атомов структуры $\text{La}_2\text{Zr}_3(\text{WO}_4)_9$

Атом	x	y	z
Nd	2/3	1/3	0,0291(2)
Zr(1)	0	0	0
Zr(2)	1/3	2/3	0,0713(3)
W(1)	0,0962(1)	0,7254(1)	0,0248(7)
W(2)	0,2798(1)	0,2798(1)	1/4
O(1)	-0,0999(1)	0,5951(1)	0,0299(1)
O(2)	0,1563(1)	0,6594(1)	0,0018(1)
O(3)	0,2101(1)	0,7356(1)	0,0494(1)
O(4)	0,1214(1)	0,9174(1)	0,0192(1)
O(5)	0,2935(1)	0,4680(1)	0,2445(1)
O(6)	0,1623(1)	0,1924(1)	0,2734(1)

Таблица 3

Основные межатомные расстояния ($\text{\AA}$) и углы (град) в структуре $\text{La}_2\text{Zr}_3(\text{WO}_4)_9$

W(1)-тетраэдр		W(2)-тетраэдр	
W(1)–O(1)	1,736(7)	W(2)–O(6)	1,738(5)×2
W(1)–O(2)	1,741(9)	W(2)–O(5)	1,827(2)×2
W(1)–O(3)	1,816(9)	$\langle \text{W–O} \rangle$	1,783(4)
W(1)–O(4)	1,818(7)		
$\langle \text{W–O} \rangle$	1,778(8)	O(6)–W(2)–O(6)	108,7(1)
		O(6)–W(2)–O(5)	107,3(1)×2
O(1)–W(1)–O(2)	108,8(1)	O(6)–W(2)–O(5)	109,8(1)×2
O(1)–W(1)–O(3)	109,4(1)	O(5)–W(2)–O(5)	113,7(1)
O(2)–W(1)–O(3)	109,4(1)	$\langle \text{O–W–O} \rangle$	109,4(1)
O(1)–W(1)–O(4)	109,0(1)		
O(2)–W(1)–O(4)	110,7(1)	La-полиэдр	
O(3)–W(1)–O(4)	109,4(1)	La–O(1)	2,462(2)×3
$\langle \text{O–W–O} \rangle$	109,5(1)	La–O(2)	2,512(9)×3
Zr(1)-октаэдр		La–O(6)	2,548(9)×3
Zr(1)–O(4)	2,095(3)×6	$\langle \text{La–O} \rangle$	2,507(7)
Zr(2)-октаэдр			
Zr(2)–O(5)	2,079(9)×3		
Zr(2)–O(3)	2,115(9)×3		
$\langle \text{Zr–O} \rangle$	2,097(9)		

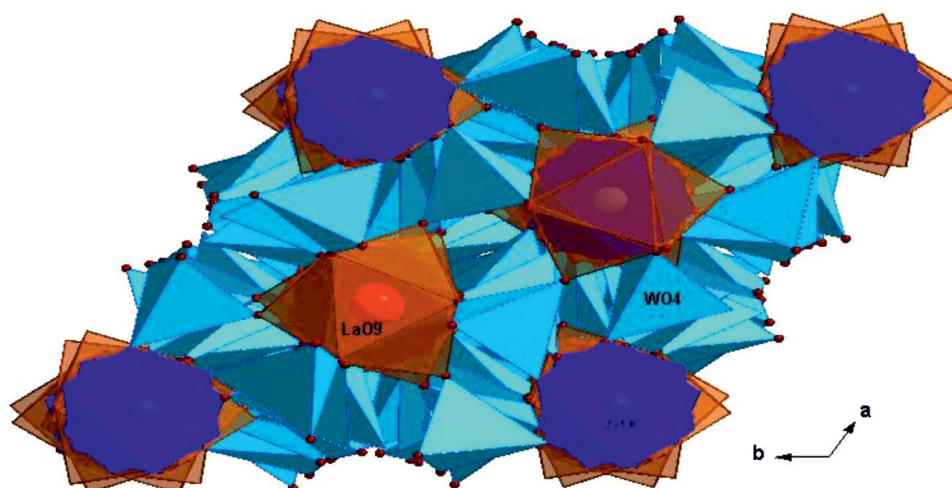


Рис. 1. Проекция структуры $\text{La}_2\text{Zr}_3(\text{WO}_4)_9$ на плоскость $[001]$

Таблица 4

Кристаллографические характеристики $\text{La}_2\text{Zr}_3(\text{MoO}_4)_{9-x}(\text{WO}_4)_x$

Состав образца	a , Å	c , Å	V , Å ³
$\text{La}_2\text{Zr}_3(\text{MoO}_4)_9$	9,8463(2)	59,097(2)	4961,8(1)
$\text{La}_2\text{Zr}_3(\text{MoO}_4)_{8,55}(\text{WO}_4)_{0,05}$	9,8503(1)	59,138(2)	4969,3(2)
$\text{La}_2\text{Zr}_3(\text{MoO}_4)_{8,1}(\text{WO}_4)_{0,9}$	9,8510(2)	59,182(2)	4973,8(2)
$\text{La}_2\text{Zr}_3(\text{MoO}_4)_{7,65}(\text{WO}_4)_{1,35}$	9,8580(1)	59,183(2)	4980,9(2)
$\text{La}_2\text{Zr}_3(\text{MoO}_4)_{7,2}(\text{WO}_4)_{1,8}$	9,8612(2)	59,195(2)	4985,1(2)
$\text{La}_2\text{Zr}_3(\text{MoO}_4)_{6,75}(\text{WO}_4)_{2,25}$	9,8623(2)	59,205(2)	4987,0(2)
$\text{La}_2\text{Zr}_3(\text{MoO}_4)_{6,3}(\text{WO}_4)_{2,7}$	9,8622(2)	59,2457(2)	4990,4(1)
$\text{La}_2\text{Zr}_3(\text{MoO}_4)_{5,85}(\text{WO}_4)_{3,15}$	9,8695(2)	59,2481(2)	4998,0(2)
$\text{La}_2\text{Zr}_3(\text{MoO}_4)_{5,4}(\text{WO}_4)_{3,6}$	9,8702(2)	59,2714(2)	5000,7(2)
$\text{La}_2\text{Zr}_3(\text{MoO}_4)_{4,95}(\text{WO}_4)_{4,05}$	9,8706(2)	59,2714(2)	5001,2(2)
$\text{La}_2\text{Zr}_3(\text{MoO}_4)_{4,5}(\text{WO}_4)_{4,5}$	9,8763(2)	59,3058(2)	5011,6(2)
$\text{La}_2\text{Zr}_3(\text{MoO}_4)_{4,05}(\text{WO}_4)_{4,95}$	9,8764(2)	59,3118(2)	5011,7(2)
$\text{La}_2\text{Zr}_3(\text{MoO}_4)_{3,6}(\text{WO}_4)_{5,4}$	9,8781(2)	59,3203(2)	5012,8(2)
$\text{La}_2\text{Zr}_3(\text{MoO}_4)_{3,15}(\text{WO}_4)_{5,85}$	9,8807(2)	59,3405(2)	5017,2(2)
$\text{La}_2\text{Zr}_3(\text{MoO}_4)_{2,7}(\text{WO}_4)_{6,3}$	9,8824(2)	59,3484(2)	5019,5(2)
$\text{La}_2\text{Zr}_3(\text{MoO}_4)_{2,25}(\text{WO}_4)_{6,75}$	9,8853(2)	59,3600(2)	5028,8(2)
$\text{La}_2\text{Zr}_3(\text{MoO}_4)_{1,8}(\text{WO}_4)_{7,2}$	9,8881(2)	59,3609(2)	5026,9(2)
$\text{La}_2\text{Zr}_3(\text{MoO}_4)_{1,35}(\text{WO}_4)_{7,65}$	9,8890(2)	59,3669(2)	5027,3(2)
$\text{La}_2\text{Zr}_3(\text{MoO}_4)_{0,9}(\text{WO}_4)_{8,1}$	9,8893(2)	59,3722 (2)	5028,6(2)
$\text{La}_2\text{Zr}_3(\text{MoO}_4)_{0,45}(\text{WO}_4)_{8,55}$	9,8906(2)	59,3736(2)	5030,1(2)
$\text{La}_2\text{Zr}_3(\text{WO}_4)_9$	9,8912(2)	59,3776(2)	5030,9(1)

В результате варьирования температуры и продолжительности отжига был получен ряд непрерывных твердых растворов молибдато-вольфраматов $\text{La}_2\text{Zr}_3(\text{MoO}_4)_{9-x}(\text{WO}_4)_x$. Вычисленные значения параметров элементарных

ячеек синтезированных фаз приведены в табл. 4. При сравнении полученных значений параметров элементарных ячеек можно констатировать, что наблюдается увеличение значений a , c и V по ряду.

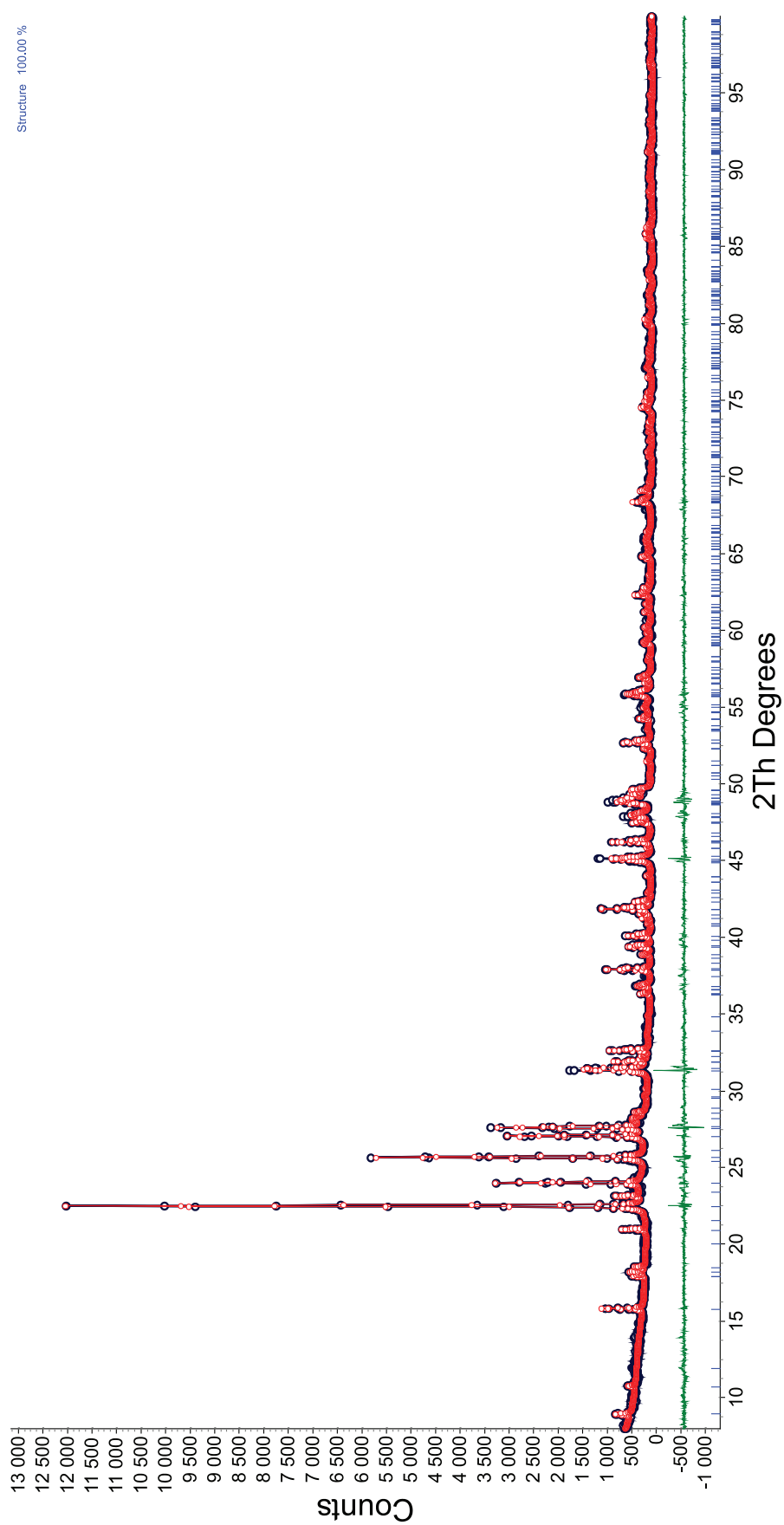


Рис. 2. Фрагменты экспериментальной, расчетной и разностной дифрактограмм для $\text{La}_2\text{Zr}_3(\text{WO}_4)_9$

Заключение

Изучены фазовые равновесия в субсольдусной области системы $\text{La}_2\text{Zr}_3(\text{MoO}_4)_9 - \text{La}_2\text{Zr}_3(\text{WO}_4)_9$. Близость ионных радиусов ионов молибдена и вольфрама позволила получить ряд новых молибдато-вольфрамов $\text{La}_2\text{Zr}_3(\text{MoO}_4)_{9-x}(\text{WO}_4)_x$, принадлежащих к структурному типу $\text{Nd}_2\text{Zr}_3(\text{MoO}_4)_9$. Оптимизированы условия получения двойных молибдато-вольфрамов и определены их кристаллографические характеристики. Методом Ритвельда уточнена структура вольфрамата $\text{La}_2\text{Zr}_3(\text{WO}_4)_9$, кристаллизующегося в тригональной сингонии с пространственной группой $R\bar{3}c$, с параметрами элементарной ячейки: $a = 9,8912(2)$, $c = 59,3776(2) \text{ \AA}$, $V = 5030,9(1) \text{ \AA}^3$, $Z = 6$.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 16-43-030861 p_a.

Список литературы

1. Glorieux Benoit, Jubera Véronique, Apeceixborde Arnaud, Garcia Alain. Luminescence properties of tungstates and molybdates phosphors: Illustration on $\text{ALn}(\text{MO}_4)_2$ compounds (A – alkaline cation, Ln – lanthanides, M = W, Mo) // Solid State Sciences. – 2011. – vol. 13. – P. 460–467.
2. Спектроскопия кристаллов $\text{NaLa}(\text{MoO}_4)_2$: Tm^{3+} и $\text{NaGd}(\text{MoO}_4)_2$: Tm^{3+} – перспективных лазерных материалов / Ю.К. Воронько [и др.] // Физика твердого тела. – 2008. – Т. 50, вып. 9. – С. 1547–1551.
3. Раскина М.В. Катион-дефицитные соединения со структурой шеелита и их свойства: дис. ... канд. хим. наук. – Москва, 2014. – 137 с.
4. Рюмин М.А. Молибдат-фосфат калия-европия / М.А. Рюмин, В.В. Пухкая, Л.Н. Комиссарова // Журнал неорганической химии. – 2010. – Т. 55, № 7. – С. 1078–1081.
5. Синтез и свойства $\text{LiZr}_2(\text{AsO}_4)_3$ и $\text{LiZr}_2(\text{AsO}_4)_x(\text{PO}_4)_{3-x}$ / В.И. Петьков [и др.] // Неорганические материалы. – 2014. – Т. 50, № 3. – С. 285.
6. Синтез и строение ванадат-фосфатов циркония и щелочных металлов / В.И. Петьков [и др.] // Журнал неорганической химии. – 2013. – Т. 58, № 9. – С. 1139.
7. Разработка и создание насыпных и мембранных катализаторов на основе фосфатов и молибдатов каркасного

строения / В.И. Петьков [и др.] // Журнал прикладной химии. – 2010. – Т. 83, № 10. – С. 1591.

8. Bazarova J.G., Tushinova Yu.L., Bazarov B.G., Dorzhieva S.G. Double molybdates of rare earth elements and zirconium // Russ. Chem. Bull. – 2017. – vol. 66, № 4. – P. 587–592.

9. Фазовые равновесия в системах $\text{Rb}_2\text{WO}_4\text{-Ln}_2(\text{WO}_4)_3\text{-Zr}(\text{WO}_4)_2$ (Ln = La, Tb) / Ю.Л. Тушинова [и др.] // Вестник БГУ. – 2015. – Вып. 3. Химия, физика. – С. 8–11.

10. Новый тип смешанного каркаса в кристаллической структуре двойного молибдата $\text{Nd}_2\text{Zr}_3(\text{MoO}_4)_9$ / Р.Ф. Клевцова [и др.] // Журн. структур. химии. – 2000. – Т. 41, № 2. – С. 343–348.

References

1. Glorieux Benoit, Jubera Véronique, Apeceixborde Arnaud, Garcia Alain. Luminescence properties of tungstates and molybdates phosphors: Illustration on $\text{ALn}(\text{MO}_4)_2$ compounds (A – alkaline cation, Ln – lanthanides, M = W, Mo) // Solid State Sciences. 2011. vol. 13. pp. 460–467.
2. Spektroskopija kristallov $\text{NaLa}(\text{MoO}_4)_2$: Tm^{3+} i $\text{NaGd}(\text{MoO}_4)_2$: Tm^{3+} – perspektivnyh lazernyh materialov / Ju.K. Voronko [i dr.] // Fizika tverdogo tela. 2008. T. 50, vyp. 9. pp. 1547–1551.
3. Raskina M.V. Kation-deficitnye soedineniya so strukturoj sheelita i ih svojstva: dis. ... kand. him. nauk. Moskva, 2014. 137 p.
4. Rjumin M.A. Molibdat-fosfat kalija-evropija / M.A. Rjumin, V.V. Puhkaja, L.N. Komissarova // Zhurnal neorganicheskoj himii. 2010. T. 55, no. 7. pp. 1078–1081.
5. Sintez i svojstva $\text{LiZr}_2(\text{AsO}_4)_3$ i $\text{LiZr}_2(\text{AsO}_4)_x(\text{PO}_4)_{3-x}$ / V.I. Petkov [i dr.] // Neorganicheskie materialy. 2014. T. 50, no. 3. pp. 285.
6. Sintez i stroenie vanadat-fosfatov cirkonija i shhe-lochnyh metallov / V.I. Petkov [i dr.] // Zhurnal neorganicheskoj himii. 2013. T. 58, no. 9. pp. 1139.
7. Razrabotka i sozdanie nasypnyh i membrannyh katalizatorov na osnove fosfatov i molibdatov karkasnogo stroenija / V.I. Petkov [i dr.] // Zhurnal prikladnoj himii. 2010. T. 83, no. 10. pp. 1591.
8. Bazarova J.G., Tushinova Yu.L., Bazarov B.G., Dorzhieva S.G. Double molybdates of rare earth elements and zirconium // Russ. Chem. Bull. 2017. vol. 66, no. 4. pp. 587–592.
9. Fazovye ravnovesija v sistemah $\text{Rb}_2\text{WO}_4\text{-Ln}_2(\text{WO}_4)_3\text{-Zr}(\text{WO}_4)_2$ (Ln = La, Tb) / Ju.L. Tushinova [i dr.] // Vestnik BGU. 2015. Vyp. 3. Himija, fizika. pp. 8–11.
10. Novyj tip smeshannogo karkasa v kristallicheskoj strukture dvojnogo molibdata $\text{Nd}_2\text{Zr}_3(\text{MoO}_4)_9$ / R.F. Klevцова [i dr.] // Zhurn. struktur. himii. 2000. T. 41, no. 2. pp. 343–348.

УДК 633.112.9:[631.527 + 573.6]

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕТОДА КУЛЬТУРЫ ПЫЛЬНИКОВ
ДЛЯ УСКОРЕННОГО СОЗДАНИЯ ГОМОЗИГОТНЫХ ЛИНИЙ ТРИТИКАЛЕ****Дьячук Т.И., Акинина В.Н., Хомякова О.В., Кибкало И.А., Поминов А.В.***ФГБНУ «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока», Саратов,
e-mail: raiser_saratov@mail.ru*

Метод культуры пыльников был использован для ускоренного получения гомозиготных линий озимого тритикале. Проведены цитологические исследования, подтверждающие спорофитное развитие микроспор в культуре пыльников. Изучена эффективность гаплопродукции у шести гибридов тритикале. Установлена генотипическая зависимость основных этапов получения гаплоидных растений. Выход эмбрионных структур составил 9,0–145,4 % к числу культивируемых пыльников, регенерация растений – 4,3–18,4 %. Высокая частота хлорофиллдефектных регенерантов (альбиносов) является уязвимым местом этой гаплоидной биотехнологии тритикале. Всего в опыте получено 1129 растений, среди которых 309 зеленых и 820 – хлорофиллдефектных. Соотношение зеленых растений к альбиносам у разных гибридов колебалось от 2:1 до 1:20. Применение двухфакторного дисперсионного анализа позволило выявить долю влияния генотипа, питательной среды и их взаимодействия на основные параметры гаплопродукции тритикале. Формирование эмбрионных структур обусловлено в основном влиянием генотипа (75 %). Доля влияния состава питательной среды была незначительной (3,2 %), взаимодействие факторов составило 20,1 %. На показатель «регенерация растений» наибольшее влияние оказали генотип (45,5 %) и взаимодействие генотип x питательная среда (51,7 %). Вклад питательной среды был статистически недостоверным. Для показателя «регенерация зеленых растений» наибольшей была доля влияния взаимодействия факторов (69,8 %). Вклад генотипа и питательной среды был менее значимым, но статистически достоверным. Созданные на основе культуры пыльников ДН-линии включены в селекционный процесс озимого тритикале. В то же время необходимо отметить, что генотипическая зависимость всех этапов получения гаплоидных растений и высокий процент альбинизма все еще ограничивают возможность широкого использования этой гаплоидной биотехнологии в селекции тритикале.

Ключевые слова: тритикале, культура пыльников, гомозиготность, ДН-линии**EFFECTIVENESS OF THE ANTHER CULTURE METHOD FOR ACCELERATED
DEVELOPMENT OF TRITICALE HOMOZYGOUS LINES****Dyachuk T.I., Akinina V.N., Khomyakova O.V., Kibkalo I.A., Pominov A.V.***Agricultural Research Institute for South-East Regions, Saratov,
e-mail: raiser_saratov@mail.ru*

The anther culture method was used for accelerated development of triticales homozygous lines. Conducted cytological studies confirmed the sporophytic microspore development in anther culture. Effectiveness of haploid production among 6 triticales hybrids was studied. The genotypic dependence of different stages of haploid plants development was showed. Effectiveness of embryo like structures formation was 9,0–145,4 % per anthers cultivated, plant regeneration – 4,3–18,4 %. In general, 1129 haploid plants were received, among which 309 plants were green and 820 – albino. The ratio of green plants to albino was ranged from 2:1 to 1:20. The effect of medium, genotype and their interactions was investigated with application of two-ways variance analysis. The formation of embryo like structures was influenced in principal by the genotype (75 %). The part of the nutrient medium composition was inconsiderable (3,2 %), interaction of factors was 20,1 %. The index «plant regeneration» was influenced both by genotype (45,5 %) and interaction genotype x nutrient medium (51,7 %). Contribution of the nutrient medium was statistically unreliable. The index «green plant regeneration» was influenced mainly by interaction of factors (69,8 %). The investment of genotype and nutrient medium was less important but statistically significant. Based on anther culture, DH-lines are included in the selection process of winter triticales. At the same time it should be noted that genotype dependence of all stages of haploid production and high percent of albino plants still restrict the broad application of haploid biotechnology in plant breeding.

Keywords: triticales, anther culture, homozygosity, DH-line

Залогом успешного и стабильного производства зерна в Поволжье является биоразнообразие возделываемых культур. Среди зерновых культур тритикале является наиболее стрессоустойчивой [1]. Мировые площади под этой культурой достигли 4,14 млн га [2]. Одним из главных ее преимуществ является высокий потенциал продуктивности. Большой интерес к культуре

основан и на многоцелевом использовании зерна. Круг отраслей, применяющих зерно тритикале, достаточно широк. Оно востребовано в животноводстве, хлебопекарной, кондитерской и спиртовой промышленности. Наращивание объемов производства зерна в современных условиях возможно только за счет создания принципиально новых сортов этой культуры, адаптированных

к жестким условиям региона, что требует достаточно большого генетически разнообразного и адаптированного исходного материала. На создание новых сортов методами традиционной селекции требуется 12–15 лет, из которых 5–7 лет затрачивается для достижения гомозиготности, обеспечивающей отличимость будущего сорта и стабильность его признаков. Биотехнологические методы, основанные на получении гаплоидных растений *in vitro*, позволяют получать гомозиготы одноэтапно и сокращать сроки создания сортов, отвечающие всем требованиям современного рынка. В различных лабораториях мира гаплоидные биотехнологии являются интегральной частью селекционного процесса у экономически значимых видов растений. На сегодняшний день зарегистрировано около 300 сортов, полученных с использованием различных ДН-протоколов, 150 из которых принадлежат *Poaceae* и их число постоянно увеличивается [3]. Культура пыльников является одним из методов массового получения гаплоидных растений у злаков [4]. Его разновидностью является культура изолированных микроспор [5]. Микроспоровый эмбриогенез (андрогенез) основан на спорофитном развитии микроспор (в отличие от гаметофитного), их делении и формировании эмбриоподобных структур. Регенерация растений из последних приводит к получению растений с гаплоидным числом хромосом. Последующая диплоидизация числа хромосом обеспечивает получение гомозиготных линий (ДН-линий). Известны лишь единичные факты получения гаплоидных растений тритикале методом селективной элиминации хромосом при использовании в качестве опылителя кукурузы [6] и дикой злаковой травы *Imperata cylindrica* [7]. В селекции ржи и тритикале гаплоидия менее востребована из-за низкой частоты получения зеленых растений.

Цель настоящего исследования – изучить эффективность метода культуры пыльников для создания селекционно ценных линий тритикале для условий Поволжья.

Материалы и методы исследования

Для получения гаплоидных растений и ДН-линий служили 6 гибридов от скрещивания элитных линий озимого тритикале. № 1 – F2 АД-1//МАГ/Эллада; № 2 – F2 Студент/Патриот//Эллада; № 3 – F2 Валентин/ДН-25//МАГ/Корнет; № 4 – F2 МАГ/АД1//Саратовская 8, оз. мягкая пшеница; № 5 – F2 МАГ/АД1//МАГ/Эллада; № 6 – F2 Устинья/

ДН-30. Донорные растения отбирали на стадии вакуолизированной микроспоры, и срезанные побеги хранили в холодильнике при температуре + 2...5 °С в течение 7–10 суток. Все работы по вычленению и культивированию пыльников проводили в условиях асептики. Колосья стерилизовали раствором коммерческого препарата «Белизна» в течение 8 минут с последующей трехкратной промывкой стерильной дистиллированной водой. По каждому гибриду культивировали около 2 тысяч пыльников. В качестве индукционной питательной среды служили С-17 с добавлением в качестве регуляторов роста 2,4-Д (2 мг/л) и кинетин (0,5 мг/л). Через 6 недель культивирования ЭС размером более 1 мм были помещены на среду для регенерации растений, содержащей в качестве регуляторов роста ИУК (1,0 мг/л) и кинетин (0,5 мг/л). Для сравнительного анализа влияния состава питательных сред были использованы две прописи – N6 и С-17. Цитологический контроль за спорофитным развитием микроспор проводили на временных препаратах с окраской ацетокармином. Эффективность отдельных этапов гаплопродукции оценивали по следующим параметрам: выход эмбриогенных структур (ЭС, как % к общему числу пыльников *in vitro*), регенерация растений (% от общего количества эмбриогенных структур), выход зеленых и альбиносных растений (% от общего количества регенерантов). Гаплоидные растения были обработаны раствором колхицина (0,2%) с добавлением 8–10 капель ДМСО в качестве мембранотропного агента при комнатной температуре в течение 5 часов для получения удвоенных гаплоидов (ДН-линий). Полученные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа с применением программ статистического и биометрико-генетического анализа в растениеводстве и селекции «AGROS-2» (версия 09).

Результаты исследования и их обсуждение

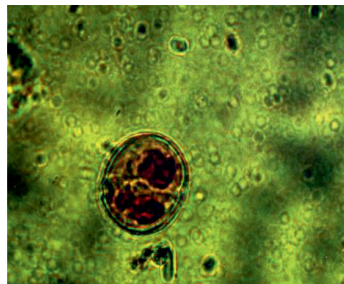
Проведенные цитологические исследования установили возможность различных событий при культивировании изолированных пыльников. Основная их часть гибнет на 7-й день культивирования, часть микроспор продолжает гаметофитную программу с последующей дегенерацией вегетативного и генеративного ядер, и лишь немногочисленная популяция клеток переходит на спорофитный путь развития. Последний реализуется на основе различных цитологических возможностей. При равном делении

микроспоры расположение поры и двух образующихся ядер соответствует равно-стороннему треугольнику (рисунок, а). Некоторые микроспоры делятся с формированием вегетативной и генеративной клеток с последующей митотической активностью вегетативной клетки (рисунок, б). В результате серии делений формируются многоклеточные структуры, которые какое-то время

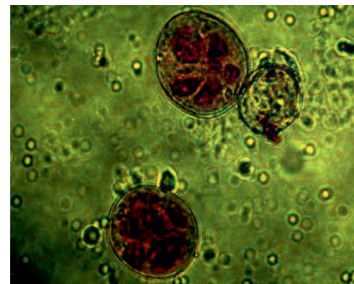
находятся внутри оболочки микроспоры (рисунок, в). Интенсивный рост многоклеточных новообразований способствует растяжению и разрыву оболочки микроспоры (рисунок, г) с последующим формированием эмбриоподобных структур (рисунок, д). Последующее культивирование ЭС на среде для регенерации приводит к формированию гаплоидных растений (рисунок, ж, з).



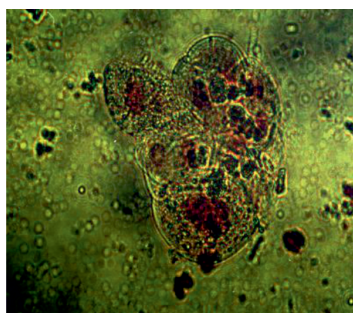
а



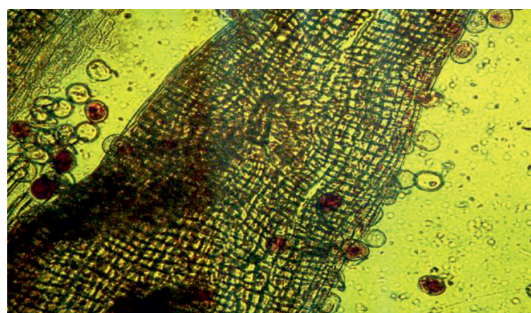
б



в



г



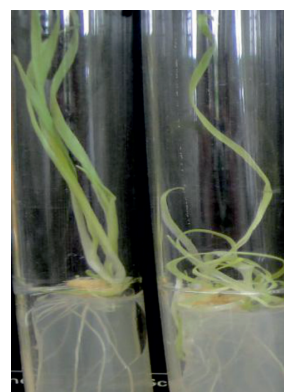
д



е



ж



з

*Последовательные этапы получения гаплоидных растений в культуре пыльников тритикале:
а – равное деление микроспоры, б – деление вегетативной клетки,
в – многоклеточные структуры, г – разрыв оболочки, д – общий вид пыльника
со спорофитно развивающимися микроспорами, е – эмбриоподобные структуры,
ж, з – последовательные стадии регенерации растений*

Изучение эффективности получения гаплоидных растений у шести гибридов озимого тритикале показало, что статистически значимые различия между ними наблюдаются как на промежуточных этапах, так и на основном – регенерации зеленых растений. Широкий спектр изменчивости у гибридов выявлен по показателю «выход эмбрионных структур» – он колебался от 9,0 до 145,4% с наибольшим значением у межвидового гибрида № 4 – F2 МАГ/АД1// Саратовская 8, оз. мягкая пшеница и № 6 – F2 Устинья/ДН-30. На одном пыльнике формировалось от 4,12 до 7,7 шт. эмбриоидов.

Успешность регенерации растений варьировала от 1,9 до 18,4%, Необходимо отметить, что ранжир гибридов по показателям «выход эмбрионных структур» и «успешность регенерации растений» не совпадает. Так, у гибрида № 4 – F2 МАГ/АД1// Саратовская 8, с высоким уровнем формирования эмбрионных структур успешность регенерации растений была самой низкой (1,9%). Напротив, у гибрида № 1 F2 АД-1//МАГ/Эллада при самой низкой частоте индукции новообразований (2,2%) успешность регенерации составила 8,1% и выход зеленых растений был наибольшим (табл. 1).

Генотипическая зависимость основных параметров андрогенеза при культивировании пыльников тритикале была отмечена и в других исследованиях [8]. Полученные данные подтверждают различный генетический контроль индукции андрогенетических структур и регенерации из них растений. Установлено, что по крайней мере три независимых генетических компонента вовле-

каются в отзывчивость генотипа – индукция эмбрионных структур, регенерация растений и регенерация зеленых растений. Эти три составляющие андрогенеза наследуются независимо и имеют полигенный контроль [9, 10]. Идентификация локусов количественных признаков (QTLs) позволила определить области генома, связанные с андрогенетической отзывчивостью тритикале. Индукция эмбрионных структур контролируется генами на хромосомах 5A, 4R, 5R и 7R. Наиболее высокий процент фенотипической изменчивости (17%) обусловлен локусом QARSsm-5R-1. Дополнительные маркеры обнаружены на хромосомах 5R, 2B, 7B и 5R. Регенерация как зеленых, так и хлорофиллдефектных растений контролируется генами 4A хромосомы [11].

Всего в опыте получено 1129 гаплоидных растений, в том числе 309 зеленых и 820 хлорофиллдефектных (альбиносных). Степень проявления альбинизма зависела от генотипа. У гибрида № 5 – F2 МАГ/АД1//МАГ/Эллада соотношение зеленых и альбиносных растений составило 1:20 (из 210 полученных регенерантов только 10 были зелеными). В то же время у гибрида № 1 – F2 АД-1//МАГ/Эллада выход зеленых растений был в два раза больше по сравнению с альбиносными. Высокая частота формирования альбиносных растений (31,3–95,2%) является одним из сдерживающих факторов получения гаплоидных растений в культуре пыльников тритикале. Как известно, альбинизм регенерантов *in vitro* является общим феноменом для различных видов злаков, у некоторых генотипов до 100% гаплоидов являются альбиносами [12].

Таблица 1

Эффективность этапов получения гаплоидных растений в культуре пыльников гибридов тритикале

Гибрид	Эмбрионных структур, шт. %	Регенерация растений			Соотношение зеленых растений к альбиносным
		Всего, шт. (%)	Зеленых, шт. (%)	Альбиносных, шт. (%)	
1	198(9,0)	16(8,1)	11(68,7)	5(31,3)	2:1
2	701(32,8)	45(6,4)	9(20,0)	36(80,0)	1:4
3	1267(53,9)	54(4,3)	13(24,1)	41(75,9)	1:4
4	2735(141,2)	151(1,9)	13(8,6)	138(91,4)	1:10
5	1624(77,7)	210(12,9)	10(4,8)	200(95,2)	1:20
6	3547(145,4)	653(18,4)	253(38,7)	400(61,3)	1:1,6
Всего	10072	1129(11,2)	309(27,4)	820(72,6)	1:2,1
Ффакт.	61843,8*	718,4*	96546,5*	13858,8*	
НСР	0,7	0,8	0,3	0,7	

Примечание. № 1 – F2 АД-1//МАГ/Эллада; № 2 – F2 Студент/Патриот//Эллада; № 3 – F2 Валентин/ДН-25//МАГ/Корнет; № 4 – F2 МАГ/АД1// Саратовская 8, оз. мягкая пшеница; № 5 – F2 МАГ/АД1//МАГ/Эллада; № 6 – F2 Устинья/ДН-30.

Таблица 2

Влияние состава питательных сред, генотипа и их взаимодействия на основные параметры гаплопродукции тритикале

Источник изменчивости	Выход эмбрионных структур			Регенерация растений			Регенерация зеленых растений		
	Доля влияния, %	F _{факт} *	HCP ₀₅	Доля влияния, %	F _{факт} *	HCP ₀₅	Доля влияния, %	F _{факт} *	HCP ₀₅
Генотип	75,0	42,3*	2,9	45,5	158,5*	1,2	17,5	3,9*	6,4
Питательная среда	3,2	106,8*	1,6	—	—	—	7,7	12,1*	6,4
Взаимодействие генотип x питательная среда	20,1	113,5*	4,2	51,7	183,6*	1,6	69,8	22,3*	12,8
Прочие факторы	2,7			2,8			5		

Для выявления роли минерального состава питательных сред N-6 и C-17, используемых в большинстве лабораторий для культивирования пыльников тритикале, был использован двухфакторный дисперсионный анализ, который позволил выявить вклад генотипа, питательной среды и их взаимодействия на основные параметры гаплопродукции тритикале.

Формирование эмбрионных структур обусловлено в основном влиянием генотипа (75%). Доля влияния состава питательной среды была незначительной (3,2%), взаимодействие факторов составило 20,1%.

На показатель «регенерация растений» наибольшее влияние оказали генотип (45,5%) и взаимодействие генотип x питательная среда (51,7%). Этот факт свидетельствует о том, что генотипы реагируют различно на состав питательной среды. Вклад питательной среды был статистически недостоверным. Для показателя «регенерация зеленых растений» наибольшей была доля влияния взаимодействия факторов (69,8%). Вклад генотипа и питательной среды был менее значимым, но статистически достоверным (табл. 2).

Использование метода культуры пыльников позволило за короткий срок создать гомозиготные линии и сформировать на их основе исходный материал для селекции тритикале в засушливых условиях Поволжья. Широкий спектр изменчивости селективируемых признаков отражает многочисленные типы рекомбинаций в микроспорах и дает возможность проведения отборов для ускоренного создания сортов с необходимыми свойствами. На различных этапах селекции изучаются ДН-линии, обладающие комплексом селекционно ценных

признаков. В то же время необходимо отметить, что генотипическая зависимость всех этапов получения гаплоидных растений и высокий процент альбинизма все еще ограничивают возможность широкого использования этой гаплоидной биотехнологии в селекции.

Выводы

1. Выявлена генотипическая зависимость основных этапов получения гаплоидных растений тритикале. Выход эмбрионных структур составил 9,0 до 145,4% от числа культивируемых пыльников, успешность регенерации – 1,9–18,4%, Главными лимитирующими факторами при получении гомозиготных линий тритикале является низкая частота регенерации растений и высокий процент альбинизма среди регенерантов.

2. Применение двухфакторного дисперсионного анализа позволило выявить долю влияния генотипа, питательной среды и их взаимодействия на основные параметры гаплопродукции тритикале. Формирование эмбрионных структур обусловлено в основном влиянием генотипа (75%). Доля влияния состава питательной среды была незначительной (3,2%), взаимодействие факторов составило 20,1%. На показатель «регенерация растений» наибольшее влияние оказали генотип (45,5%) и взаимодействие генотип x питательная среда (51,7%). Вклад питательной среды был статистически недостоверным. Для показателя «регенерация зеленых растений» наибольший процент фенотипической изменчивости обусловлен взаимодействием факторов (69,8%). Вклад генотипа и питательной среды был менее значимым, но статистически достоверным.

3. Использование метода гаплоидии позволило за короткий срок создать гомозиготные линии тритикале в качестве исходного материала для селекции тритикале в засушливых условиях Поволжского региона.

Список литературы

1. Грабовец А.И. Селекция тритикале при усилении засухоустойчивости / А.И. Грабовец // Тритикале. Генетика, селекция и семеноводство: сб. тр. междунар. науч.-практ. конф. – Ростов н/Д., 2016. – С. 28–41.
2. Food and agriculture organization of the United Nations [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://faostat.fao.org> (дата обращения: 20.09.2017).
3. Игнатова С.А. Клеточные биотехнологии в растениеводстве, генетике и селекции: задачи, возможности, разработки систем in vitro / С.А. Игнатова. – Одесса: Астропринт, 2011. – 224 с.
4. Gametic Cells and Molecular Breeding for Crop Improvement [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.scri.ac.uk/assoc/COST851/> (дата обращения: 20.09.2017).
5. Ferrie A.M.R., Caswell K.L. Isolated microspore culture techniques and recent progress for haploid and doubled haploid plant production // Plant Cell Tissue Organ Cult. – 2011. – Vol. 114. – P. 301–309.
6. Pratap A., Sethi G.S., Chaudhary H.K. Relative efficiency of anther culture and chromosome elimination techniques for haploid induction in triticales x wheat and triticales x triticales hybrids // Euphytica. – 2006. – Vol. 150. – P. 339–345.
7. Chaudhary H.K., Sethi H.K., Singh S. Efficient haploid production in wheat by using pollen of Imperata cylindrica // Plant Breed. – 2005. – Vol. 124. – P. 96–98.
8. Wurschum T., Tucker M.R., Maurer H.P. Stress treatments influence efficiency of microspore embryogenesis and green plant regeneration in hexaploid triticales (x Triticosecale Wittmack L.) // In vitro Cell Biol. – 2014. – V. 50. – P. 143–148.
9. Charmet G., Bernard S. Diallel analysis of androgenetic plant production in hehaploid Triticales (x tritico-secale, Wittmack) // Theor. Appl. Genet. – 1984. – Vol. 69. – P. 55–61.
10. Sanchez-Diaz R.A., Castillo A.M., Valles M.P. Microspore embryogenesis in wheat: new marker genes for early, middle and late stages of embryo development // Plant Reprod. – 2013. – Vol. 26. – P. 287–296.
11. Krzewska M., Czyczyło-Mysza I., Dubas E., Gole G., Golemic E., Stojalowski S., Chrupek M. Quantitative trait loci associated with androgenic responsiveness in triticales (Triticosecale Wittm.) anther culture // Plant Cell Rep. 2012.
12. Echavarri B., Cistue L. Enhancement in androgenesis efficiency in barley (Hordeum vulgare L.) and bread wheat

(Triticum aestivum L.) by the addition of dimethyl sulfoxide to the mannitol pretreatment medium // Plant Cell Tiss. Organ Cult. – 2016. – Vol. 125. – P. 11–22.

References

1. Grabovec A.I. Selekcija tritikale pri usilenii zasuh: metody i rezultaty / A.I. Grabovec // Tritikale. Genetika, selekcija i semenovodstvo: sb. tr. mezhduнар. nauch.-prakt. konf. Rostov n/D., 2016. pp. 28–41.
2. Food and agriculture organization of the United Nations [jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://faostat.fao.org> (data obrashhenija: 20.09.2017).
3. Ignatova S.A. Kletochnye biotehnologii v rastenievodstve, genetike i selekcii: zadachi, vozmozhnosti, razrabotki sistem in vitro / S.A. Ignatova. Odessa: Astroprint, 2011. 224 p.
4. Gametic Cells and Molecular Breeding for Crop Improvement [jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.scri.ac.uk/assoc/COST851/> (data obrashhenija: 20.09.2017).
5. Ferrie A.M.R., Caswell K.L. Isolated microspore culture techniques and recent progress for haploid and doubled haploid plant production // Plant Cell Tissue Organ Cult. 2011. Vol. 114. pp. 301–309.
6. Pratap A., Sethi G.S., Chaudhary H.K. Relative efficiency of anther culture and chromosome elimination techniques for haploid induction in triticales x wheat and triticales x triticales hybrids // Euphytica. 2006. Vol. 150. pp. 339–345.
7. Chaudhary H.K., Sethi H.K., Singh S. Efficient haploid production in wheat by using pollen of Imperata cylindrica // Plant Vreed. 2005. Vol. 124. pp. 96–98.
8. Wurschum T., Tucker M.R., Maurer H.P. Stress treatments influence efficiency of microspore embryogenesis and green plant regeneration in hexaploid triticales (x Triticosecale Wittmack L.) // In vitro Cell Biol. 2014. V. 50. pp. 143–148.
9. Charmet G., Bernard S. Diallel analysis of androgenetic plant production in hehaploid Triticales (x tritico-secale, Wittmack) // Theor. Appl. Genet. 1984. Vol. 69. pp. 55–61.
10. Sanchez-Diaz R.A., Castillo A.M., Valles M.P. Microspore embryogenesis in wheat: new marker genes for early, middle and late stages of embryo development // Plant Reprod. 2013. Vol. 26. pp. 287–296.
11. Krzewska M., Czyczyło-Mysza I., Dubas E., Gole G., Golemic E., Stojalowski S., Chrupek M. Quantitative trait loci associated with androgenic responsiveness in triticales (Triticosecale Wittm.) anther culture // Plant Cell Rep. 2012.
12. Echavarri B., Cistue L. Enhancement in androgenesis efficiency in barley (Hordeum vulgare L.) and bread wheat (Triticum aestivum L.) by the addition of dimethyl sulfoxide to the mannitol pretreatment medium // Plant Cell Tiss. Organ Cult. 2016. Vol. 125. pp. 11–22.

УДК 633(470.4)

**ВИГНА – ЦЕННАЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ КУЛЬТУРА
ДЛЯ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ****Жужукин В.И., Багдалова А.З.***Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы,
Саратов, e-mail: bagdalova2804@mail.ru*

В Поволжье поисковые научно-исследовательские работы по вигне проводились в ограниченном объеме в начале 21 века. Причем чаще всего изучались вопросы технологии выращивания вигны на кормовые цели. В условиях Нижнего Поволжья актуальны разработки по расширению ассортимента и стабильному производству продуктов питания и полноценных кормов. В статье представлены результаты изучения изменчивости биохимических показателей семян, зеленых бобов и зеленых замороженных бобов (через 90 суток) сортообразцов вигны (*Vigna unguiculata* ssp. *sesquipedalis* (L.) Verdc. и *Vigna unguiculata* ssp. *cylindrica*), интродуцированных для использования их в селекции. У сортообразцов *V. ung. ssp. sesquipedalis* обнаружено в семенах высокое содержание протеина: к-636, к-653, к-1036, к-1093, к-1124, к-1713; безазотистых экстрактивных веществ: к-971, к-1090, к-1124; в свежих зеленых бобах протеина – к-636, к-1093, к-1713; БЭВ – к-638, к-873, к-971; низкое – клетчатки – к-638, к-971. Выявлены сортообразцы *V. ung. ssp. cylindrica*, семена которых отличаются высоким содержанием протеина: к-492, к-1559, к-1660; безазотистых экстрактивных веществ – к-1680. Сильное варьирование содержания глобулинов и труднодоступных фракций белка установлено в семенах *V. ung. ssp. cylindrica* и *V. ung. ssp. sesquipedalis*, а среднее и слабое варьирование характерно для альбуминов. Содержание легкодоступных фракций белка в семенах *V. ung. ssp. cylindrica* более 23% обнаружено у сортообразца к-1660; в семенах *V. ung. ssp. sesquipedalis* ($\geq 20\%$) – к-636. Большое значение имеет для оценки исходного материала и формирования селекционной программы выбор рациональной стратегии индивидуального отбора из исходных популяций.

Ключевые слова: вигна, протеин, жир, зола, клетчатка, БЭВ, биохимия

VIGNA – A VALUABLE FOOD CROP FOR THE LOWER VOLGA REGION**Zhuzhukin V.I., Bagdalova A.Z.***Russian scientific research and design Institute of sorghum and maize, Saratov,
e-mail: bagdalova2804@mail.ru*

In the Volga region, the scientific research on *Vigna* was conducted in a limited amount in the early 21st century. Moreover, the most frequently studied issues were on *Vigna* growing technology for fodder purposes. In the conditions of the Lower Volga region, the development of assortment expansion and stable production of food products and high-grade fodders is relevant. The results of the study of the variability of biochemical indicators of seeds, green beans and green frozen beans (90 days later) of *Vigna unguiculata* ssp. *sesquipedalis* (L.) Verdc and *Vigna unguiculata* ssp. *cylindrica* (L.) Verdc introduced for use in breeding. In seeds of varieties *V. ung. ssp. sesquipedalis* high protein content is found: k-636, k-653, k-1036, k-1093, k-1124, k-1713; nitrogen-free extractive substances: k-971, k-1090, k-1124; protein in fresh green beans - k-636, k-1093, k-1713; BEV-to-638, to-873, to-971; low fiber content – k-638, k-971. Specimen variety of *V. ung. ssp. cylindrica*, were identified which seeds were characterized by high protein content: k-492, k-1559, k-1660; nitrogen-free extractive substances - k-1680. A strong variation in the content of globulins and hard-to-reach protein fractions were established in the seeds of *V. ung. ssp. cylindrica* and *V. ung. ssp. sesquipedalis*, and mean and weak variation was characteristic of albumins. The content of available protein fractions in seeds of *V. ung. ssp.*, more than 23%, was found in variety sample k-1660; in seeds of *V. ung. ssp. sesquipedalis* ($\geq 20\%$) – in k-636. The choice of rational strategy of individual selection from the original populations is of great importance for assessing the original material and formation of breeding programs.

Keywords: vigna, protein, fat, ash, fiber, nitrogen-free extractive substance, biochemistry.

В условиях Нижнего Поволжья актуальны разработки по расширению ассортимента и стабильному производству продуктов питания и полноценных кормов [1, 2]. В Поволжье из зернобобовых культур возделывают горох, сою, нут, чечевицу, фасоль. До последнего времени вигну выращивали в ограниченных объемах и чаще всего исследования проводились в виде поисковых научно-исследовательских работ [3]. Вигна – однолетнее растение с прямостоячим стеблем, отличается высокой жаростойкостью и засухоустойчивостью, относительно высокой урожайностью семян и надземной

биомассы [4, 5]. Сорты вигны пригодны для производства импортозамещающей продукции, высококачественной крупы вместо фасоли, также в перспективе создание овощеконсервных перерабатывающих предприятий в Саратовской области, возможно формирование сырьевой базы для промышленного производства [6]. Расширение сортового ассортимента в растениеводстве с использованием интродукции и адаптивной селекции *V. ung. ssp. cylindrica* и *V. ung. ssp. sesquipedalis* позволит диверсифицировать производство продуктов питания и кормов.

Материалы и методы исследования

В 2010–2012 гг. на опытном поле ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» сортообразцы вигны коллекции ВИР высевали кассетной сеялкой СКС-6-10. Площадь деланки 15,4 м², ширина междурядий 70 см, длина 5,5 м. Повторность – четырехкратная. Глубина заделки семян – 6 см. Предпосевная подготовка почвы проводилась на глубину 6–8 см с применением культиватора КПС-4. Почвенный гербицид «гезагард» (2,5 кг/га) вносили опрыскивателем ОНШ-600. Расход рабочей жидкости 250 л/га. На третий день после посева проводили боронование (БЗСС-1,0).

Биохимический состав семян и зеленых бобов определяли в лаборатории биохимии, биоконверсии и новых технологий» ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». Фракционный состав азотистых веществ устанавливали последовательной экстракцией их из измельченных семян вигны дистиллированной Н₂О, 10%-ным раствором NaCl, 70 °С С₂Н₅ОН и 0,2%-ным раствором NaOH. При статистической обработке результатов исследований использовали программу Agros, версия 2.09. Замораживание зеленых бобов проводили в контейнерах при $t = -4^{\circ}\text{C}$.

Результаты исследования и их обсуждение

У сортообразцов подвида *V. ung. ssp. sesquipedalis* межфазный период «всходы – цветение» варьировал в интервале 45,8...50,6 суток (табл. 1). Наибольшей скороспелостью отличаются следующие сортообразцы: к-1093, к-1124, к-653, к-1036. Период «всходы – полная спелость» составляет 76...85 суток, то есть в целом образцы характеризуются как среднеранние. У подвида *V. ung. ssp. cylindrica* межфазный период «всходы – цветение» варьировал от 40 до 50 суток [7]. Причем продолжительность межфазного периода «всходы – цветение» у раннеспелых сортообразцов составила 40,0...44,0 суток (к-1366, к-1377); среднераннеспелых 45...48 суток (к-1383, к-1660, к-1680); среднеспелых 48...50 суток (к-1684, к-1333, к-492).

Длина стеблей у растений *V. ung. ssp. sesquipedalis* варьировала от 92,4 до 103,2 см ($V = 18,6\%$). Растения стелющегося типа, поэтому высота травостоя составляет 27,0...45,0 см. В опыте у сортообразцов *V. ung. ssp. cylindrica* наблюдали следующие формы кустов: кустовая сжатая (к-492, к-1333, к-1383, к-1559), кустовая полусжатая (к-1361, к-1415), полукустовая (к-1660, к-1680).

Пригодность к механизированной уборке определяется высотой прикрепления нижнего боба. Высота прикрепления нижнего боба овощной вигны варьировала от 19,3 до 29,4 см ($V = 16,5\%$), но так как тип куста стелющийся, раскидистый, при механизированной уборке возникают некоторые потери урожая. У сортообразцов *V. ung. ssp. cylindrica* высота прикрепления нижнего боба варьировала в интервале 16,7...44,0 см ($V = 34,0\%$).

Важным элементом структуры урожая *V. ung. ssp. sesquipedalis* является число бобов на одном растении. Число бобов варьировало в интервале 4,8...17,8 шт. ($V = 29,3\%$). Наибольшее количество бобов на одном растении сформировали сортообразцы: к-873, к-971, к-1036. Малое количество бобов отмечено у сортообразцов: к-638, к-1090, к-1093. В среднем число бобов на одном растении *V. ung. ssp. cylindrica* варьировало от 9,7 до 37,7 шт. ($V = 37,7\%$). Наибольшее количество бобов на одном растении сформировали следующие сортообразцы: к-492, к-1333; низкое – к-1361, к-1383.

Длина боба у сортообразцов овощной вигны изменялась в диапазоне от 30,8 до 66,4 см ($V = 34,5\%$). Представляют практический интерес для использования в производстве сортообразцы, формирующие длинные бобы: к-1124, к-1093, к-1713, к-1036. У сортообразцов *V. ung. ssp. cylindrica* средняя длина боба варьировала в диапазоне от 11,3 до 17,3 см ($V = 13,7\%$). Наиболее длинные бобы наблюдались у следующих сортообразцов: к-1366, к-1680, к-1684. Короткие бобы формировал образец к-492.

Варьирование массы 1000 семян у сортообразцов *V. ung. ssp. sesquipedalis* отмечали в диапазоне от 79,4 до 136,1 г ($V = 17,0\%$). Наибольшей массой 1000 семян (> 100 г) отличались сортообразцы: к-636, к-653, к-1090, к-1124, к-1713. В опыте выявлены мелкосемянные образцы: к-638, к-971, к-1093. У сортообразцов *V. ung. ssp. cylindrica* средняя масса 1000 семян варьировала от 74,1 до 252,4 г ($V = 35,6\%$). Сортообразец к-1361 по массе семян следует отнести к среднесеменной группе (252,4 г). Также можно отметить образцы, у которых масса 1000 семян более 100 г (к-1333, к-1366, к-1383, к-1680, к-1684), представляющие определенный интерес в селекции. Мелкосемянностью отличались сортообразцы: к-492, к-1415, к-1660. Среди изучаемых образцов зерновой вигны крупносемянных не выявлено, большинство относят к группе мелкосемянных (менее 200 г).

Таблица 1

Характеристика сортообразцов вигны, среднее за 2010–2012 гг.

Номер по каталогу ВИР	Происхождение	Межфазный период всходы-цветение, суток	Высота растений, см	Высота прикрепления нижнего соцветия, см	Число бобов на одном растении, шт.	Длина боба, см	Масса 1000 семян, г	Урожайность, кг/га
овощная вигна								
к-636	Китай	50,6	93,8	20,8	9,5	32,4	120,1	549,1
к-638	Китай	47,8	101,4	21,8	7,1	31,3	84,9	562,9
к-653	Китай	46,7	102,0	19,3	11,0	36,0	102,8	517,1
к-873	Китай	47,0	98,0	27,3	15,0	42,3	91,7	341,7
к-971	Индия	47,9	92,4	21,9	17,8	30,8	79,4	448,0
к-1036	Япония	46,8	103,2	25,4	13,7	50,4	94,7	217,6
к-1090	Казахстан	48,8	99,9	20,8	4,8	36,7	136,1	376,7
к-1093	Киргизия	45,8	95,9	23,7	8,4	56,3	89,4	402,8
к-1124	Германия	45,9	97,4	29,4	11,3	66,4	101,3	87,1
к-1713	Россия	47,7	100,9	27,8	9,4	51,8	120,5	253,4
F _{факт}			35,2	6,4	12,7	108,4	6,4	3,6
НСР _{0,05}			8,6	4,7	2,7	3,7	20,5	223,1
зерновая вигна								
к-492	Египет	50,0	53,3	38,3	37,7	11,3	79,3	787,7
к-1333	Мадагаскар	49,7	64,7	44,0	28,7	12,7	108,6	577,7
к-1361	США	43,3	33,7	16,7	12,0	15,0	252,4	318,0
к-1366	Нигерия	40,0	36,3	17,7	15,7	17,3	134,1	740,7
к-1383	В. Вольга	47,0	34,0	21,0	9,7	15,7	130,9	445,3
к-1415	Филиппины	50,0	37,3	17,3	16,0	15,7	79,0	514,7
к-1559	Вьетнам	46,0	39,0	25,7	12,7	14,3	83,2	553,0
к-1660	Франция	46,7	32,3	16,7	24,0	14,3	74,1	569,3
к-1680	Кения	47,7	50,3	22,7	17,0	17,3	111,9	628,3
к-1684	Ирак	48,0	50,0	26,7	15,3	17,3	127,4	756,7
F _{факт}			4,3	6,0	6,7	6,2	26,2	1,9
НСР _{0,05}			13,2	8,7	7,7	2,3	21,2	320,4

Урожайность семян *V. ung. ssp. sesquipedalis* изменялась в диапазоне от 87,1 до 562,9 кг/га ($V = 35,2\%$). В опыте выявлены образцы китайского и японского происхождения с высокой урожайностью (к-636, к-638, к-653), а также выделены низкоурожайные образцы – к-1036, к-1124, к-1713. Урожайность семян сортообразцов подвида *V. ung. ssp. cylindrica* изменялась в интервале от 318,0 до 787,7 кг/га ($V = 29,9\%$). За 2010–2014 гг. относительно высокий урожай показали образцы к-492, к-1366, к-1684. Одним из технологических приемов повышения урожайности семян *V. ung. ssp. cylindrica* является снижение потерь от растрескивания бобов при созревании.

В фазу полной спелости средние значения содержания протеина в семенах у *V. ung. ssp. sesquipedalis* варьировали в интервале от 23,8 до 25,8% ($V = 5,7\%$). Высокое содержание ($> 25\%$) выявлено у сортообразцов:

к-636, к-653, к-1036, к-1093, к-1124, к-1713; низкое (менее 24%) – к-971 (табл. 2).

Среднее содержание протеина в семенах зерновой вигны варьировало в интервале от 22,4 до 26,5% ($V = 8,5\%$). Высокое содержание протеина в семенах ($> 25\%$) отмечалось у сортообразцов: к-492, к-1559, к-1660; низкое содержание – к-1366, к-1680.

Содержание жира у сортообразцов овощной вигны изменялось в интервале 1,3...1,8%, ($V = 13,2\%$): относительно высокое содержание – к-636, к-653, к-873, к-971, к-1036, к-1713. Среднее значение содержания жира у сортообразцов зерновой вигны по годам изменялось в диапазоне от 0,8 до 1,4% ($V = 20,3\%$).

Содержание золы у овощной вигны в семенах варьировало в диапазоне от 3,9 до 4,6% ($V = 17,9\%$). Среднее содержание золы у зерновой вигны в семенах варьировало от 3,6 до 4,5% ($V = 5,9\%$). Высокое содержание золы ($> 4,3\%$) наблюдалось у сле-

дующих образцов: к-1361, к-1366, к-1383, к-1684.

Содержание клетчатки у сортообразцов овощной вигны изменялось от 6,0 до 7,7%, ($V = 16,8\%$): высокое – к-1093, к-873. Среднее содержание клетчатки зерновой вигны по годам варьировало в диапазоне от 4,6 до 6,9% ($V = 16,0\%$). Высокие показатели клетчатки наблюдались у следующих образцов: к-1415; низкие – к-1333, к-1361, к-1684.

Содержание БЭВ овощной вигны изменяется в интервале от 60,7 до 65,4% ($V = 2,2\%$). Высокое содержание БЭВ сформировали сортообразцы: к-971, к-1090, к-1124; низкое – к-638. В 2010–2012 гг. содержание БЭВ зерновой вигны отмечалось в диапазоне 61,6...67,1% ($V = 4,4\%$).

Содержание альбуминов в семенах у сортообразцов овощной вигны варьировало в интервале 13,1...18,1% ($V = 7,5\%$). Высокое содержание альбуминов (более 17,8%) отмечается у сортообразцов: к-1036, к-1124, к-1713. Содержание глобулинов изменялось в диапазоне 2,4...3,7% ($V = 11,0\%$). Высокое содержание глобулинов ($> 18,3\%$) формиро-

вали образцы: к-636. Содержание проламинов варьировало в интервале 0,19...0,74% ($V = 38,9\%$). Высокое содержание проламинов ($> 0,9\%$) сформировали образцы: к-636, к-653, низкое ($< 0,2\%$) – к-873, к-971, к-1713. Содержание глютелинов варьировало в интервале 3,80...6,56% ($V = 13,8\%$). Высокое содержание глютелинов ($> 6,4\%$) сформировали образцы: к-638, к-1093.

Содержание альбуминов у сортообразцов *V. ung. ssp. sesquipedalis* варьировало в интервале 13,1...18,1% ($V = 7,5\%$). Высокое содержание альбуминов отмечается у сортообразцов: к-1124, к-1036, к-1713. Содержание глобулинов изменялось в диапазоне 2,4...3,7% ($V = 11,0\%$). Высокое содержание глобулинов формировал образец к-636. Содержание проламинов варьировало в интервале 0,19...0,74% ($V = 38,9\%$). Высокое содержание проламинов сформировали образцы: к-636, к-653, низкое – к-873, к-971, к-1713. Содержание глютелинов варьировало в интервале 3,80...6,56% ($V = 13,8\%$). Высокое содержание глютелинов сформировали образцы: к-638, к-1093.

Таблица 2

Биохимический состав семян сортообразцов вигны, среднее за 2010–2012 гг., %

Номер по каталогу ВИР	Происхождение	Протеин	Жир	Зола	Клетчатка	БЭВ
овощная вигна						
к-636	Китай	25,8	1,7	4,0	6,0	61,6
к-638	Китай	24,7	1,4	3,9	6,0	60,7
к-653	Китай	25,2	1,6	4,6	6,9	61,2
к-873	Китай	24,3	1,6	4,0	7,2	61,7
к-971	Индия	23,8	1,6	4,1	6,7	65,4
к-1036	Япония	25,1	1,7	4,4	6,2	62,8
к-1090	Казахстан	24,2	1,4	4,5	6,4	63,8
к-1093	Киргизия	25,6	1,3	4,4	7,7	62,6
к-1124	Германия	25,4	1,3	4,5	6,8	63,5
к-1713	Россия	25,3	1,8	3,9	6,8	61,0
$F_{\text{факт}}$		2,3	1,5	15,2	9,5	0,9
НСР _{0,05}		2,5	NS	0,6	1,0	NS
зерновая вигна						
к-492	Египет	25,9	1,1	3,9	5,0	64,1
к-1333	Мадагаскар	24,9	1,2	3,6	4,6	65,8
к-1361	США	24,7	1,1	4,4	4,9	61,6
к-1366	Нигерия	22,4	1,4	4,5	6,1	65,6
к-1383	В.Вольта	24,1	0,8	4,3	5,2	65,6
к-1415	Филиппины	24,7	1,4	4,2	6,9	63,9
к-1559	Вьетнам	25,5	0,9	4,3	6,2	63,1
к-1660	Франция	26,5	1,2	3,7	5,9	63,6
к-1680	Кения	22,7	1,3	3,9	5,0	67,1
к-1684	Ирак	23,4	1,4	4,3	4,7	63,6
$F_{\text{факт}}$		5,7	1,4	3,5	1,7	3,0
НСР _{0,05}		2,5	NS	0,4	NS	4,6

Таблица 3

Биохимический состав бобов сортообразцов вигны, среднее за 2010–2012 гг., %

Номер по каталогу ВИР	Происхождение	Протеин	Жир	Зола	Клетчатка	БЭВ
зеленые бобы						
к-636	Китай	22,8	2,6	5,5	17,5	51,6
к-638	Китай	20,3	2,2	6,0	11,8	59,7
к-653	Китай	21,4	3,5	5,6	17,4	52,1
к-873	Китай	17,7	2,9	5,9	15,5	57,9
к-971	Индия	19,9	2,5	6,5	13,1	57,9
к-1036	Япония	19,5	3,5	6,8	18,3	51,9
к-1090	Казахстан	20,3	2,1	6,2	16,0	55,3
к-1093	Киргизия	22,9	2,2	6,4	17,2	51,3
к-1124	Германия	20,5	3,6	6,1	20,3	49,6
к-1713	Россия	23,1	2,7	6,3	18,1	49,9
$F_{\text{факт}}$		2,6	24,0	2,7	10,9	1,8
$HCP_{0,05}$		2,7	0,6	0,8	2,2	NS
зеленые замороженные бобы (через 90 суток)						
к-636	Китай	15,7	1,1	5,7	14,9	62,6
к-638	Китай	14,3	1,8	5,8	17,1	61,1
к-653	Китай	17,3	0,9	6,1	15,9	59,9
к-873	Китай	19,3	1,4	6,2	14,7	58,5
к-971	Индия	17,8	0,9	5,9	13,3	61,9
к-1036	Япония	16,5	1,7	5,9	15,6	60,3
к-1090	Казахстан	19,1	1,8	6,0	14,3	58,8
к-1093	Киргизия	18,9	2,3	5,9	16,4	56,8
к-1124	Германия	18,8	0,6	5,8	17,9	56,8
к-1713	Россия	21,1	1,0	5,9	14,3	57,6
$F_{\text{факт}}$		9,5	32,6	0,3	6,9	0,9
$HCP_{0,05}$		2,5	0,2	NS	2,0	NS

В 2010–2012 гг. содержание альбуминов у *V. ung. ssp. cylindrica* варьировало в интервале от 13,4 до 22,5% ($V = 14,2\%$). Высокое содержание ($> 19\%$) сформировал сортообразец к-1660; низкое – к-1680. Содержание глобулинов варьировало в интервале от 2,2 до 4,8% ($V = 17,7\%$), высокое – к-492, к-1559, к-1680; низкое – к-1366, к-1383. Содержание проламинов отличалось высокой изменчивостью ($V = 35,5\%$, интервал 0,19...0,75%). Высокое содержание выявлено у образцов: к-1366, к-1559; низкое – к-1383, к-1415, к-1684. Коэффициент вариации содержания глютелинов составил 29,1% (интервал 2,62...6,20%). Высоким содержанием глютелинов отличались следующие сортообразцы: к-1333, к-1559; низким – к-1660, к-1684.

У сортообразцов вигны коллекции ВИР отмечено значительное варьирование показателей качества зеленых бобов (табл. 3). Средняя степень варьирования ($10\% \leq V \leq 20\%$) характерна для изменчивости содержания жира, клетчатки, а слабая ($V < 10\%$) – для протеина, золы и БЭВ.

Самое высокое содержание протеина в зеленых бобах *V. ung. ssp. sesquipedalis* установлено у сортообразца к-1713. Низкое содержание клетчатки ($< 13\%$) обнаружено у сортообразцов к-638 и к-971. Содержание БЭВ более 57% установлено у следующих сортообразцов: к-638, к-873, к-971.

После замораживания содержание протеина в зеленых бобах уменьшилось на 1,8...3,4%, жира на 1,1...1,8%, а клетчатки увеличилось на 1,5%.

Анализ биохимического состава зеленых замороженных бобов у образцов *V. ung. ssp. sesquipedalis* позволил установить диапазон варьирования протеина (14,3...21,2%, $V = 4,8\%$), жира (0,6...1,8%, $V = 32,6\%$), клетчатки (13,32...17,96%, $V = 11,6\%$), золы (5,7...6,2%, $V = 2,6\%$), БЭВ (54,5...63,8%, $V = 4,3\%$). Высокое содержание протеина в замороженных бобах составило у сортообразцов: к-873, к-1713. Содержание альбуминов в свежих зеленых бобах варьировало в интервале 4,6...9,6% ($V = 25,5\%$), глобулинов –

0,9–2,1% ($V = 27,3\%$), проламинов – 0,1...1,3% ($V = 76,8\%$), глютенинов – 0,9–3,3% ($V = 42,6\%$). Наибольшее содержание легкодоступных (более 10,0%) белковых фракций (альбумины + глобулины) выявлено у сортообразца к-1090. Относительно высокое содержание легкодоступных белковых фракций у сортообразца к-653 сочетается со значительным содержанием труднодоступных (проламины + глютенины).

В качестве исходного материала для селекции *V. ung. ssp. sesquipedalis* выявлены и отобраны сортообразцы (к-636, к-638, к-653, к-873, к-971, к-1036, к-1093, к-1124, к-1713). Выделены перспективные сортообразцы *V. ung. ssp. cylindrica* (к-492, к-1333, к-1361, к-1366, к-1383, к-1680, к-1684). На основе разработанных моделей сортов зерновой и овощной вигны (*Vigna Savi*) созданы 3 сорта, которые включены в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в РФ.

Сорт Майя (патент № 6251, а.с. № 55591 от 16.12.2011 г.). Натурная масса – 807...832 г. Масса 1000 семян – 151...182 г. Урожай бобов в съемной спелости – 6,5...9,8 т/га. Растрескивание оболочки семян – 5 баллов. Бобы не грубые. Биохимический состав семян: протеин – 25,4...26,7%, жир – 1,51...1,70%, зола – 4,2...5,0%, клетчатка – 4,0...5,4%, БЭВ – 62,7...63,0%.

Сорт Алия (патент № 7145, а.с. № 60406 от 02.12.2013 г.). Натурная масса – 802...823 г. Масса 1000 семян – 143,8...194,0 г. Урожай бобов в съемной спелости – 6,8...10,1 т/га. Растрескивание оболочки зерна – 5 баллов. Бобы не грубые. Биохимический состав семян: протеин – 19,86...21,05%, жир – 2,0...2,2%, зола – 6,09...6,27%, клетчатка – 15,91...16,17%, БЭВ – 54,62...56,06%.

Сорт Олеся (патент № 7146, а.с. № 60457 от 02.12.2013 г.). Натурная масса – 797...821 г. Масса 1000 семян – 94,2...98,8 г. Биохимический состав семян: протеин – 23,8...24,6%, жир – 0,94...1,30%, зола – 3,28...3,83%, клетчатка – 3,79...5,09%, БЭВ – 64,26...67,00%.

ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» сотрудничает с сельхозтоваропроизводителями по

семеноводству вигны в соответствии с действующим законодательством РФ.

Список литературы

1. Шевцова Л.П. Зернобобовые культуры / Л.П. Шевцова, Н.А. Шьюрова, А.И. Марухненко // Учебно-практическое руководство по выращиванию зернобобовых культур. – Саратов: ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова», 2012. – 240 с.
2. Глушков В.В. Сохранение почв и стабилизация их плодородия в современных условиях / В.В. Глушков // Информационный бюллетень. – 2009. – № 2. – С. 14–19.
3. Жужукин В.И. Интродукция зерновой вигны (*Vigna unguiculata* subsp. *cylindrical* (L.) Verdc.) / В.И. Жужукин, А.З. Багдалова // Научно-теоретический журнал «Российская сельскохозяйственная наука». – 2016. – № 4. – С. 25–27.
4. Коледа К.В. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур: рекомендации / К.В. Коледа, А.А. Дудука, Д.А. Брукиш и др.; под общ. ред. К.В. Коледы, А.А. Дудука. – Гродно: ГГАУ, 2010. – 340 с.
5. Вишнякова М.А. Методические указания. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение / М.А. Вишнякова, Т.А. Буравцева, С.В. Булынец, М.О. Бурляева и др. – СПб., 2010. – 141 с.
6. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы) теория и практика. Т. 1. – М.: Агропрес, 2008. – 814 с.
7. Багдалова А.З. Эколого-морфобиологическая, селекционная изменчивость исходного материала сортообразцов вигны (*Vigna Savi*) при интродукции в условиях Нижнего Поволжья: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – 2015. – 23 с.

References

1. Shevcova L.P. Zernobobovye kultury / L.P. Shevcova, N.A. Shjurova, A.I. Maruhnenko // Uchebno-prakticheskoe rukovodstvo po vyrashhivaniyu zernobobovykh kultur. Saratov: FGBOU VPO «Saratovskij GAU im. N.I. Vavilova», 2012. 240 p.
2. Glushkov V.V. Sohranenie pochv i stabilizacija ih plodorodija v sovremennyh uslovijah / V.V. Glushkov // Informacionnyj bjulleten. 2009. no. 2. pp. 14–19.
3. Zhuzhukin V.I. Introdukcija zernovoj vigny (*Vigna unguiculata* subsp. *cylindrical* (L.) Verdc.) / V.I. Zhuzhukin, A.Z. Bagdalova // Nauchno-teoreticheskij zhurnal «Rossijskaja selskohozjajstvennaja nauka». 2016. no. 4. pp. 25–27.
4. Koleda K.V. Sovremennye tehnologii vozdeljvanija selskohozjajstvennykh kultur: rekomendacii / K.V. Koleda, A.A. Duduka, D.A. Brukish i dr.; pod obshh. red. K.V. Koledy, A.A. Duduka. Grodno: GGAU, 2010. 340 p.
5. Vishnjakova M.A. Metodicheskie ukazaniya. Kollekcija mirovykh geneticheskikh resursov zernovykh bobovykh VIR: popolnenie, sohranenie i izuchenie / M.A. Vishnjakova, T.A. Buravceva, S.V. Bulynceva, M.O. Burljaeva i dr. SPb., 2010. 141 p.
6. Zhuchenko A.A. Adaptivnoe rastenievodstvo (jekologo-geneticheskie osnovy) teorija i praktika. T. 1. M.: Agrorost, 2008. 814 p.
7. Bagdalova A.Z. Jekologo-morfobiologicheskaja, selekcionnaja izmenchivost ishodnogo materiala sortoobrazcov vigny (*Vigna Savi*) pri introdukcii v uslovijah Nizhnego Povolzhja: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. 2015. 23 p.

УДК 633.63:664.121

ПУТИ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КАЧЕСТВА САХАРНОЙ СВЕКЛЫ, ПОРАЖЕННОЙ СОСУДИСТЫМ БАКТЕРИОЗОМ

¹Кульнева Н.Г., ²Путилина Л.Н., ²Лазутина Н.А., ¹Свешников И.Ю.¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», Воронеж,
e-mail: ngkulneva@yandex.ru;²ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свёклы и сахара
имени А.Л. Мазлумова», п. ВНИИСС, Воронежская область, e-mail: lputilina@bk.ru

Сосудистый бактериоз – заболевание сахарной свёклы в период вегетации, приводящее к загниванию корнеплодов в поле. В процессе хранения в таких корнеплодах происходит скоротечное развитие бактериальной гнили. Проведены исследования динамики технологических показателей сахарной свёклы, пораженной сосудистым бактериозом, в процессе хранения. Анализ проводили при закладке свёклы на хранение, затем через каждые 7 дней хранения при оптимальных условиях: температура 2–4 °С, относительная влажность воздуха 88–92 %. В процессе хранения визуально отмечалось интенсивное развитие микрофлоры у пораженных корнеплодов. По результатам лабораторных исследований установлено, что в пораженной сосудистым бактериозом сахарной свёкле в процессе хранения накопление нес сахаров происходит быстрее, чем в здоровой свёкле. Особенно интенсивно увеличивается содержание нитратов, минеральных и азотистых соединений. Такая свёкла непригодна для хранения и должна направляться в переработку как некондиционная. Для борьбы с болезнями корневой системы растений необходимы действенные агротехнические приемы, среди которых предпочтительнее биологические средства защиты. В 2016 году во ВНИИСС проведены исследования по определению эффективности препарата Биокмползит-коррект на посевах сахарной свёклы против сосудистого бактериоза. Обработка почвы биопрепаратом в норме 2 дм³/га способствовала снижению пораженности корнеплодов почвообитающими фитопатогенами. В опытном варианте она составила 2,3–5,3 %, в контрольном варианте – 13,8 %. Биокмползит-коррект способствует повышению сахаристости на 0,81 абс. % в сравнении с контролем, прогнозируемого выхода сахара – на 0,69–1,22 абс. %, извлекаемости сахара из свёклы – на 2–3 %. Таким образом, препарат Биокмползит-коррект эффективен для опрыскивания почвы перед посевом при расходе 2 дм³/га, снижая развитие сосудистого бактериоза и повышая технологическое качество сахарной свёклы.

Ключевые слова: сахарная свёкла, сосудистый бактериоз, технологическое качество, Биокмползит-коррект

WAYS OF TECHNOLOGICAL QUALITY FORMATION IN SUGAR BEET AFFECTED BY VASCULAR BACTERIOSIS

¹Kulneva N.G., ²Putilina L.N., ²Lazutina N.A., ¹Sveshnikov I.Yu.¹Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, e-mail: ngkulneva@yandex.ru;²Federal State Budgetary Scientific Institution «The A.L. Mazlumov

All-Russian Research Institute of Sugar Beet and Sugar», VNISS, Voronezh region, e-mail: lputilina@bk.ru

Vascular bacteriosis is a vegetation period disease of sugar beet resulting in beet root rotting in the field. Rapid development of bacterial rot occurs during storage in such beet roots. The study of the technological indicators' dynamics of sugar beet, affected by vascular bacteriosis, during storage has been studied. The analysis of beet was made just before storage and then after each 7 days of storage under optimal conditions: temperature of 2–4 °C, and relative air moisture of 88–92 %. During storage process intensive development of microflora in the affected beet roots was observed. According to the results of laboratory studies, it has been determined that during storage, nonsugars are accumulated quicker in sugar beet affected by vascular bacteriosis than in healthy beet. Content of nitrates and mineral and nitrogenous compounds increases especially intensively. Such beet is unfit for storage and should be processed as sub-standard one. To control diseases of plant root system, effective agrotechnical techniques are necessary among which biological means of protection are more preferable. In 2016, the studies for determining efficiency of biologic Biokompozit-correct against vascular bacteriosis in sugar beet field was conducted by the A.L. Mazlumov All-Russian Research Institute of Sugar Beet and Sugar. Soil cultivation with biologic in rate of 2 dm³/hectare promoted decrease in affection of beet roots by soil-dwelling phytopathogens. It was 2.3–5.3 % in the experiment and 13.8 % in the control variant. Biokompozit-correct increases sugar content by 0.81 absolute %, forecasted sugar yield by 0.69–1.22 absolute %, and extractability of sugar from beet by 2–3 %, as compared with the control. Thus, the biologic Biokompozit-correct is effective for spraying soil before sowing with consumption rate of 2 dm³/hectare as it reduces development of vascular bacteriosis and improves sugar beet technological quality.

Keywords: sugar beet, vascular bacteriosis, technological quality, Biokompozit-correct

Сосудистый бактериоз или бактериальная увядание – вредоносная болезнь сахарной свёклы в период вегетации, приводящая к потере части урожая вследствие ослабления тургора и загнивания корнеплодов в поле. Инфицированные корнеплоды с ме-

нее выраженными симптомами после уборки быстро загнивают. Во время хранения в полевых буртах в тканях таких корнеплодов происходит интенсивное размножение аэробных бактерий и скоротечное развитие бактериальной гнили, начинающейся

с хвостовой части. Возбудители – комплекс бактерий, обитающих в почве на растительных остатках и в ризосфере растений, но способных паразитировать в сосудистой системе корнеплода при ухудшении условий существования (засуха, быстрое иссушение почвы после ливневых осадков) [1].

Цель данного исследования – обеспечение высоких технологических показателей сахарной свеклы в процессе вегетации и хранения путем использования бактерицидных препаратов широкого спектра действия.

Материалы и методы исследования

Изучению подвергалась сахарная свёкла, пораженная сосудистым бактериозом. На хранение было заложено 2 партии свёклы: первая – здоровые корнеплоды, вторая – корнеплоды, пораженные сосудистым бактериозом. Анализ проводили при закладке свёклы на хранение, затем через каждые 7 дней хранения при оптимальных условиях – температура 2–4 °С, относительная влажность воздуха 88–92%. Оценку качества корнеплодов осуществляли в соответствии с методиками, принятыми в сахарном производстве.

Результаты исследования и их обсуждение

В процессе хранения визуально наблюдали изменение состояния свёклы: у пора-

женных сосудистым бактериозом корнеплодов интенсивность развития микрофлоры, вызывающей загнивание, выше. Изменение химического состава здоровых и пораженных корнеплодов отражено на рис. 1–5. По результатам лабораторных исследований установлено повышение содержания всех групп несахаров, причем у пораженной сахарной свеклы оно протекало быстрее, чем у здоровой [2].

С увеличением срока хранения свеклы происходит увеличение концентрации инвертазы в клеточном соке за счет продуцирования ее различными видами микроорганизмов, что приводит к увеличению в свекле редуцирующих веществ (рис. 1). Редуцирующие вещества разлагаются в процессе очистки с образованием окрашенных соединений, способствуя повышению цветности продуктов и ухудшению качества сахара.

При хранении снижается содержание белков, что обусловлено высокой активностью протеолитических ферментов микробного происхождения, содержащихся в корнеплодах. У пораженной свёклы процесс разложения белков протекает более интенсивно, чем у здоровой свеклы (рис. 2). Результатом разложения белковых соединений является увеличение количества азотистых веществ, снижающих выход и повышающих цветность готового продукта.

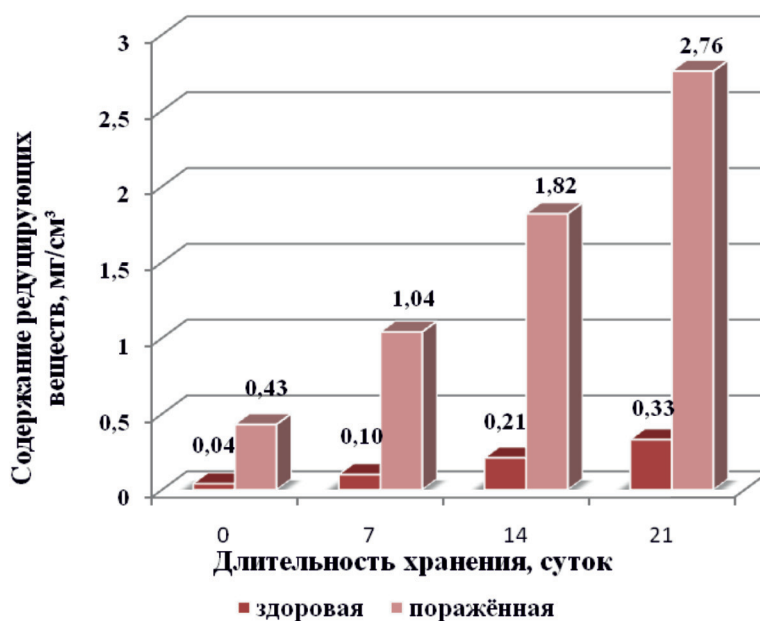
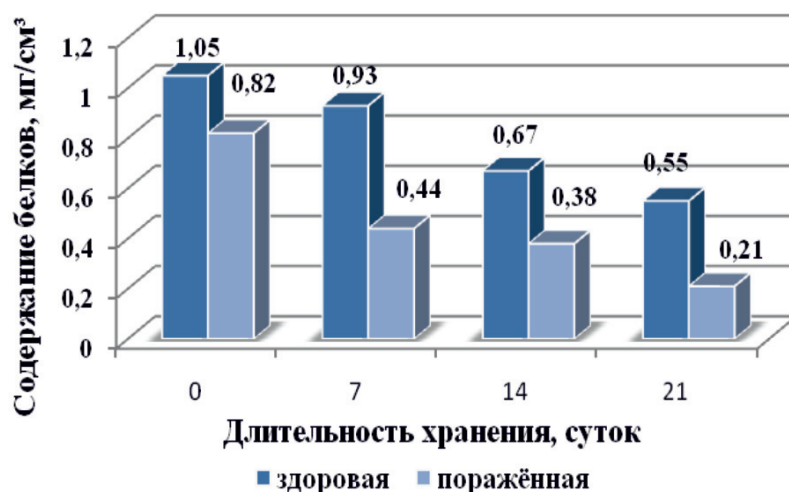


Рис. 1. Изменение содержания редуцирующих веществ в здоровой и пораженной свёкле при хранении



а



б

Рис. 2. Динамика белковых (а) и небелковых (б) азотистых соединений в процессе хранения здоровой и пораженной свёклы

Вследствие деятельности микроорганизмов накапливаются продукты разложения сахаров – органические кислоты, существенно снижающие pH свекловичного сока пораженной свеклы (рис. 3). Высокое содержание органических кислот катализирует разложение сахарозы, повышает цветность полупродуктов и готовой продукции, усиливает наклепобразование.

В процессе хранения выявлено увеличение количества нитратов и минеральных соединений (рис. 4, 5).

Содержание этих веществ зависит от климатических и агротехнических условий

возделывания свеклы, поэтому для здоровой свеклы их количество изменяется незначительно. В свекле, пораженной сосудистым бактериозом, источником для накопления нитратов являются продукты глубокого разложения органических веществ. При очистке они не удаляются, переходят в мелассу, увеличивая ее выход и потери сахарозы в производстве. Известно, что 1 часть этих веществ удерживает в мелассе 5 частей сахара.

Из проведенных исследований видно, что в пораженной сосудистым бактериозом сахарной свекле в процессе хранения нако-

пление сахара происходит быстрее, чем в здоровой свекле. Особенно интенсивно увеличивается содержание нитратов, минеральных и азотистых соединений. Такая свекла непригодна для хранения и должна направляться в переработку как некондиционная [3].

Наиболее действенные меры в борьбе с болезнями корневой системы растений – агротехнические. Но при используемых в настоящее время системах земледелия, когда агротехнические мероприятия как средство борьбы с вредными объектами или снижения их вредоносности подчас просто игнорируются, на первый план вышли химические средства защиты. Среди мероприятий по защите сельскохозяйственных культур от фитопатогенов химическая обработка посевов занимает ведущее место.

Она не является экологически безопасной и должна сочетаться с биологическими средствами защиты. Последние следует рассматривать как неотъемлемую составляющую интегрированной системы защиты в современном растениеводстве, а в ряде случаев и как единственное средство контроля фитопатогенов [4].

Компанией АО «Щелково Агрохим» разработан препарат «Биокомпозит-коррект», основу которого составляет консорциум нескольких видов бактерий. Препарат полифункционален, предназначен для повышения плодородия, восстановления почвенного микробиоценоза, нарушенного в результате интенсификации севооборотов с избыточным насыщением зерновых и пропашных культур [5].



Рис. 3. Изменение pH свекловичного сока здоровой и пораженной свёклы в процессе хранения



Рис. 4. Изменение количества нитратов в здоровой и пораженной свёкле



Рис. 5. Нарастание содержания минеральных соединений в процессе хранения здоровой и пораженной свёклы

В вегетационном сезоне 2016 г. во ВНИИСС были проведены исследования по определению эффективности препарата Биоккомпозит-коррект на посевах сахарной свеклы против сосудистого бактериоза с последующим определением сахаристости и технологического качества корнеплодов.

Полевой мелкоделяночный опыт был заложен в паровом звене зернопаропропашного севооборота в трех повторениях. Почва – чернозём выщелоченный тяжело-суглинистый малогумусный (содержание гумуса в пахотном (0–30 см) слое почвы – 5,20% (по Тюрину), подвижных форм фосфора (P_2O_5) – 11,4 мг/100 г почвы (по Чирикову), обменного калия (K_2O) – 11,9 мг/100 г почвы (по Масловой), нитратного азота (NO_3^-) – 0,85 мг/100 г почвы, гидролитическая кислотность – 2,8 мг-экв/100 г почвы, сумма поглощенных оснований – 36,2 мг-экв/100 г почвы (по Каппену), степень насыщенности основаниями – 86%, $pH_{водн}$ 6,0 [4].

Схема опыта включала следующие варианты (табл. 1).

На опытном участке высевали семена гибрида Муррей (LION SEEDS, Великобритания). Сахаристость и технологические показатели корнеплодов определяли по стандартным методикам.

Метеорологические условия вегетационного периода 2016 г. сильно отличались от предыдущих лет обилием осадков в начале вегетации и более низкими температурами воздуха в мае, июне и сентябре (табл. 2).

Фитопатологическое обследование посевов сахарной свёклы перед уборкой показало относительно слабое развитие сосудистого бактериоза в прошедшем вегетационном сезоне. Тем не менее отмечено, что обработка почвы биопрепаратом в норме 2 дм³/га способствовала снижению пораженности корнеплодов сахарной свеклы почвообитающими фитопатогенами. Это особенно важно для ограничения развития сосудистого бактериоза [6]. Распространенность бактериального увядания в вариантах с применением Биоккомпозит-корректа была на уровне 9,5% при норме расхода 1 дм³/га и 5,5% – при норме расхода 2 дм³/га. Развитие болезни колебалось в пределах 2,3–5,3%; в контрольном варианте распространенность сосудистого бактериоза составила 13,8%.

По результатам технологической оценки корнеплодов сахарной свёклы сахаристость в вариантах опыта варьировала от 17,65 до 18,46%. Обработка почвы перед посевом препаратом «Биоккомпозит-коррект» в норме 2 дм³/га (вариант II) позволила увеличить сахаристость на 0,81 абс.% в сравнении с контролем (17,65%) и на 0,35 абс.% в сравнении с вариантом I (норма расхода препарата 1 дм³/га) (табл. 3).

Корнеплоды с опытных делянок имели лучшие технологические показатели: содержание α -аминного азота в 1,8–1,9 раза ниже, чем в контроле (2,63 ммоль/100 г свёклы); чистота клеточного и очищенного сока в среднем на 0,6–1,7% и 0,5–1,0% соответственно выше, чем в контрольном варианте.

Таблица 1

Схема опыта

Вариант		Срок внесения	Наименование препарата	Норма расхода, л/га
I	Опрыскивание почвы с немедленной заделкой препарата	Перед посевом	Биокомпозит-коррект	1,0
II	Опрыскивание почвы с немедленной заделкой препарата	Перед посевом	Биокомпозит-коррект	2,0

Таблица 2

Метеорологические условия периода вегетации по данным метеостанции
ФГБНУ ВНИИСС, 2016 г.

Основные показатели	Месяцы					
	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь
Температура воздуха, °C						
а) средняя многолетняя	9,6	18,5	21,7	23,8	22,4	14,9
б) текущего года	10,2	16,2	20,6	24,0	22,5	13,2
Количество осадков, мм						
а) среднее многолетнее	31,5	53,0	59,7	62,2	62,9	46,1
б) текущего года	136,8	64,8	40,4	40,4	71,4	37,2
Гидротермический коэффициент						
а) текущего года	6,1	1,3	0,7	0,5	1,0	1,2

Таблица 3

Влияние препарата «Биокомпозит-коррект» на технологическое качество
корнеплодов сахарной свёклы

Исследуемые параметры	Варианты		
	Контроль	I	II
Сахаристость, %	17,65	18,11	18,46
Массовая доля сухих веществ, %	26,48	25,67	25,32
Массовая доля редуцирующих веществ, %	0,099	0,067	0,064
Массовая доля углекислой золы, %	0,386	0,414	0,392
Содержание α-аминного азота, ммоль/100 г свёклы	2,63	1,48	1,35
Чистота клеточного сока, %	85,80	86,40	87,50
Массовая доля солей кальция, % CaO	0,052	0,027	0,024
Чистота очищенного сока, %	91,60	92,10	92,60
Прогнозируемый выход сахара, %	14,09	14,78	15,31
Коэффициент извлечения сахарозы из свёклы, %	79,8	81,6	82,9
Прогнозируемые потери сахарозы в мелассе, %	2,56	2,33	2,15

Определено, что при обработке почвы биофунгицидом прогнозируемый выход сахара варьировал от 14,78 (I) до 15,31 % (II), что на 0,69–1,22 абс. % выше значения варианта без обработки (14,09%). В вариантах с применением препарата «Биокомпозит-коррект» отмечена лучшая извлекаемость сахара из свёклы. В опытных вариантах коэффициент извлекаемости сахарозы находился на уровне 81,6–82,9 %, в контрольном варианте данный показатель составил 79,8 %.

Выводы

Экспериментально установлено, что в пораженной сосудистым бактериозом сахарной свекле в процессе хранения происходит быстрое накопление несахаров, особенно нитратов, минеральных и азотистых соединений. Такая свекла непригодна для хранения и должна направляться в переработку как некондиционная.

Обработка почвы биопрепаратом в норме 2 дм³/га способствует снижению пора-

женности корнеплодов почвообитающими фитопатогенами: в опытном варианте она составила 2,3–5,3 %, в контрольном варианте – 13,8 %. Биокомпозит-коррект повышает сахаристость на 0,81 абс. % в сравнении с контролем, прогнозируемый выход сахара – на 0,69–1,22 абс. %, извлекаемость сахара из свёклы – на 2–3 %.

Список литературы

1. Сапронов Н.М. Прогнозирование результативности хранения сахарной свёклы / Н.М. Сапронов // Сахар. – 2011. – № 9. – С. 37–40.
2. Кульнева Н.Г. Динамика качества сахарной свёклы, поражённой сосудистым бактериозом / Н.Г. Кульнева, Л.Н. Путилина, И.Г. Селезнева // Актуальная биотехнология. – 2015. – № 4 (15). – С. 12–16.
3. Технологическая оценка сахарной свёклы, инфицированной возбудителями сосудистого бактериоза в период вегетации / Л.Н. Путилина [и др.] // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2016. – № 3. – С. 239–246.
4. Применение микробиологического препарата «Биокомпозит-коррект» в технологиях защиты сахарной свёклы от болезней / С.Д. Каракотов [и др.] // Сахарная свёкла. – 2017. – № 3. – С. 10–13.
5. Петровский А.С. Микробиологический препарат «Биокомпозит-коррект» / Под ред. чл.-корр. РАН С.Д. Каракотова. – Щёлково: АО «Щёлково Агрохим», 2016. – 32 с.
6. Селиванова Г.А. Причины широкого распространения корневых гнилей в ЦЧР / Г.А. Селиванова // Сахарная свёкла. – 2013. – № 5. – С. 27–31.

References

1. Sapronov N.M. Prognozirovanie rezultativnosti hranenija saharnoj svekly / N.M. Sapronov // Sahar. 2011. no. 9. pp. 37–40.
2. Kulneva N.G. Dinamika kachestva saharnoj svekly, porazhennoj sosudistym bakteriozom / N.G. Kulneva, L.N. Putilina, I.G. Selezneva // Aktualnaja biotehnologija. 2015. no. 4 (15). pp. 12–16.
3. Tehnologicheskaja ocenka saharnoj svekly, inficirovannoj vozbuditeljami sosudisto-go bakterioza v period vegetacii / L.N. Putilina [i dr.] // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernyh tehnologij. 2016. no. 3. pp. 239–246.
4. Primenenie mikrobiologicheskogo preparata «Biokompozit-korrekt» v tehnologijah za-shhity saharnoj svjokly ot boleznej / S.D. Karakotov [i dr.] // Saharnaja svjokla. 2017. no. 3. pp. 10–13.
5. Petrovskij A.S. Mikrobiologicheskij preparat «Biokompozit-korrekt» / Pod red. chl.-korr. RAN S.D. Karakotova. Shhelkovo: AO «Shhelkovo Agrohimi», 2016. 32 p.
6. Selivanova G.A. Prichiny shirokogo rasprostraneniya kornevyh gnilej v CChR / G.A. Selivanova // Saharnaja svekla. 2013. no. 5. pp. 27–31.

УДК 633.11:631.523.11:632.938.1

ВЛИЯНИЕ ЗАМЕЩЕНИЯ 6Ag¹ (6D)-ХРОМОСОМЫ AGROPYRON INTERMEDIUM НА ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫЕ И АДАПТИВНЫЕ ПРИЗНАКИ У ЛИНИЙ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

Сибикеев С.Н., Друзин А.Е.

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока», Саратов,
e-mail: alex_druzhin@mail.ru

Проведена оценка влияния 6Ag¹ хромосомы от Agropyron intermedium Host. на устойчивость к бурой и стеблевой ржавчине, мучнистой росе, пыльной и твердой головне и ряд хозяйственно полезных признаков у двух интрогрессивных почти изогенных линий мягкой пшеницы. Анализ интрогрессивных линий молекулярно-генетическими и цитологическими методами показал наличие у изучаемых линий замещения 6Ag¹ (6D)-хромосомы от Agropyron intermedium Host. Оценка линий по устойчивости к болезням выявила, что линия Л400R, содержащая замещение 6Ag¹ (6D)-хромосомы, оказалась полностью устойчивой к популяциям листовой ржавчины в Поволжье, устойчива к мучнистой росе, и в меньшей степени поражается стеблевой ржавчиной, чем ее сибс без замещения Л400S. Интрогрессивные линии были изучены по ряду хозяйственно полезных признаков. Выявлено, что замещение 6Ag¹ (6D)-хромосомы у линии Л400R значительно увеличивает период всходы колошение, высоту растения, количество продуктивных стеблей на м², длину колоса, число зерен в колосе, но практически не оказывает влияния на массу зерна с колоса, а вот масса 1000 зерен значительно уменьшается по сравнению с линией Л400S. Сравнительный анализ линий Л400R и Л400S по содержанию белка и клейковины, ее качеству, силе муки, SDS, упругости теста, хлебопекарным свойствам показал, что в среднем у линии Л400R содержание белка и клейковины было значительно выше, чем у ее сибса Л400S, также отмечено положительное влияние присутствия замещения 6Ag¹ (6D)-хромосомы на показатель SDS. На остальные изучаемые показатели (ИДК-1, объем хлеба, упругость теста (P), сила муки) замещение не оказывало значимого влияния. Положительное влияние замещения 6Ag¹ (6D)-хромосомы на комплекс хозяйственно полезных признаков, позволило плодотворно использовать его в селекционной работе в качестве доноров устойчивости к комплексу болезней и создать ряд коммерческих сортов: Белянка (Л400R), Фаворит, Воевода и Лебедушка.

Ключевые слова: интрогрессивные линии мягкой пшеницы, Agropyron intermedium Host., устойчивость к грибным болезням, агрономические признаки

THE EFFECTS OF SUBSTITUTION 6Ag¹ (6D) CHROMOSOME FROM AGROPYRON INTERMEDIUM FOR AGRONOMICS VALUABLE AND ADAPTIVE TRAITS IN LINES OF SPRING BREAD WHEAT

Sibikeev S.N., Druzhin A.E.

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

The influence of 6Ag¹ chromosome from Agropyron intermedium Host. for resistance to leaf and stem rust, powdery mildew, loose smut, bunt, and agronomic performance were studied by comparisons of two nearly isogenic introgression lines of bread wheat. Analysis of introgression lines by molecular genetic and cytological methods showed the presence of substitution 6Ag¹ (6D) chromosome from Agropyron intermedium Host in the studied lines. Evaluation of lines for resistance to diseases have shown that L400R line, containing the substitution 6Ag¹ (6D) chromosomes, were high resistant to the leaf rust, powdery mildew, and moderately susceptible to stem rust by comparisons with her sibs L400S (without substitution). Introgression lines have been studied for a number of agronomic useful traits. It is revealed that the substitution 6Ag¹ (6D) chromosome from line L400R significantly increases the period of germination-eating, plant height, number of productive stems per m², length of spike, number of grains per spike, but almost no effect on the weight of grains in spike, but the mass of 1000 grains is significantly reduced by comparison with the line L400S. A comparative analysis of lines L400R and L400S for protein content and gluten quality, flour strength, SDS, elasticity of the dough, baking properties showed that, on average, the protein and gluten contents in the line L400R were significantly higher than that of its sibs L400S. Furthermore was noted a positive influence of presence of substitution 6Ag¹ (6D) chromosome for SDS trait. For remaining studied parameters (IDK-1, the volume of bread, the elasticity of the dough (P), the strength of the flour) 6Ag¹ had no significant influence. The positive effect of substitution 6Ag¹ (6D) chromosome for a complex of agronomic useful traits, has enabled a productive use in breeding as donors of resistance to complex diseases and to produce a number of commercial varieties: Belyanka (L400R), Favorite, Voyevoda and Lebedushka.

Keywords: introgression lines of bread wheat, Agropyron intermedium Host., resistance to fungal diseases, agronomic traits

Вид пырея промежуточного (*Agropyron intermedium* Host.) давно привлекает внимание ученых-селекционеров, в первую очередь как источник полезных признаков для улучшения генофонда пшеницы. Это в первую очередь устойчивость к абии-

тическим стрессорам: высокая зимостойкость, устойчивость к засолению почвы, засухоустойчивость; устойчивость к заболеваниям: бурой, желтой и стеблевой ржавчине, мучнистой росе, твердой головне, вирусу полосатой мозаики, а также как до-

нор повышения содержания белка и клейковины в зерне [1].

Впервые плодовые гибриды между мягкой пшеницей и образцами пырея промежуточного были получены в Саратове уже в 1934 г. Н.В. Цициным [2], затем эти работы проводились в СибНИИСХ и в Подмосковье, был создан ряд пшенично-пырейных гибридов, которые использовались для увеличения генетического разнообразия пшеницы. Следует отметить, что не все эти гибриды из-за наличия в пырейном хроматине не только нужных генов, но и нежелательных сцеплений пригодны для селекционной работы. В середине 1980-х гг., используя набор замещённых линий на сорте Саратовская 29 с хромосомами *Agropyron intermedium* Host. полученных доктором биологических наук М.Е. Синиговцом (ВНИИФ, г. Москва), [3] в лаборатории генетики и цитологии НИИСХ Юго-Востока был создан новый более продуктивный, приспособленный к условиям Поволжья селекционный материал. Среди него были выделены линии Л1736, Л 222, Мульти 6R, содержащие хроматин от *Agropyron intermedium* Host. Кроме того была получена почти изогенная пара Л400R и Л400S, различающиеся наличием (Л400R) или отсутствием (Л400S) замещением 6Agⁱ (6D)-хромосомы от *Agropyron intermedium* Host.). Целью работы было изучение на основе данной почти изогенной пары, влияния 6Agⁱ-хромосомы на устойчивость к ряду заболеваний, а также на агрономически важные признаки продуктивности и хлебопекарные свойства.

Материалы и методы исследования

Исследования проводили в 1993–2016 гг. в лаборатории генетики и цитологии НИИСХ Юго-Востока, вегетационные периоды которых различались по температурным и водным режимам. Материалом исследований служили сорта и почти изогенные линии (Л400R и Л400S) яровой мягкой пшеницы, созданные в НИИСХ Юго-Востока, линия Л400R – селекционный номер сорта Белянка. Оценку на устойчивость к пыльной и твердой головне проводили на искусственном инфекционном фоне. Для заражения пыльной головней использовали патотипы I-505, I-C60, а твердой головней – патотип – Л894. Классификацию сортообразцов по степени поражения пыльной и твердой головней проводили по общепринятым методикам.

На устойчивость к листовой ржавчине и мучнистой росе материал оценивали на естественном и искусственном инфекционном фоне. Тип реакции растений на мучнистую росу определяли по шкале E.B. Mains, S.M. Dietz, на листовую ржавчину – по шкале E.G. Stakman. Оценку на устойчивость к возбудителю стеблевой ржавчины расе Ug99 + Lr24 (TTKST) проводили в инфекционном питомнике KARI в Njoro, Кения, и на местную популяцию патогена. Оценку проводили дважды по модифицированной шкале Cobba и реакции хозяина на внедрение патогена: R = устойчивый – 1 балл; TR = единичные пустулы, некротичные пятна, устойчивый – 1 балл; MR = умеренно устойчивый – 2 балла; MS = умеренно восприимчивый – 2–3 балла; M = промежуточный между устойчивым и восприимчивым – 2–3 балла; MSS = от умеренно восприимчивого до восприимчивого – 4 балла; TS = единичные пустулы, восприимчивый – 3–4 балла; S = восприимчивый – 4 балла.

Материал высевали в оптимальные сроки, рендомизировано по 24 варианта, в 4-кратной повторности семирядковой сеялкой ССФК-7 сплошным рядовым способом. Расстояние между рядками 15 см. Площадь делянок 7 м². Норма посева – 400 семян/м². В инфекционном питомнике посев проводили на глубину 5 см. Площадь питания растений 20×5 см. Уборку осуществляли комбайном Неже 125 В. Все полученные данные подвергали дисперсионному анализу и множественному сравнению по критерию Дункана, используя программу «Agros-2.10».

Результаты исследования и их обсуждение

Молекулярно-генетическая и цитогенетическая характеристика интрогрессивной линии Л400R

Ранее для определения наличия хроматина от *Agropyron intermedium* Host. у линии Л400R был проведён комплексный анализ с использованием молекулярно-цитогенетических (С-дифференциальная окраска, флуоресцентная (FISH) и геномная (GISH) гибридизация *in situ*), молекулярных (PLUG маркёры) и биохимических (электрофоретический анализ глиадинов) маркеров, который выявил у изучаемой линии замещение пшеничной хромосомы 6D хромосомой 6Agⁱ относящимися к J (= E) субгеному *Agropyron intermedium* (Host) Beauv (= *Thinopyrum intermedium* (Host) Barkworth & D.R. Dewey) [4], которое отсутствует у ее сибса Л400S. Донором 6Agⁱ-

хромосомы пырея промежуточного была замещенная линия С29-Агро139-М2-2, полученная М.Е. Синиговцом (ВНИИФ, г. Москва) [3]. Основываясь на полученных данных, авторы провели сравнительный анализ линий Л400R и Л400S, с целью выявить влияние замещения 6Agⁱ (6D)-хромосомы на комплекс хозяйственно полезных признаков.

Влияние замещения 6Agⁱ (6D) на морфофизиологические признаки

Изучение почти изогенных линий Л400R и Л400S по морфофизиологическим признакам выявило, что наличие замещения 6Agⁱ(6D) у линии Л400R увеличивает продолжительность периода всходы – колошение в среднем на 2–3 дня по сравнению с ее сибсом Л400S, значимо увеличивает высоту растения (в среднем высота у линии Л400R была 86,1 см, а у ее аналога Л400S – 79,9 см соответственно), но практически не оказывает влияния на устойчивость к полеганию. Кроме того, исследования устойчивости к прорастанию в колосе показали, что линия Л400R, имеющая замещение 6Agⁱ(6D), отличается более низким уровнем устойчивости, чем её сибс Л400S [5].

Оценка устойчивости почти изогенных линий Л400R и Л400S к болезням

Исследования популяции возбудителя листовой ржавчины *Puccinia triticina* Eriks. в течение 1993–2016 гг. показали, что она является очень динамичной и высоковирулентной, количество генов вирулентности в бла-

гоприятные для патогена годы достигало 38, а постоянно высокоэффективными генами устойчивости были *Lr9*, 24, 28, 29, 40, 41, 42, 43 [6]. В этих условиях тип реакции на патогена линий Л400R и Л400S показал, что линия Л400R за весь период изучения проявила полную устойчивость к листовой ржавчине даже в годы сильных эпифитотий, в отличие от ее аналога Л400S (табл. 1).

Проведенный генетический анализ линий содержащих замещение 6Agⁱ(6D), выявил, что хромосома 6Agⁱ от *Agropyron intermedium* Host. в гибридах передается в зависимости от генотипа-реципиента с различной частотой (от пониженной до нормальной и повышенной), а ген(ы) устойчивости к листовой ржавчине этой линии неаллельны идентифицированным *Lr*-генам (*Lr9*, *Lr19*, *Lr24*) [7].

По реакции на мучнистую росу *Erysiphe graminis f. sp. tritici* DC. Marchal, за весь период оценки степени устойчивости линия Л400R проявила себя как высокоустойчивая (тип реакции 1,2) даже при сильной эпифитотии патогена в 2011 г., в отличие от линии Л400S (тип реакции – 4, степень поражения 80 %) (табл. 2).

Проведенный генетический анализ показал, что контроль устойчивости к мучнистой росе у Л400R осуществляется двумя *Pm*-генами, а у линии Л 400S – одним рецессивным [8]. Эти данные указывают на то, что хромосома 6Agⁱ несет помимо *Lr*-генов еще и *Pm*-гены, что особенно удобно в селекционной работе по созданию сортов с комплексной устойчивостью к болезням.

Таблица 1

Поражение сортов и линий яровой мягкой пшеницы листовой ржавчиной*

Сорт, линия	Год																
	1993	1996	1997	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2011	2012	2013	2014	2016
Сара- товская 55 St	3/70	3/80	4/80	3/80	3/20	3 ед	3/20	3/50	3/70	3/40	3 ед	3/50	3 ед	3/30	3/70	3/40	3 ед
Л400 R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Л400 S	3/50	3/60	2/40	3/50	3 ед	3 ед	3/1	3/30	3/40	3/50	3 ед	3/50	3 ед	3/30	3/10	3/40	3 ед

Примечание. * – здесь и далее данные полученные в лаборатории генетики и цитологии НИИСХ Юго-Востока.

Таблица 2

Поражение сортов и линий яровой мягкой пшеницы мучнистой росой*

Сорт, линия	Год								
	1993	1997	2004	2005	2006	2007	2008	2011	2013
Саратовская 55 St	3	3/10	3/50	3	2/ед	3	3/20	4/50	3/50
Л400 R	0	0	ед	0	ед	0	ед	1/2	0
Л400 S	2/5	3/5	3/30	0	3/2	3	3/10	4/80	3/50

Наши результаты исследований устойчивости к листовой ржавчине и мучнистой росе у Л400R совпадают с данными, проведенными рядом ученых, изучающих в своих опытах сорт Белянка (селекционное название Л400R) [9, 10].

Почти изогенные линии также были оценены на устойчивость к возбудителю стеблевой ржавчины, как к местной популяции, так и к расе Ug99 в Кении. Было выявлено, что по типу реакции на местную популяцию стеблевой ржавчины линия Л400R практически не отличается от линии Л400S – 3/5 и 3/10, соответственно, но по реакции на расу Ug99 эти линии значительно различаются, так линия Л400R поразила на 10MR, а ее аналог на 40M. Эти данные дают основание утверждать, что хромосома 6Agⁱ несет ген(ы) устойчивости к расе Ug99 стеблевой ржавчины.

Анализ реакции почти изогенных линий на пыльную головню (*Ustilago tritici* (Pers) Jens.), как на естественном, так и на искусственном инфекционном фоне показал, что сибсы между собой значительно не различаются. Также эти линии практически сходно реагировали на заражение их твердой головней (*Tilletia caries* (DC.) Tul.) на искусственном инфекционном фоне (табл. 3).

Оценка сорта Белянка (Л400R – селекционный номер) на заражение местными расами корневой гнили показала полную устойчивость его к данному заболеванию [10, 11]. Также отмечено, что сорт Белянка высокоустойчив к септориозу [12].

Эффект замещения 6Agⁱ (6D)-хромосомы на показатели продуктивности зерна

При переносе чужеродных генов от различных видов пырея, эгилопса, ржи и др. в сорта культурной пшеницы нередко проявляются нежелательные сцепления с другими генами, влияющие на продуктивность, которая в свою очередь складывается из полноты всходов, плотности продуктивного стеблестоя и выживаемости, кроме этого важными показателями считаются продуктивная кустистость, число колосков и зёрен в колосе, продуктивность колоса и растения в целом, масса 1000 зёрен. Анализ, проводимый в течение 24 лет, которые были весьма контрастными как по количеству осадков, так и по эпифитотиям листовой ржавчины на почти изогенных линиях Л400R и Л400S, показал, что присутствие в генотипе замещения 6Agⁱ (6D)-хромосомы положительно влияет на урожай зерна особенно в благоприятные и эпифитотийные по листовой ржавчине годы, так линия Л400R значительно превысила свой сибс Л400S по этому показателю в среднем за 24 года на 377 кг/га, причем в благоприятные годы превышение составило 393 кг/га, а в засушливые годы у линии Л400R урожай зерна был выше, чем у ее сибса Л400S, но значительно они не различались по этому показателю (табл. 4).

Исследования, которые были проведены в условиях сухостепной зоны каштановых почв, также показали, что сорт Белянка (Л400R – селекционный номер) наиболее устойчив к изменениям погодных условий по продуктивности, что согласуется с нашими данными [13].

Таблица 3

Поражение почти изогенных линий пыльной головней и твердой головней*

Сорт, линия	Пыльная головня			Твердая головня
	Естественное заражение в среднем за 15 лет (1997–2011 гг.)	Искусственное заражение (2004–2007 гг.)		
		Патотип I-505	Патотип I-60	Патотип Л 894
Л 400R	0,06	26,43	62,10	12,33
Л 400S	0,06	27,83	45,90	11,49
F _φ	1,622	10,256	11,321	8,423
HCP ₀₅	NS	22,71	19,86	1,663

Таблица 4

Урожайность зерна у почти изогенных линий Л400R и Л400S, кг/га (1993–2016 гг.)*

Линия	Благоприятные годы	Засушливые годы	Среднее за 24 года
Л400 R	3513,0	1449,83	2973,23
Л400 S	3119,3	1369,33	2596,32
F _φ	11,607	1,522	7,83
HCP ₀₅	261,389	NS	343,846

Таблица 5

Элементы продуктивности у почти изогенных линий Л400R и Л400S (2003–2007 гг.)*

Линия	Компоненты продуктивности					
	Количество прод. стеблей на м ²	Длина колоса, см	Число зерен в колосе, шт.	Масса зерна с колоса, г	Количество зерен на 1 м ²	Масса 1000 зерен, г
Л400R	470,67	8,97	34,45	1,08	10460,00	36,92
Л400S	423,33	7,12	29,53	1,07	8533,33	38,73
F _φ	12,387	9,201	7,951	1,631	11,200	8,349
HCP ₀₅	42,766	0,662	4,059	NS	1886,213	1,552

Таблица 6

Показатели качества зерна у почти изогенных линий Л400R и Л400S (1997–2016 гг.)*

Линия	Содержание клейковины в муке, %	Содержание белка, %	Показатель ИДК-1, ед.п.	Объем хлеба, см ³	Показатель SDS-седиментации	Упругость теста (P), мм	Отношение упругости теста к растяжимости P/L	Сила муки, е.а.
Л400 R	39,13b	18,57b	76,00	788,75	84,17b	99,88	1,78	210,88
Л400 S	36,59a	17,09a	78,67	778,75	77,50a	96,12	1,75	187,88
F _φ	8,030	10,39	4,491	0,041	7,435	0,557	0,017	2,001
HCP ₀₅	2,071	1,138	NS	NS	6,286	NS	NS	NS

Изучение структуры урожая позволило выявить, что наличие замещения 6Agⁱ(6D)-хромосомы значительно увеличивает количество продуктивных стеблей на 1 м², длину колоса, число зерен в колосе, но практически не оказывает влияния на массу зерна с колоса, а вот масса 1000 зерен значительно уменьшается у линии Л400R по сравнению с ее сибсом Л400S (табл. 5).

Эффект замещения 6Agⁱ (6D)-хромосомы на качество зерна

Сравнительный анализ линий Л400R и Л400S по содержанию белка и клейковины, ее качеству, силе муки, SDS, упругости теста, хлебопекарным свойствам показал, что в среднем у линии Л400R содержание белка и клейковины было значительно выше, чем у ее сибса Л400S, также отмечено положительное влияние присутствия замещения 6Agⁱ (6D)-хромосомы на показатель SDS. На остальные изучаемые показатели (показатель ИДК-1, объем хлеба, упругость теста (P), сила муки) хромосомное замещение практически не оказывало значимого влияния (табл. 6).

Изучение сорта Белянка (Л400R) проведенное в Оренбургском ГАУ, показало, что он имеет высокие хлебопекарные показатели. Тесто из муки этого сорта имеет высокие технологические свойства. Водопоглотительная способность колебалась в пределах 57,7–64,8%, время образования

теста – 2,7–6,3 мин, устойчивость теста к замесу – 4,6–8,7 мин, сопротивляемость теста 50–81 мин, разжижение теста – 92–116 е.ф., число качества 61–81 у.е. Объем хлеба колебался от 424 до 445 мл, а по пористости, кислотности, влажности хлеб соответствует требованиям высшего сорта [14].

Выводы

Таким образом, в результате многолетней работы, проделанной в лаборатории цитологии и генетики, был создан уникальный материал яровой мягкой пшеницы, содержащий замещение 6Agⁱ(6D). Анализ почти изогенных линий, различающихся по наличию замещения 6Agⁱ(6D), по хозяйственно полезным признакам, выявил, что данное замещение не влияет отрицательно на большинство хозяйственно важных показателей, а по некоторым, в частности устойчивости к комплексу заболеваний, продуктивности и качеству, даже улучшает их. Ценность использования в селекционной работе линий с замещением 6Agⁱ(6D) выражается также в создании ряда коммерческих сортов: Белянка (Л400R), Фаворит, Воевода и Лебедушка.

Список литературы

1. Sharma H.C., Gill B.S. New hybrids between Agropyron and wheat. 2. Production, morphology and cytogenetic analysis of F1 hybrids and backcross derivatives // Theor. Appl. Genet. – 1983. – V. 66, № 2. – P. 111–121.
2. Цицин Н.В. Отдаленная гибридизация растений / Н.В. Цицин. – М.: Сельхозгиз, 1954. – 432 с.

3. Синигоев М.Е. Цитогенетические основы использования пырея в селекции пшеницы: автореф. дис. ... докт. биол. наук. – Киев, 1988. – 49 с.
4. Сравнительный анализ 6Agi и 6Agi2 хромосом *Agropyron intermedium* (Host.) Beauv у сортов и линий мягкой пшеницы с пшенично-пырейными замещениями / С.Н. Сибикеев [и др.] // Генетика. – 2017. – № 3. – С. 40–51.
5. Устойчивость к предуборочному прорастанию яровой мягкой пшеницы с 6Agi(6D)-хромосомой от *Agropyron intermedium* / В.А. Крупнов [и др.] // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2012. – Т. 16, № 2. – С. 444–450.
6. Маркелова Т.С. Изучение структуры и изменчивости популяции бурой ржавчины пшеницы (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici*, Rob. et Desm.) в Поволжье / Т.С. Маркелова // Арпо XXI. – 2007. – № 4–6. – С. 37–40.
7. Zubov D.E. Selekcionnaja cennost' donоров ustojchivosti jarovoj m'jagkoj pshenicy k listovoj r'javchine v Srednem Povol'zhe: avtoref. dis. ... k. s.-x. n. – Kinel', 2011. – 19 s.
8. Александров А.Е. Источники устойчивости яровой мягкой пшеницы к мучнистой росе в Нижнем Поволжье: автореф. дис. ... к. с.-х. н. – Саратов, 2000. – 22 с.
9. Абдраева О.Ф. Селекция яровой мягкой пшеницы на устойчивость к болезням в засушливых условиях Среднего Поволжья: автореф. дис. ... к. с.-х. н. – Пенза, 2008. – 18 с.
10. Тимошенкова Т.А. Устойчивость сортов яровой пшеницы к основным болезням зерновых культур в степи Оренбургского Предуралья / Т.А. Тимошенкова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 5 (55). – С. 42–45.
11. Глинушкин А.П. Фитопатогенный комплекс пшеницы и меры борьбы с ним: автореф. дис. ... д. с.-х. н. – Москва, 2013. – 38 с.
12. Генетические основы селекции растений: Частная генетика растений / ред. А.В. Кильчевский, Л.В. Хотылева. – В 4 т. Т. 2. – Минск: Беларус. навукa, 2010. – 579 с.
13. Балакшина В.И. Особенности выращивания яровой пшеницы в условиях сухостепной зоны Волгоградской области // Научно-практический журнал Пермский аграрный вестник. – 2016. – № 2 (14). – С. 4–9.
14. Цинцадзе О.Е. Совершенствование технологии выращивания сортов яровой мягкой пшеницы в степной зоне Южного Урала: автореф. дис. ... к. с.-х. н. – Оренбург, 2014. – 24 с.
15. Sharma H.C., Gill B.S. New hybrids between *Agropyron* and wheat. 2. Production, morphology and cytogenetic analysis of F1 hybrids and backcross derivatives // Theor. Appl. Genet. 1983. V. 66, no. 2. pp. 111–121.
16. Cicin N.V. Otdalennaja gibridizacija rastenij / N.V. Cicin. M.: Sel'hozgiz, 1954. 432 p.
17. Cinigovec M.E. Citogeneticheskie osnovy ispol'zovanija pyreja v selekcii pshenicy: avtoref. dis. ... dokt. biol. nauk. Kiev, 1988. 49 p.
18. Sravnitel'nyj analiz 6Agi i 6Agi2 hromosom *Agropyron intermedium* (Host.) Beauv u sortov i linij m'jagkoj pshenicy s pshenichno-pyrejnymi zameshhenijami / S.N. Sibikeev [i dr.] // Genetika. 2017. no. 3. pp. 40–51.
19. Ustojchivost' k preduborochnomu prorastaniju jarovoj m'jagkoj pshenicy s 6Agi(6D)-hromosomoy ot *Agropyron intermedium* / V.A. Krupnov [i dr.] // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2012. T. 16, no. 2. pp. 444–450.
20. Markelova T.S. Izuchenie struktury i izmenchivosti populjacii buroj r'javchiny pshenicy (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici*, Rob. et Desm.) v Povol'zhe / T.S. Markelova // Arpo XXI. 2007. no. 4–6. pp. 37–40.
21. Zubov D.E. Selekcionnaja cennost' donоров ustojchivosti jarovoj m'jagkoj pshenicy k listovoj r'javchine v Srednem Povol'zhe: avtoref. dis. ... k. s.-h. n. Kinel', 2011. 19 p.
22. Aleksandrov A.E. Istochniki ustojchivosti jarovoj m'jagkoj pshenicy k muchnistoj rose v Nizhnem Povol'zhe: avtoref. dis. ... k. s.-h. n. Saratov, 2000 22 p.
23. Abdraeva O.F. Selekcija jarovoj m'jagkoj pshenicy na ustojchivost' k boleznyam v zasushlivykh uslovijah Srednego Povol'zhja: avtoref. dis. ... k. s.-h. n. Penza, 2008. 18 p.
24. Timoshenkova T.A. Ustojchivost' sortov jarovoj pshenicy k osnovnym boleznyam zernovykh kultur v stepi orenburgskogo Preduralja / T.A. Timoshenkova // Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. no. 5 (55). pp. 42–45.
25. Glinushkin A.P. Fitopatogen'nyj kompleks pshenicy i mery borby s nim: avtoref. dis. ... d. s.-h. n. Moskva, 2013. 38 p.
26. Geneticheskie osnovy selekcii rastenij: Chastnaja genetika rastenij / red. A.V. Kilchev-skij, L.V. Hotyleva. V 4 t. T. 2. Minsk: Belarus. navuka, 2010. 579 p.
27. Balakshina V.I. Osobennosti vyrashhivaniya jarovoj pshenicy v uslovijah suhostepnoj zony Volgogradskoj oblasti // Nauchno-prakticheskij zhurnal Permskij agrarnyj vestnik. 2016. no. 2 (14). pp. 4–9.
28. Cincadze O.E. Sovershenstvovanie tehnologii vyrashhivaniya sortov jarovoj m'jagkoj pshenicy v stepnoj zone Juzhnogo Urala: avtoref. dis. ... k. s.-h. n. Orenburg, 2014. 24 p.

References

1. Sharma H.C., Gill B.S. New hybrids between *Agropyron* and wheat. 2. Production, morphology and cytogenetic analysis

УДК 631.51.01/.311

ОБРАБОТКА ПОЧВЫ В ПАРОВОМ ПОЛЕ

Соколов Н.М., Стрельцов С.Б., Худяков В.В.

ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока», Саратов, e-mail: ariser@yandex.ru

С целью сохранения плодородия обрабатываемых полей, расположенных на склоновых землях, повышения их влагообеспеченности и противозерозионной устойчивости, проанализированы почвозащитные технологии и технические средства, применяемые в сельскохозяйственном производстве. На основании проведенных исследований в научно-исследовательском институте сельского хозяйства Юго-Востока разработан технологический процесс противозерозионной компенсационной обработки почвы, обеспечивающий при обработке полей, расположенных на склонах, возврат постоянно вверх по склону ранее смытого водной и технологической эрозией верхнего плодородного слоя и создание на обработанной поверхности поля противозерозионных гребне-стерневых кулис с высокой водопоглощающей способностью. Для осуществления новой технологии компенсационной обработки был разработан способ обработки почвы паровых полей в осенний (зяблевая вспашка) и в летний периоды (патент РФ № 2564849), а также почвообрабатывающее орудие для его выполнения (патент РФ № 2612211). Экспериментальными исследованиями установлено, что применение нового способа обработки почвы на склоновых землях в паровых полях и почвообрабатывающего орудия для его выполнения позволяет повысить экологическую безопасность территории, качество обработки почвы и ее влагообеспеченность. Это обеспечивается за счет выравнивания толщины верхнего плодородного слоя, сокращения потерь воды со стоком на 55–80% и значительного снижения смыва почвы на зяби и паровых полях в летний период, в сравнении с традиционными технологиями, применяемыми в производстве. Повышение влагообеспеченности почвы, сохранение и выравнивание плодородия по всей обработанной поверхности поля позволяют увеличить урожайность полевых культур, возделываемых в Поволжье на склоновых землях до 25%.

Ключевые слова: технологический процесс, почвообрабатывающее орудие, компенсационная обработка почвы, противозерозионная кулиса

SOIL CULTIVATION IN FALLOW FIELDS

Sokolov N.M., Streltsov S.B., Khudyakov V.V.

NIISH South-East, Saratov, e-mail: ariser @yandex.ru

To preserve fertility of fields located on sloping lands, increase the moisture supply and resistance to erosion, technology of soil protection and technical means used in agricultural production were analyzed. On the basis of research carried out in the Agricultural Research Institute for South-East Regions, a technological process for soil erosion control has been developed, ensuring the return of the upper fertile layer and the creation on the treated surface of the field of anti-erosion crest-stern wings with a high water-absorbing capacity at the fields located on the slopes. For the implementation of new technologies of compensatory tillage the method was developed for soil processing fallow fields in autumn (autumn ploughing) and in summer (patent RF № 2564849) and tillage tool for its implementation (patent RF № 2612211) as well. Experimental studies have established that the application of new method of soil processing on sloping lands in fallow fields and tillage tools for its implementation, allows increasing territory ecological safety, soil quality and moisture availability. It is achieved by equalizing the thickness of the topsoil layer, reducing water losses from runoff at 55–80% and a significant reduction in rinsing of soil on plowed fields and fallow fields in summer, in comparison with the traditional technologies used in production. Increasing of soil moisture storage, preservation and alignment of fertility across the treated surface of the field will increase the yield of field crops cultivated in the Volga region on sloping lands up to 25%.

Keywords: technological process, soil cultivating tools, compensatory tillage, anti-erosion wings

Производство растениеводческой продукции на склоновых землях в настоящее время базируется на использовании традиционных технологий и технических средств. Сельхозорудия, применяемые в склоновых агроландшафтах, практически не отличаются от технических средств, которые работают на равнинных полях [1].

В связи с этим полученный при обработке почвы такими техническими средствами пахотный слой не создает необходимые условия для регулирования поверхностного стока воды и процесса эрозии на склонах вследствие низкой водопроницаемости верхнего обработанного слоя почвы и его сопротивляемости размыву. Эта проблема

является наиболее острой в регионах, где имеют место глубокое промерзание почвы и частые зимние оттепели, такие условия снижают почвозащитную эффективность применяемых в производстве безотвального рыхления, щелевания зяби, создания на поверхности поля водоемкого микрорельефа и т.д. Образовавшаяся в таких условиях на пашне облесенная поверхность увеличивает потери талых вод на сток, вызывает ускоренную эрозию почв и снижает их плодородие [2–5].

Наибольшую опасность для потери почвенного плодородия представляют процессы водной эрозии от ливневых осадков на паровых полях. Пары, расположенные

на склоновых землях, являются самыми уязвимыми для эрозии. Ливневые дожди, выпадающие в весенне-летний период, когда на поле отсутствует растительный покров, могут причинить значительный ущерб. В условиях Саратовской области в среднем за вегетационный период выпадает один-два ливня, со средней интенсивностью дождя 0,15...0,3 мм/мин. В таких условиях потери воды на сток могут составлять 5–45 мм, а смыв почвы, на паровых участках со сложным рельефом, может достигать 10...50 т/га. После чего уровень их плодородия снижается на 25...40% [6].

В производстве для защиты паровых полей от эрозии возделывают буферные полосы из однолетних и многолетних трав. Их высевают полосами с интервалом 50...250 м друг от друга, поперек основного склона. Преимущество данной почвозащитной технологии заключается в том, что при буферном или полосном размещении полевых культур не требуется специальной техники и серьезных изменений в технологии возделывания полевых культур [7].

Однако склоновые участки, расположенные между буферными полосами, остаются незащищенными (лишенными растительности) в течение 4–5 месяцев в году. Поэтому возникает необходимость дополнительного повышения их противоэрозионной устойчивости.

В результате проведенных исследований в институте Юго-Востока разработан технологический процесс компенсационной обработки почвы на зяби и паровых полях, обеспечивающий возврат постоянно вверх по склону ранее смытого водной и технологической эрозией верхнего плодородного слоя и создание на обработанной поверхности поля противоэрозионных гребне-стерневых кулис с высокой водопоглощающей способностью.

Для осуществления новой технологии компенсационной обработки был разработан способ обработки почвы паровых полей в осенний (зяблевая вспашка) и в летний периоды, а также почвообрабатывающее орудие для его выполнения [8].

Предлагаемый способ обработки почвы в паровом поле осуществляют следующим образом. В осенний период почвообрабатывающим орудием выполняют рыхление почвы без оборота пласта, одновременно с этим на поверхности поля, поперек склона, из пожнивных остатков в смеси с почвой создают противоэрозионные гребне-стерневые кулисы, при этом под основанием кулис выполняют локальное почвоуглубление.

В весенний период, по мере отрастания сорняков, проводят первую культивацию парового поля. Одновременно с выполнением первой и последующих весенне-летних культиваций гребне-стерневые кулисы сохраняют на поверхности поля непосредственно до посева озимой пшеницы и перемещают при каждой культивации снизу вверх по склону на величину, соизмеримую с шириной гребне-стерневых кулис, при этом под основанием кулис при каждой весенне-летней культивации также выполняют локальное почвоуглубление.

Способ обработки почвы в паровом поле апробировался в условиях Саратовской области, на поле ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока», после уборки проса. Обрабатываемое паровое поле располагалось на склоновом участке с уклоном $\gamma = 3-5^\circ$. Почва – чернозем обыкновенный маломощный, влажность почвы в пахотном слое составляла 18,7%, твердость почвы – 1,7 МПа. Средняя высота стерни была равна 19,5 см, масса стерни 230 г/м². Зяблевая обработка почвы с образованием противоэрозионных гребне-стерневых кулис выполнялась почвообрабатывающим орудием (патент РФ № 2612211), дополнительно оснащенным щелерезами. Средняя глубина обработки почвы в паровом поле рыхляще-подрезающими рабочими органами составляла $a_1 = 15,3$ см, глубина локального почвоуглубления щелерезом под основанием кулис была равна $a_2 = 28,4$ см (рис. 1). Средняя ширина образованных кулис составила 27,8 см. Первая весенняя культивация в паровом поле проводилась почвообрабатывающим орудием, оснащенным плоскорезными лапками на глубину $a_3 = 10...12$ см в первой декаде мая. Глубина локального почвоуглубления щелерезами под основанием кулис составляла $a_2 = 22,3$ см. Влажность почвы по слоям при первой культивации составляла: 0–10 см – 19,7%; 10–20 см – 21,0%; 20–30 см – 23,1%. Твердость почвы была равна 1,4 МПа. При проведении первой весенней культивации образованные при осенней обработке гребне-стерневые кулисы перемещались на склоновом участке односторонними рабочими органами с отвальной поверхностью снизу вверх на величину равную 24,4 см. Вторая, третья и четвертая летние культивации в паровом поле проводились этим же почвообрабатывающим орудием. Глубина обработки плоскорезными лапками составляла $a_3 = 6...8$ см. Глубина локального почвоуглубления щелерезами под основанием кулис была равна $a_2 = 21,8...22,3$ см.

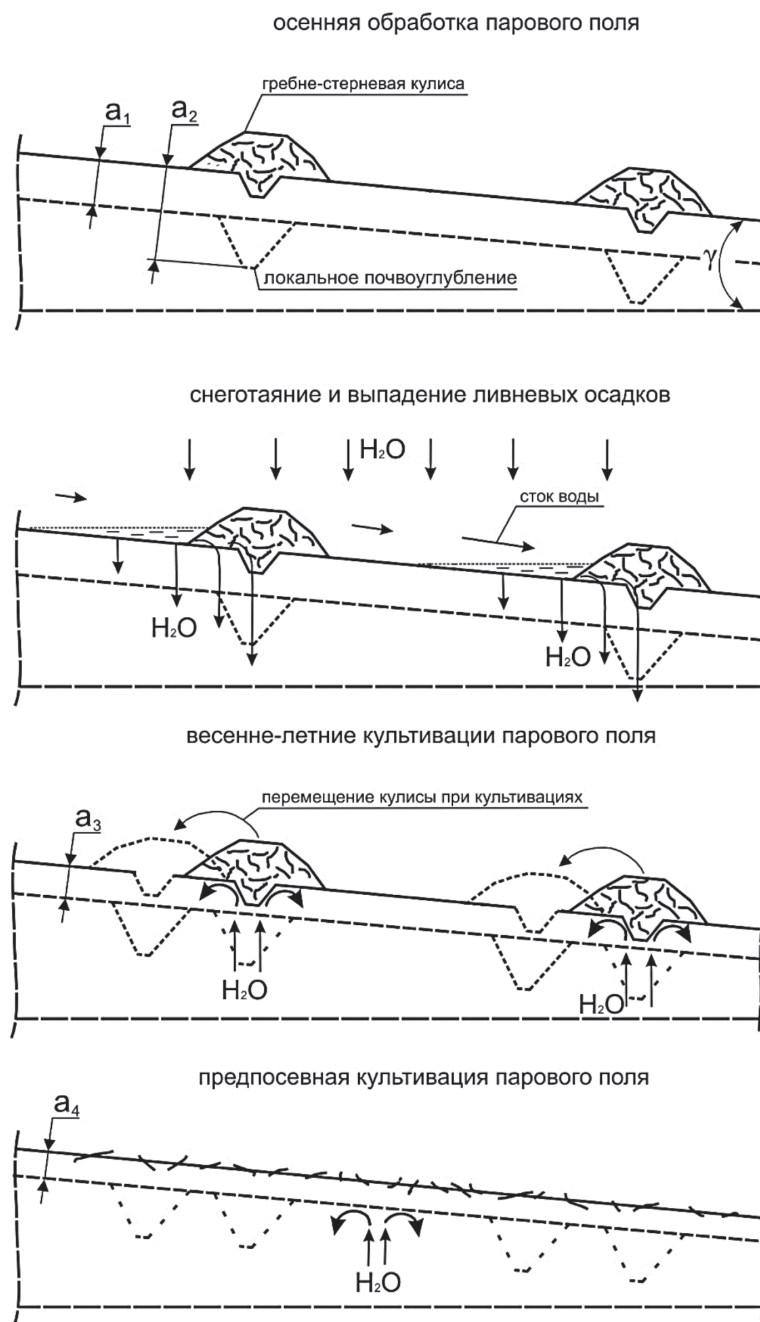


Рис. 1. Технологический процесс обработки почвы в паровом поле

Предпосевная культивация парового поля проводилась на глубину равную $a_4 = 6,3$ см (рис. 1). Она выполнялась культиватором КПС-4, укомплектованным боронами БЗТС-1,0. При проведении культивации сорняки полностью подрезались, при этом гребне-стерневые кулисы рабочими органами культиватора и боронами равномерно разравнивались по обработанной поверхности парового поля. После чего про-

водился посев озимой пшеницы сеялками СЗП-3,6. Посев проводили поперек склона.

Зяблевая обработка почвы в контрольном варианте выполнялась комбинированным агрегатом АПК-3 на глубину 16,2 см. Летние обработки пара проводились культиватором КПС-4, укомплектованным боронами БЗСС-1,0. Посев озимой пшеницы проводили поперек склона сеялками СЗП-3,6.

Таблица 1

Влияние способов обработки почвы на агроэкологические показатели
(в весенний период, уклон поля $\gamma = 3-5^\circ$ южной экспозиции)

Способ обработки	Высота снега, см	Сток талых вод, мм	Коэффициент стока	Смыв почвы, т/га	Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы, мм
Контроль	25,9	3,4	0,045	0,7	135,2
По новому способу обработки	25,9	1,9	0,024	0,3	139,5

Таблица 2

Влияние способов обработки почвы на агроэкологические показатели
(в летний период, уклон поля $\gamma = 3-5^\circ$ южной экспозиции)

Способ обработки	Количество осадков, выпавших за весенне-летний период, мм см	Сток ливневых вод, мм	Коэффициент стока	Смыв почвы, т/га	Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы, мм
Контроль	207,4	22,6	0,110	3,4	166,0
По новому способу обработки	207,4	3,4	0,016	0,2	180,7



Рис. 2. Общий вид парового поля в летний период

Агроэкологическая оценка изучаемого способа обработки почвы проводилась на стоковых площадках с использованием водосливов с треугольными вырезами. Критерием оценки качества обработки являлся поверхностный сток воды и смыв почвы, которые определялись по методике НИИСХ Юго-Востока и ВНИАЛМИ [9].

Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы на изучаемых вариантах определяли методом бурения и взятия образцов почвы во время посева озимой пшеницы.

Сравнение нового способа обработки почвы в паровом поле с контрольным вариантом показало (табл. 1, 2), что высота снежного покрова в обоих вариантах была одинаковой и составляла 25,9 см. Поверхностный сток талой воды и смыв почвы (эрозия) в весенний период за счет создания поперек склона противоэрозионных гребне-стерневых кулис и локального почвоуглубления, расположенного под их основанием, были ниже соответственно на 44,1 % и 57,1 %, чем в контрольном ва-

рианте. За счет снижения потерь воды при снеготаянии запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы в новом способе обработки были выше на 4,3 мм. В весенне-летний период 2017 г. на паровом поле выпало 5 интенсивных дождей, из них 2 дождя имели ливневый характер. Первый ливень на опытных участках прошел 25 мая, количество выпавших осадков при этом дожде было равно 39,4 мм, интенсивность дождя составила 0,21 мм/мин. Поверхностный сток воды и смыв почвы на паровом поле в контрольном варианте составили соответственно 14,8 мм и 2,9 т/га. В варианте, обработанном по новому способу, поверхностный сток воды и смыв почвы (эрозия) были равны соответственно 3,4 мм и 0,2 т/га. Второй ливневый дождь выпал 24 июня. Количество осадков при этом было равно 24,4 мм, интенсивность дождя составила 0,17 мм/мин. В таких условиях поверхностный сток воды и смыв почвы на паровом поле в контрольном варианте, составили 7,8 мм и 0,5 т/га. В варианте, обработанном по новому способу, поверхностный сток воды и смыв почвы отсутствовали. В остальных случаях, при выпадении дождей, сток воды и смыв почвы на сравниваемых способах обработки парового поля полностью отсутствовали. В результате снижения потерь воды на сток и ее сохранения в паровом поле запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы в новом способе, перед посевом озимой пшеницы, были выше на 14,7 мм.

Проведенные предварительные исследования показали, что повышение влагообеспеченности почвы, сохранение и выравнивание по толщине верхнего плодородного слоя на всей обработанной поверхности поля позволяет увеличить урожайность полевых культур на склоновых землях в Поволжье на 12–25 %.

Общий вид парового поля, обработанного по новому способу, представлен на рис. 2.

Выводы

Применяемые в производстве способы основной обработки почвы и технические средства для их выполнения не в полной мере отвечают агротехническим требованиям, особенно в плане защиты почв от эрозии и накопления атмосферных осадков, в итоге в отдельные годы в склоновых агроландшафтах на зяби и паровых полях со стоком теряется 5–45 мм воды и до 50 тонн почвы с гектара.

Экспериментальными исследованиями определены основные параметры создаваемых гребне-стерневых кулис: ширина 230...320 мм; высота 100...130 мм, расстояние между кулисами 550...650 мм. Глубина локального почвоуглубления под кулисами должна находиться в пределах 200...240 мм.

Разработанный способ обработки почвы в паровом поле, за счет создания на обработанной поверхности гребне-стерневых кулис позволяет снизить энергию водного потока и за счет этого сократить потери воды на сток на зяби на 44 % и смыв почвы на 57 %, на паровых полях при ливневых осадках соответственно на 19,2 мм и 3,2 т/га и повысить запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы на 14,7 мм, в сравнении со способом, применяемым в производстве.

Список литературы

1. Корчагин В.А. Новым технологиям – современные машины / В.А. Корчагин, Г.И. Шаяхметов, О.И. Горенин, М.В. Маврин // Научно-практическое руководство. – Самара: Самарский НИИСХ, 2007. – 107 с.
2. Есин А.И. Исследование процесса инфильтрации воды в неоднородной среде / А.И. Есин, Н.М. Соколов / Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2011. – № 11. – С. 28–30.
3. Соколов Н.М. Влияние параметров гребне-стерневых кулис на инфильтрацию воды в почву и эрозионный процесс / Н.М. Соколов, С.Б. Стрельцов, В.В. Худяков / Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 12–1. – С. 19–22.
4. Соколов Н.М. Исследование физико-механических свойств гребне-стерневых противозерозионных кулис / Н.М. Соколов, С.Б. Стрельцов // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2008. – № 9. – С. 31–33.
5. Соболев С.С. Развитие эрозионных процессов на территории Европейской части СССР и борьба с ними / С.С. Соболев. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1960. – Т. 2. – 360 с.
6. Шабаев А.И. Адаптивно-экологические системы земледелия в агроландшафтах Поволжья / А.И. Шабаев. – Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2003. – 284 с.
7. Шабаев А.И. Почвозащитное земледелие: Опыт, проблемы / А.И. Шабаев. – Саратов: Приволж. кн. изд-во, 1985. – 96 с.
8. Пат. 2564849 Российская Федерация. МПК А01В 79/02. Способ обработки почвы в паровом поле / Соколов Н.М., Шабаев А.И., Стрельцов С.Б., Худяков В.В.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока». – № 2014110300/13; заявл. 18.03.14; опубл. 10.10.15, Бюл. № 28. – 9 с.
9. Сурмач Г.П. К методике определения водопроницаемости почвы и ливневого стока / Г.П. Сурмач // Почвоведение. – 1962. – № 11. – С. 93.

References

1. Korchagin V.A. Novym tehnologijam sovremennye mashiny / V.A. Korchagin, G.I. Shajahmetov, O.I. Gorenin, M.V. Mavrin // Nauchno-prakticheskoe rukovodstvo. Samara: Samar-skij NIISH, 2007. 107 p.

2. Esin A.I. Issledovanie processa infiltracii vody v neodnorodnoj srede / A.I. Esin, N.M. Sokolov / Vestnik Saratovskogo gosagrouniversiteta im. N.I. Vavilova. 2011. no. 11. pp. 28–30.
3. Sokolov N.M. Vlijanie parametrov grebne-sternevyh kulis na infiltraciju vody v pochvu i jerozionnyj process / N.M. Sokolov, S.B. Strelcov, V.V. Hudjakov / Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamentalnyh issledovanij. 2015. no. 12–1. pp. 19–22.
4. Sokolov N.M. Issledovanie fiziko-mehanicheskikh svojstv grebne-sternevyh protivjerozionnyh kulis / N.M. Sokolov, S.B. Strelcov // Vestnik Saratovskogo gosagrouniversiteta im. N.I. Vavilova. 2008. no. 9. pp. 31–33.
5. Sobolev S.S. Razvitie jerozionnyh processov na territorii Evropejskoj chasti SSSR i borba s nimi / S.S. Sobolev. M.-L.: Izd-vo AN SSSR, 1960. T. 2. 360 p.
6. Shabaev A.I. Adaptivno-jekologicheskie sistemy zemledelija v agrolandschaftah Povolzhja / A.I. Shabaev. Saratov: FGOU VPO «Saratovskij GAU», 2003. 284 p.
7. Shabaev A.I. Pochvozashhitnoe zemledelie: Opyt, problemy / A.I. Shabaev. Saratov: Privolzh. kn. izd-vo, 1985. 96 p.
8. Pat. 2564849 Rossijskaja Federacija. MPK A01V 79/02. Sposob obrabotki pochvy v parovom pole / Sokolov N.M., Shabaev A.I., Strelcov S.B., Hudjakov V.V.; zajavitel i patentoobladatel Federalnoe gosudarstvennoe bjudzhetnoe nauchnoe uchrezhdenie «Nauchno-issledovatel'skij institut selskogo hozjajstva Jugo-Vostoka». no. 2014110300/13; zajavl. 18.03.14; opubl. 10.10.15, Bjul. no. 28. 9 p.
9. Surmach G.P. K metodike opredelenija vodopronicaemosti pochvy i livnevogo stoka / G.P. Surmach // Pochvovedenie. 1962. no. 11. pp. 93.

УДК 504.75:581.524(571.52)

**ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
В РЕСПУБЛИКЕ ТЫВА****Абалаков А.Д., Лысанова Г.И., Шеховцов А.И., Базарова Н.Б., Новикова Л.С.***ФГБУН «Институт географии им. В.Б. Сочавы» СО РАН, Иркутск, e-mail: ashekhov@irigs.irk.ru*

Республика Тыва представляет уникальный регион, расположенный в центральной части Азии, входящий в состав Алтае-Саянской горной области. По решению ЮНЕСКО Тыва отнесена к 200 приоритетным экорегионам планеты. Ее территория характеризуется ландшафтным разнообразием и обладает значительным природно-ресурсным потенциалом. Это горная страна, большую часть которой занимают хребты, разделенные межгорными котловинами. Здесь представлена специфическая флора и фауна. Большая часть населения ведет традиционный образ жизни. Основная специализация природопользования – сельское хозяйство (преимущественно пастбищное животноводство) и горнодобывающая промышленность. Горное производство развивается на базе месторождений цветных металлов, асбеста, каменного угля, золота и других полезных ископаемых. Оно оказывает негативное воздействие на состояние окружающей среды. В сельском хозяйстве доминируют мясное скотоводство, овцеводство, козоводство и коневодство. Приведены сведения о минерально-сырьевых, земельных, водных, лесных, рекреационных и охотничье-промысловых ресурсах, рассмотрены направления природопользования, современное состояние и перспективы развития. Составлена карта, демонстрирующая административно-территориальное деление, сельскохозяйственную специализацию районов. Показаны основные месторождения полезных ископаемых, их освоенность. Выделены районы традиционного природопользования, где малочисленные коренные народы занимаются адаптированными к местным условиям видами сельского хозяйства. Отмечено, что большая часть доходов в республике формируется за счет животноводства. Подробно рассмотрен туристско-рекреационный потенциал Тывы: ландшафты, гидроресурсы, гидроминеральные ресурсы, биоресурсы. Республика обладает уникальными культурными и историческими объектами для развития туристско-рекреационной деятельности, однако здесь незначительно развиты сферы гостиничного и туристского бизнеса. Особое значение имеет традиционное природопользование – охота, рыболовство и кочевое скотоводство. Для устойчивого социально-экономического развития республики необходимо сохранение традиционного уклада жизни проживающих здесь коренных народов.

Ключевые слова: природные ресурсы, природопользование, проблемы, пути решения**NATURAL RESOURCES AND THEIR USE IN REPUBLIC OF TYVA****Abalakov A.D., Lysanova G.I., Shekhovtsov A.I., Bazarova N.B., Novikova L.S.***Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, e-mail: ashekhov@irigs.irk.ru*

Tuva is a unique region, located in the Central part of Asia, part of the Altai-Sayan region. UNESCO Tuva related to 200 priority ecoregions of the planet. Its territory is characterised by landscape diversity and has significant natural resource potential. It is a mountainous country, most of which is occupied by mountain ranges separated by intermountain basins. Here are the specific flora and fauna. The majority of the population leads a traditional lifestyle. Specializes in environmental management – agriculture (mainly grazing livestock) and mining. Mining production has developed on the basis of deposits of nonferrous metals, asbestos, coal, gold and other minerals. It has a negative impact on the environment. Agriculture is dominated by beef cattle, sheep, goats and horse breeding. Provides information on the mineral resources, land, water, forests, recreation and hunting resources, the directions of nature, current state and prospects of development. A map showing the administrative divisions, agricultural areas of specialization. Shows the main mineral deposits and their development. The main areas of traditional nature management, where indigenous peoples are engaged in are adapted to local conditions types of agriculture. Noted that most of the revenue in the Republic are formed at the expense of livestock. Discussed in detail tourist and recreational potential of Tuva: landscapes, water resources, hydro resources, bio-resources. The country has a unique cultural and historical objects for the development of tourism and recreational activities, however weakly developed sphere of hotel and tourist business. Of particular importance to traditional land use – hunting, fishing and nomadic herding. For sustainable socio-economic development of the Republic it is necessary to preserve the traditional way of life living here indigenous peoples.

Keywords: natural resources, environmental management, problems and solutions

Тыва расположена в центре Азии, имеет выгодное географическое положение – граничит с Монголией, республиками Алтай, Хакасия и Бурятия, Красноярским краем и Иркутской областью. В республике сложные климатические и рельефные условия для ведения хозяйственной деятельности. Тыва отделена от соседних регионов горными хребтами и находится в горно-котловинной местности, что и обу-

славливает резко континентальный климат в регионе.

Основу природно-ресурсного потенциала Республики Тыва составляют минерально-сырьевые и сельскохозяйственные ресурсы. Значительное место в его структуре принадлежит земельным, водным, лесным, рекреационным и охотничье-промысловым ресурсам. Природно-ресурсный потенциал и его территориальная дифференциация яв-

ляются основой формирования региональных форм природопользования [1, 2].

Природные ресурсы и природопользование

В статье дается характеристика представленных в Республике природных ресурсов, раскрываются направления их использования, что отражено на карте (рисунок). Рассматриваются возникающие при этом проблемные ситуации и пути решения. В регионе имеется возможность развития горнодобывающей отрасли и за счет ввода в эксплуатацию новых месторождений при развитии транспортной и энергетической инфраструктур. Тыва является одним из наиболее экологически чистых регионов России, концепция экологически ориентированного природопользования должна включать формирование рекреационной инфраструктуры, интенсификацию животноводства для получения экологически чистой продукции. В республике находятся большие запасы неиспользуемых полезных ископаемых; уникальных природных и исторических объектов; также не используются многовековые традиции для развития животноводства в связи с отсутствием эффективной системы переработки продукции. Слабо осуществляется внешнеторговая деятельность приграничного региона. Сейчас Тыва представляет собой один из немногих российских регионов «нереализованных возможностей» [2–5].

Минерально-сырьевые ресурсы и их использование

Минерально-сырьевые ресурсы Республики Тыва характеризуются большим разнообразием видов полезных ископаемых [6, 7]. Здесь разведаны месторождения коксующихся и энергетического угля, черных, цветных, редких и благородных металлов, нерудного сырья, пресных и минеральных подземных вод, минерального строительного сырья. На их базе могут развиваться крупные горнопромышленные комплексы. Горное производство является основной отраслью промышленности республики.

В центральной части Тывы расположен Улуг-Хемский каменноугольный бассейн, заключающий 95% балансовых запасов каменного угля республики. Угли характеризуются низкой природной зольностью, низким содержанием серы и фосфора. Для них свойственна легкая обогатимость и уникальная спекаемость. Они являются лучшими на российском рынке и в мире

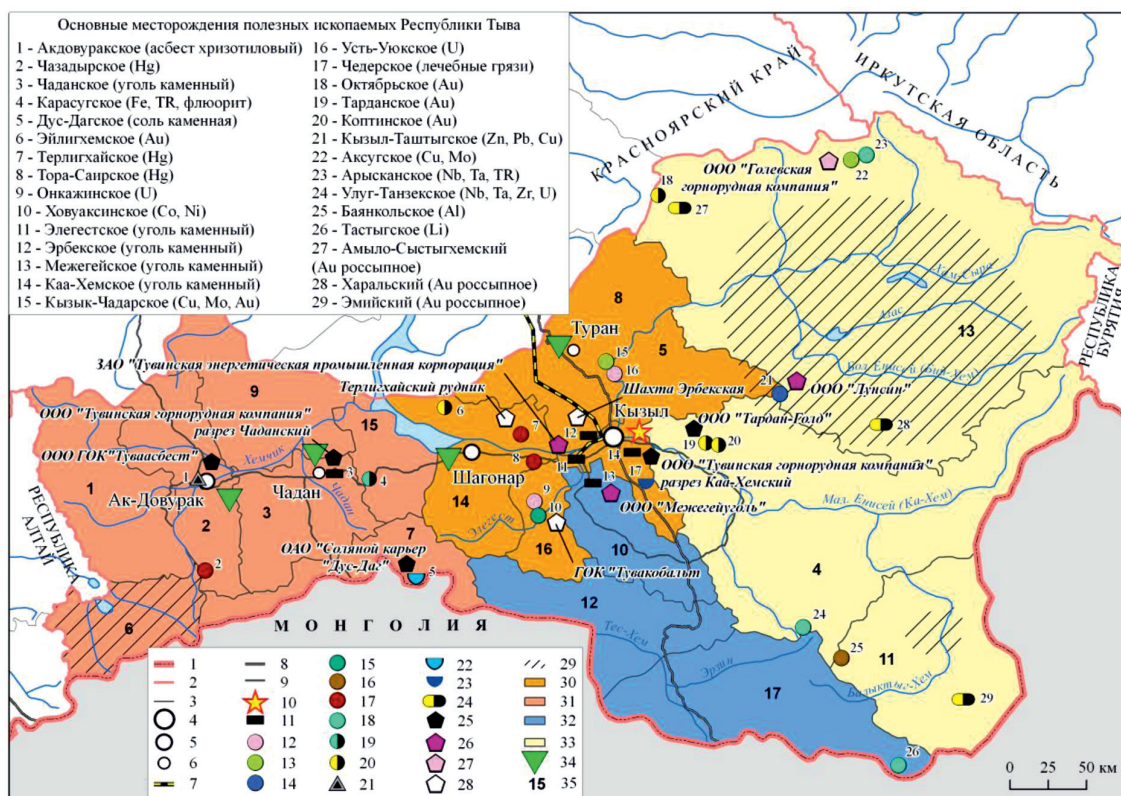
видами коксующихся углей. В настоящее время разрабатываются открытым способом Каа-Хемское, Чаданское (ООО «Туvinская горнорудная компания»), Межегейское (ООО «Межегейуголь») и Элегестское (ООО «Туvinская энергетическая промышленная корпорация») месторождения [2]. Существует ряд проектов по созданию на месторождениях Улуг-Хемского бассейна угледобывающих и перерабатывающих предприятий с высоким уровнем рентабельности и коротким сроком окупаемости инвестиций. Суммарная мощность этих предприятий могла бы составить 20–25 млн т в год коксового концентрата. Возможность начала строительства шахт и обоганительных фабрик сдерживается отсутствием железной дороги к Республике Тыва и, соответственно, к месторождениям.

Республика Тыва занимает третье место в России по запасам урана, значительная часть которых сосредоточена в комплексных рудах крупного Улуг-Танзекского редкометалльного месторождения. Из месторождений цветных металлов наиболее значимыми являются Ак-Сугское медно-молибденовое, Кызыл-Таштыгское полиметаллическое, Хову-Аксинское кобальт-никелевое, Баянкольское алюминиевых руд и Терлигхайское ртутное месторождения.

На Ак-Сугском месторождении планируется строительство рудника с годовой производительностью по руде 14 млн т в год. Предполагается открытый способ разработки месторождения и выпуск конечной продукции в виде концентратов меди с золотом и серебром и молибдена с рением.

Лицензия на добычу полиметаллических руд на Кызыл-Таштыгском месторождении принадлежит ООО «Лунсин». Предполагается комбинированный способ отработки месторождения. Основная товарная продукция – свинцовый, цинковый и медный концентраты. В 2013 г. ООО «Лунсин» осуществляло строительство объектов инфраструктуры горнодобывающего предприятия, проводились вскрышные и добычные работы (добыто 303,3 тыс. т руды). После ввода в эксплуатацию горно-обоганительного комбината переработка руды составит 1 млн т в год [6, 2].

На базе Хову-Аксинского месторождения в 1970 г. был построен и до 1991 г. действовал ГОК «Тувакобальт» с производительностью по руде 75 тыс. т и 250 т кобальта в концентрате. В настоящее время комбинат закрыт, месторождение законсервировано.



Основные виды природных ресурсов и природопользования. Условные обозначения. Границы: 1 – Российской Федерации, 2 – регионов, 3 – кожуунов. Населенные пункты по числу жителей, тыс. чел.: 4 – более 100, 5 – 10–100, 6 – менее 10. Транспортные коммуникации: 7 – железная дорога проектируемая, 8 – автомобильные дороги федерального значения, 9 – автомобильные дороги регионального значения. 10 – Кызылская ТЭЦ. Месторождения полезных ископаемых: 11 – каменного угля; 12 – урана; 13 – меди, молибдена; 14 – цинка, свинца, меди; 15 – кобальта, никеля; 16 – алюминия; 17 – ртути; 18 – редких металлов и редкоземельных элементов; 19 – железа и редкоземельных элементов; 20 – золота; 21 – хризотил-асбеста; 22 – каменной соли; 23 – лечебных грязей; 24 – золотороссыпные узлы. Горнодобывающие предприятия: 25 – действующие стабильные, 26 – действующие с перспективой роста, 27 – проектируемые, 28 – законсервированные.

29 – основные районы традиционного природопользования. Сельскохозяйственная специализация: 30 – мясо-молочное скотоводство, мясошерстное овцеводство, пригородное овощекартофельное производство; 31 – мясное скотоводство, мясошерстное овцеводство, козоводство и яководство; 32 – грубошерстное овцеводство, мясное скотоводство, козоводство и табунное коневодство; 33 – мясо-молочное скотоводство и оленеводство. 34 – очаги земледелия.

35 – номера кожуунов: 1 – Бай-Тайгинский, 2 – Барун-Хемчикский, 3 – Дзун-Хемчикский, 4 – Каа-Хемский, 5 – Кызылский, 6 – Монгун-Тайгинский, 7 – Овюрский, 8 – Пий-Хемский, 9 – Сут-Хольский, 10 – Тандинский, 11 – Тере-Хольский, 12 – Тес-Хемский, 13 – Тоджинский, 14 – Улуг-Хемский, 15 – Чаа-Хольский, 16 – Чеди-Хольский, 17 – Эрзинский

В республике выявлено более 50 месторождений и рудопроявлений редких металлов. Наиболее крупные из них разведаны и подготовлены к освоению. Промышленные запасы этих месторождений по танталу, ниобию, цирконию, гафнию, литию, редким землям и урану составляют от 10 до 35% от общероссийских [7]. Здесь находятся Улуг-Танзекское редкометалльное (наиболее крупное в России, в его недрах сосредоточено около 30% балансовых запасов диоксида циркония РФ), Арысканское редкоземель-

ное, Тастыгское литиевое (самое богатое по содержанию оксида лития в нашей стране) и Карасугское комплексное железорудно-редкоземельное месторождения (расположено в относительно развитой части Тывы).

В республике известно несколько собственнo золоторудных месторождений, преимущественно мелких по запасам; кроме того, золото в значительном количестве содержится в полиметаллических рудах Кызыл-Таштыгского и Ак-Сугского медно-порфирового месторождений.

В настоящее время ООО «Тардан Голд» разрабатывает открытым способом Тарданское месторождение.

Неметаллические полезные ископаемые на территории представлены месторождениями асбеста, гипса, барита, флюорита, поделочных камней, каменной соли, различного минерального строительного сырья. Актотваское (Ак-Довуракское) месторождение хризотил-асбеста эксплуатируется с 1964 г. Дус-Дагское месторождение разрабатывается ООО «Соляной карьер Дус-Даг» для нужд местного животноводства.

Число месторождений и их запасы на территории Тывы большие, спектр полезных ископаемых, находящихся в недрах республики, широкий. Однако степень вовлечения в добычу и переработку полезных ископаемых низкая. Большинство месторождений находится в труднодоступных местах, с легко ранимой природой. Их разработка сопровождается нарушением окружающей среды, при этом значительная часть доходов уходит за пределы республики.

Водные ресурсы и их использование

Водные ресурсы представлены большим количеством больших и малых рек, соленых и пресных озер, Саяно-Шушенским водохранилищем и богатыми запасами минеральных вод. Интегральный водный потенциал рек оценивается по сумме четырех частных показателей: водоснабженческого, гидроэнергетического, воднотранспортного, рыбохозяйственного, которые достаточно полно отражают основные направления водопользования в регионе на современном этапе.

По величине интегрального потенциала выделяется пять классов. На территории Тывы в класс с исключительно высоким потенциалом входит участок Енисея ниже г. Кызыла. Очень высоким потенциалом характеризуются реки Большой и Малый Енисей в нижнем течении. Верховья рек относятся к классам с пониженными значениями водного потенциала. Воднотранспортное значение для республики имеет Енисей с водохранилищем Саяно-Шушенской ГЭС. Рыбохозяйственное значение рек незначительное, но они пригодны для спортивного рыболовства. В республике действовало 67 оросительных систем площадью 32 тыс. га. Основные массивы орошаемых земель сосредоточены в засушливых Улуг-Хемской, Хемчикской и в меньшей мере в Убсу-Нурской котловинах. В настоящее время многие оросительные системы пришли в упадок.

Большинство крупных населенных пунктов в Тыве расположено в долинах рек Енисей, Малый и Большой Енисей, а также Элегест и Хемчик. Однако при высоком водном потенциале рек республика испытывает дефицит электроэнергии. Надежное электроснабжение электроэнергией населенных пунктов в удаленных районах и на конечных участках магистральных линий электропередачи может осуществляться за счет МГЭС (малых гидроэлектростанций). Специалистами компании МНТО «ИНСЭТ» разработана концепция развития и схемы размещения объектов малой гидроэнергетики Республики Тыва – 18 МГЭС на 20 МВт. Это будет способствовать достижению экономической и социальной стабильности в населенных пунктах, которые до настоящего времени не подключены к единой энергетической системе, снижению дотационности регионов, связанной с закупкой и завозом топлива в труднодоступные районы. Выработка электроэнергии на малых ГЭС позволит удовлетворить потребности районов Тывы, экономика которых ориентирована на сельхозпроизводство. Строительство малых ГЭС обеспечит эффективное использование водных ресурсов рек в целях водоснабжения, рыболовства, транспорта.

Лесные ресурсы и лесопользование

Более половины территории Тывы покрыто лесами – 8070,9 тыс. га. Из общей площади (11 371,2 тыс. га) лесного фонда республики наибольшие площади земель лесного фонда и земель иных категорий, на которых расположены леса, приходится на Тоджинский и Каа-Хемский кожууны. Расчетная лесосека республики составляет 2405,6 тыс. м³, в том числе 2148,9 тыс. м³ по хвойному хозяйству и 256,7 тыс. м³ по мягколиственному. Общие запасы древесины составляют более 1 млрд м³. Основные лесные ресурсы сосредоточены в ее северо-восточных районах [2].

Главным видом использования лесных ресурсов является заготовка древесины. В 2010 г. заготовлено 2405,6 тыс. м³ древесины. По данным Государственного лесного реестра площадь земель лесного фонда на 1 января 2015 г. составляла 10882,9 тыс. га. Лесной растительностью покрыто 8071,4 тыс. га [2, 8]. Лесосырьевая база способна удовлетворить потребности не только республики, но и соседних регионов. Однако интенсивность лесопользования, которая определяется по освоению расчетной лесосеки на землях лесного фон-

да в Тыве, очень низкая – от 5 до 10 %. Это свидетельствует о проблемах эффективного лесопользования в сложных горных, труднодоступных и удаленных районах, где сосредоточены основные массивы лесных ресурсов. Улучшение состояния может быть достигнуто только с развитием дорожной инфраструктуры и лесоперерабатывающей промышленности, которая представлена лишь мелкими лесозаготовительными и лесоперерабатывающими предприятиями.

*Аграрные ресурсы
и сельскохозяйственное производство*

В соответствии с данными государственной статистической отчетности площадь земельного фонда Республики Тыва на 1 января 2014 г. составляет 16 860,4 тыс. га. Земельные ресурсы обеспечивают важнейшую отрасль экономики Тывы – сельское хозяйство, в котором главную роль играет животноводство, в значительно меньшей мере растениеводство, так как республика находится в зоне рискованного земледелия. В целом в Тыве сельскохозяйственные угодья занимают более 3871,1 тыс. га, или 23 % ее территории, в том числе пастбищ и выгонов – 3461 тыс. га, сенокосов – 77 тыс. га, пашни – 233 тыс. га.

Животноводство представлено овцеводством и мясо-молочным скотоводством, выращивают коз и лошадей, разводят оленей, яков, верблюдов. Традиционно приоритетным является развитие отгонного животноводства. На пастбищах круглый год ведется выпас мелкого и крупного рогатого скота.

Сдерживающими факторами развития сельского хозяйства являются проблемы заготовки, транспортировки, переработки и сбыта продукции. Ухудшился породный состав, следствием чего стало снижение производительности и качества продукции животноводства. Разрушена инфраструктура большинства коллективных хозяйств, ранее занимавшихся сельскохозяйственной деятельностью. Решение проблемы видится в воссоздании агропромышленного комплекса и государственной поддержке местных сельхозпроизводителей.

*Охотничье-промысловые и рыбные
ресурсы и их использование*

Главные охотничье-промысловые виды животных – соболь, белка, горностай, колонок, лисица, заяц и копытные (косуля, марал, кабарга, лось). Хищники представлены медведем, волком, рысью, росомахой,

барсом. Многочисленны птицы – тетерев, рябчик, глухарь, гуси, утки, куропатка бородатая, дрофа. В целях обогащения фауны была осуществлена акклиматизация ценных промысловых видов животных: бобра, баргузинского соболя, ондатры, норки, енотовидной собаки, белки-телеутки.

По данным учетных работ в 2014 г. численность охотничьих ресурсов по основным видам животных и птиц составила: лось – 4823, марал – 10317, косуля – 20283, кабарга – 15192, кабан – 8334, сибирский горный козел – 2000, бурый медведь – 1272, соболь – 22407, волк – 1374, лисица – 2778, росомаха – 612, рысь – 705, колонок – 2192, горностай – 4817, белка – 70917, заяц-беляк – 29500, барсук – 5293, глухарь – 73919, тетерев – 80565, рябчик – 451318, белая куропатка – 200493, тундрная куропатка – 200493, бородатая куропатка – 522869. Численность охотничьих ресурсов является относительно стабильной и остается на среднем многолетнем уровне [2].

Большинство рек республики относится к рыбохозяйственным водоемам высшей категории. В реках бассейна реки Енисей водятся ленок, хариус и таймень. В затоках и старицах обитают окунь, щука, сибирская плотва, язь, лещ; в озерах – щука, окунь, хариус, пелядь, сиг, язь, плотва, налим, елец. В Саяно-Шушенском водохранилище представлены преимущественно малоценные виды: плотва, окунь, щука, налим, лещ, язь. В целом по республике промысловое значение имеют 10 видов рыб: пелядь, сиг, хариус, плотва, язь, налим, щука, окунь, лещ, осман [2].

К числу наиболее важных проблем ведения охотничьего хозяйства относится снижение эффективности использования его ресурсов.

Освоение лимитов добычи по основным видам охотничьих ресурсов находится на низком уровне и не превышает 30 процентов. В то же время численность многих охотничьих ресурсов далека от биологической продуктивности популяций и экологической емкости угодий. Суммарная численность копытных животных значительно ниже потенциально возможной. Существенный разрыв между фактической численностью охотничьих ресурсов и расчетной создают следующие основные факторы: высокая численность хищников, прежде всего волка; высокий уровень браконьерства; отсутствие долгосрочных охотпользователей; низкий уровень качества осуществления мониторинга охотничьих ресурсов и среды

их обитания с целью планирования освоения ресурсов и подготовки инфраструктуры к ведению добычи, переработки и реализации товарной продукции; недостаток финансового и материально-технического обеспечения.

Пути решения проблемы – восстановление промыслово-охотничьих хозяйств, усиление охотничьей охраны, включая общественный контроль, борьба с браконьерством, волками, развитие охотничьего туризма на базе местных турфирм.

Туристско-рекреационный потенциал и его использование

Ландшафты. Высокую рекреационную значимость имеет сложный природный комплекс, включающий горные и долинные ландшафты с проявлениями высотной поясности, древнего и современного оледенения, вулканической деятельности. Таежные и гольцовые ландшафты гор сочетаются с аридными степными и полупустынными ландшафтами днищ и южных склонов котловин.

Гидроресурсы. В республике более 8 тысяч рек. Самыми крупными являются Енисей и Хемчик. Большинство рек принадлежат бассейну Верхнего Енисея. Лишь реки южных склонов хребтов Танну-Ола и Сengiленa питают бессточные впадины озера Убсу-Нур [2]. На реках Тывы множество водопадов. Наиболее крупные и известные Бий-Хемский, Хамсыринский, Дототский. Популярные маршруты проходят по рекам Бий-Хему, Улуг-Оо, Серлиг-Хему, Кызыл-Хему, Балыктыг-Хему, Каа-Хему, Хам-Сыре, Хемчику. Некоторые из них представляют интерес для спортивного сплава.

В Тыве 11 солено-грязевых и более 8 пресных озер общей площадью более 300 км². Самые крупные озера – Чагытай, Чедер и Тере-Холь. Большое количество озер в степной Убсунурской котловине на юге республики. Саяно-Шушенское водохранилище – очень популярное у туристов место. По нему проводятся рыбацкие туры и прогулки на катерах.

Гидроминеральные ресурсы. Имеются воды различных минеральных групп: углекислых (холодных и термальных), кремнистых термальных, радоновых, сульфидных кислых железистых. В бальнеологических целях на курортах «Чедер» и «Уш-Бельдир» применяются минеральные воды Уш-Бельдирского и Чедерского месторождений. На базе минеральных источников и горячих ключей «Аржаан Чойган», «Аржаан Тарыс»

планируется создание природных парков и бальнеологических курортов.

Биоресурсы. Видовое разнообразие животного мира представлено 89 видами млекопитающих, примерно 380 видами и подвидами птиц, 9 видами рептилий и амфибий, приблизительно 40 видами и подвидами рыб. Более 120 видов позвоночных животных относятся к редким и исчезающим либо являются эндемиками Тывы. Основное видовое разнообразие Алтае-Саянского экорегиона, к которому относится территории Тывы, сосредоточено на границе южносибирской тайги и центрально-азиатских пустынь [2]. Алтайский осман – эндемик озер Убсунурской котловины. В других водоемах представлено большое количество промысловых видов рыб: сиби́рский и монгольский хариусы, таймень, ленок, сиг, окунь, щука, язь и другие.

Культурно-исторический потенциал

Тыву образно называют «сердцем Азии», так как она расположена в центральной части азиатского материка. В Кызыле построен обелиск «Центр Азии». Здесь же находится национальный музей Республики Тыва им. Алдан-Маадыр. Этнокультурный комплекс «Алдын-Булак» расположен в 45 км от города Кызыла в западном направлении трассы Кызыл – Шагонар на берегу реки Улуг-Хем. Древнейший памятник скифской культуры – Курган Аржаан. Памятники орхоно-енисейской письменности – наскальные письмена. Буддийские монастыри поддерживают национальные тувинские традиции. В Турано-Уюкской котловине расположена «Долина царей», здесь много курганов, которые являются могилами родовых и племенных вождей скифских времен. На юго-востоке республики на озере Тере-Холь находится остров с развалинами уйгурской крепости Пор-Бажын.

Сохранились сооружения «дороги Чингисхана», которая проложена по отвесным обрывистым берегам над Енисеем протяженностью около 80 км. В Тыве представлены три религии: православие, шаманизм и ламаизм (буддизм). Действует 17 буддийских храмов и один буддийский монастырь. Город Кызыл является центром шаманской культуры; действует шаманская клиника, она же «Центральная организация шаманов Республики Тыва «Тос Дээр»». В городе находятся буддийский храм «Чеченлиг», храмовый комплекс «Устуу-Хурээ».

Прорабатывается вопрос создания особой экономической зоны туристско-рекреа-

ционного типа на озерах Чадер и Дус-Холь, обладающих запасами лечебных грязей и воды, идентичной по составу воде Мертвого моря [9].

При уникальных природных, культурных и исторических объектах для развития туристско-рекреационной деятельности уровень развития туристской и санаторно-курортной сферы низкий и не соответствует потенциалу республики. Наблюдается снижение туристских потоков в связи с неразвитостью сферы гостиничного и туристского бизнеса. Туризм в Тыве должен стать основой социально-экономического развития.

Традиционное природопользование

Традиционное природопользование – использование природных ресурсов аборигенным населением в процессе ведения традиционного (обычно экстенсивного) хозяйства, обуславливающего образ жизни этого населения.

В Тыве коренные малочисленные народы, ведущие традиционный образ жизни, проживают на территории Монгун-Тайгинского, Тоджинского кожуунов и Шынааской сельской администрации Тере-Хольского кожууна, их численность свыше 5 тыс. чел. Эти территории (без Шынааской сельской администрации) относятся к районам Крайнего Севера и приравненным к ним местностям.

Традиционное хозяйство в Тыве является преимущественно скотоводческо-охотничье-промысловым. Характерными примерами традиционного природопользования являются Монгун-Тайгинский и Тоджинский кожууны [10, 11].

Доминирующей отраслью хозяйства Монгун-Тайгинского кожууна является кочевое скотоводство, в наибольшей степени приспособленное к местным особенностям: климатическим, орографическим, ландшафтным и т.п. Здесь разводят овец, коз, крупный рогатый скот, лошадей и сарлыков (яков). Основой кочевого хозяйства является мелкий рогатый скот, так как обширная территория сухостепных, полупустынных и высокогорных пастбищ способствовала разведению этих неприхотливых видов животных.

К территориям проживания коренных малочисленных народов отнесены пять сумонов Тоджинского кожууна – Азасский, Ий, Сыстыг-Хем, Чазалары и Ырбан. В них основной традиционной формой природопользования является оленевод-

ство. Принято несколько постановлений правительства по его развитию. Преодолев сложности переходного к рынку периода, в республике удалось снизить кризисные явления. Происходит устойчивый рост поголовья скота в частном секторе, усиливается малый бизнес.

Правительство Республики Тыва принимает активное участие в работе по обеспечению экономического и социального развития коренных малочисленных народов. Особое внимание уделяется осуществлению программы экономического и социального развития коренных малочисленных народов республики [9, 12]. Эти программы направлены на обеспечение гарантий прав коренных малочисленных народов (малочисленных этнических общностей), включая поддержку их экономического, социального и культурного развития, защиту исконной среды обитания и традиционного образа жизни. Главная цель этой программы заключается в создании условий для саморазвития и самообеспечения коренных малочисленных народов в местах компактного проживания, развитие сырьевой и производственно-технологической базы традиционных отраслей, создание факторий, предприятий по переработке сырья. Сказанное позволит при соответствующей государственной поддержке сохранить традиционный уклад жизни и хозяйствования – оленеводство, охотничий и рыболовный промыслы, сбор дикорастущей продукции и лекарственного сырья, изготовление сувенирной и иной продукции.

Заключение

Конкурентными преимуществами природопользования Республики Тыва являются богатая минерально-сырьевая база, большие запасы лесного фонда, гидроэнергетический потенциал рек; рекреационный и туристический потенциал, приграничное положение с Монголией, прохождение через Тыву авиатранспортного коридора и автодороги, связывающей Россию, Монголию и Китай.

Условие устойчивого социально-экономического развития республики – сохранение и поддержание традиционного природопользования при опережающем развитии производственной сферы, прежде всего обрабатывающего комплекса и инновационных производств. Для этого необходимо создание транспортной инфраструктуры, обеспечение электроэнергией, привлечение местного населения, решение экологиче-

ских проблем. Выполненное исследование позволяет сделать вывод о том, что реализация рассмотренных мер будет способствовать эффективному использованию природного потенциала Тывы.

Список литературы

1. География Сибири в начале XXI века: в 6 т. – Т. 4. Природопользование. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2014. – 355 с.
2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Республики Тыва в 2013 году». – Кызыл, 2014. – 187 с.
3. Дабиев Д.Ф. Современное положение и перспективы социально-экономического развития Тувы // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 11. – С. 400–403.
4. Монгуш С.П. Проблемы природопользования в Туве // Universum: Экономика и юриспруденция: электрон. научн. журн. – 2015. – № 8 (19). URL: <http://7universum.com/ru/economy/archive/item/2466>.
5. Постановление Правительства Республики Тыва от 4 апреля 2007 года № 442 «О проекте Стратегии социально-экономического развития Республики Тыва до 2020 года». – Кызыл, 2007. – 148 с.
6. Государственный доклад «О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2013 году». – М., 2014. – 387 с.
7. Грецищев О.К. К вопросу об условиях формирования редкометалльных месторождений Тувы как крупной редкометалльной провинции России (краткий обзор) // Геология и металлогения. – 2012. – Вып. 12. – С. 49–52.
8. Лесной план Республики Тыва № 54 от 31.03.2015. – Кызыл, 2015. – 246 с.
9. Балакина Г.Ф. Депрессивные регионы: формирование стратегий социально-экономического развития. – Кызыл: ТуВИКОПР СО РАН, 2012. – 218 с.
10. Доржум М.С., Кучумова И.И. Традиционное природопользование Тоджинского Кожууна Республики Тыва (на примере оленеводства) // Успехи современной науки. – 2016. – Т. 10, № 11. – С. 64–67.
11. Сат А.М. Традиционное природопользование юго-западной части Тывы (на примере Монгун-Тайгинского кожууна) // Вестник Тувинского государственного университета, естественные и сельскохозяйственные науки. – 2016. – № 2. – С. 66–71.
12. Постановление Правительства Республики Тыва от 11 сентября 2012 г. № 489 Республиканская целевая про-

грамма «Экономическое и социальное развитие коренного малочисленного народа Республики Тыва на 2013–2015 годы». – Кызыл, 2012. – 132 с.

References

1. Geografija Sibiri v nachale XXI veka: v 6 t. T. 4. Prirodopolzovanie. Novosibirsk: Akademicheskoe izd-vo «Geo», 2014. 355 p.
2. Gosudarstvennyj doklad «O sostojanii i ob ohrane okruzhajushhej sredy Respubliki Tyva v 2013 godu». Kyzyl, 2014. 187 p.
3. Dabiev D.F. Sovremennoe polozhenie i perspektivy socialno-jekonomicheskogo raz-vitija Tuvy // Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamentalnyh issledovanij. 2014. no. 11. pp. 400–403.
4. Mongush S.P. Problemy prirodopolzovanija v Tuve // Universum: Jeko-nomika i jurisprudencija: jelektron. nauchn. zhurn. 2015. no. 8 (19). URL: <http://7universum.com/ru/economy/archive/item/2466>.
5. Postanovlenie Pravitelstva Respubliki Tyva ot 4 aprelja 2007 goda no. 442 «O pro-ekte Strategii socialno-jekonomicheskogo razvitija Respubliki Tyva do 2020 goda». Kyzyl, 2007. 148 p.
6. Gosudarstvennyj doklad «O sostojanii i ispolzovanii mineralno-syrevykh resursov Rossijskoj Federacii v 2013 godu». M., 2014. 387 p.
7. Grechishhev O.K. K voprosu ob uslovijah formirovanija redkometallnyh mestorozhde-nij Tuvy kak krupnoj redkometallnoj provincii Rossii (kratkij obzor) // Geologija i metallogeniya. 2012. Vyp. 12. pp. 49–52.
8. Lesnoj plan Respubliki Tyva no. 54 ot 31.03.2015. Kyzyl, 2015. 246 p.
9. Balakina G.F. Depressivnye regiony: formirovanie strategij socialno-jekonomicheskogo razvitija. Kyzyl: TuvIKOPR SO RAN, 2012. 218 p.
10. Dorzhum M.S., Kuchumova I.I. Tradicionnoe prirodopolzovanie Todzhinskogo Ko-zhuuna Respubliki Tyva (na primere olenevodstva) // Uspehi sovremennoj nauki. 2016. T. 10, no. 11. pp. 64–67.
11. Sat A.M. Tradicionnoe prirodopolzovanie jugo-zapadnoj chasti Tyvy (na primere Mongun-Tajginskogo kozhuuna) // Vestnik Tuvinskogo gosudarstvennogo universiteta, este-stvennye i selskhozajstvennye nauki. 2016. no. 2. pp. 66–71.
12. Postanovlenie Pravitelstva Respubliki Tyva ot 11 sentjabrja 2012 g. no. 489 Respub-likanskaja celevaja programma «Jekonomicheskoe i socialnoe razvitie korenno malochislennogo naroda Respubliki Tyva na 2013–2015 gody». Kyzyl, 2012. 132 p.

УДК 504.064:62-641

**СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОБНАРУЖЕНИЯ
УТЕЧЕК НЕФТЕПРОДУКТОВ****Данилов В.Ф., Шурыгин В.Ю.***Казанский (Приволжский) федеральный университет, Елабужский институт, Елабуга,
e-mail: danilov-fedor@mail.ru*

В статье рассмотрена проблема потерь нефтепродуктов от утечек при их хранении, приеме и выдаче на нефтебазах и складах горючего. Они являются объектами, которые проливами нефтепродуктов, а также их утечками представляют потенциальную и реальную опасность для окружающей среды. В результате эксплуатации и аварийных потерь нефтепродукты попадают в атмосферный воздух, сточные воды и почву. Размеры этих утечек могут быть весьма велики, так как обнаруживаются они не сразу и предотвратить их возникновение крайне трудно. Существующая конструкция горизонтальных резервуаров и технология их монтажа практически не позволяют производить периодические осмотры и осуществлять контроль степени коррозии их стенок и днищ. Имеющиеся технические средства экологического контроля недостаточно эффективны. Пролиты и утечки нефтепродуктов, особенно из заглубленных резервуаров, долгое время могут оставаться незамеченными, что приводит к крупномасштабным загрязнениям окружающей среды. Это ухудшает экологическую обстановку в крупных мегаполисах, так как большинство нефтебаз, складов горючего и автозаправочных станций расположено в пределах или вблизи городов. Проанализированы причины и структура потерь углеводородов. Приведена сравнительная характеристика существующих способов для раннего обнаружения утечек нефтепродуктов и оценка их эффективности. Предложены два новых способа и устройства для эффективного обнаружения утечек углеводородов в процессе их хранения, приема и выдачи. Показано, что данные устройства позволяют обеспечить эффективное обнаружение утечек нефтепродуктов, а также повысить эффективность экологической защиты на современных автозаправочных комплексах и нефтебазах.

Ключевые слова: нефтепродукты, утечка, нефтебаза, склад горючего, резервуар, окружающая среда, система автоматического обнаружения

AUTOMATED SYSTEM FOR LEAK DETECTION OF OIL PRODUCTS**Danilov V.F., Shurygin V.Yu.***Kazan (Volga Region) Federal University, Elabuga Institute, Elabuga, e-mail: danilov-fedor@mail.ru*

The article considers the problem of losses of oil products from leaks during their storage, reception and delivery at oil depots and fuel depots. They are the objects that spills of oil products, as well as their leaks, represent a potential and real danger to the environment. As a result of operational and accidental losses, petroleum products enter the atmosphere, sewage and soil. The dimensions of these leaks can be very high, since they are not immediately detected and it is extremely difficult to prevent their occurrence. The existing design of horizontal tanks and the technology of their installation practically do not allow for periodic inspections and control of the degree of corrosion of their walls and bottoms. The available technical means of environmental monitoring are not effective enough. Spills and leaks of petroleum products, especially from buried tanks, can go unnoticed for a long time, which leads to large-scale pollution of the environment. This worsens the ecological situation in large megacities, since most of the oil depots, fuel depots and gas stations are located in or near cities. The causes and structure of hydrocarbon losses are analyzed. Comparative characteristics of existing methods for early detection of oil product leaks and an assessment of their effectiveness are given. Two new methods and devices are proposed for effective detection of hydrocarbon leaks during their storage, reception and delivery. It is shown that these devices allow to provide effective detection of oil product leaks, as well as to increase the efficiency of environmental protection at modern refueling complexes and oil depots.

Keywords: oil products, environment, tank farm, fuel storage, tank, leak, automatic detection system

Нефтебазы и склады горючего являются объектами, которые в силу специфики своей деятельности и выполняемых функций представляют потенциальную и реальную опасность для окружающей среды [1]. Основным источником загрязнения являются хранящиеся на них нефтепродукты, которые в результате эксплуатационных и аварийных потерь, а также в результате испарения попадают в атмосферный воздух, сточные воды и почву.

Размеры этих утечек могут быть весьма велики [2, 3]. Это объясняется в первую

очередь тем, что обнаруживаются они не сразу и предотвратить их возникновение крайне трудно. Поэтому своевременное обнаружение и определение степени загрязнения окружающей среды нефтепродуктами на нефтебазах и складах горючего является одной из важнейших задач экологического контроля и предотвращения непроизводительных потерь дорогостоящего горючего.

Следует понимать, что окружающая среда – быстроизменяющаяся динамическая система, контроль состояния которой требует огромного числа замеров, проведе-

ние которых неавтоматическими методами затруднено и экономически невыгодно. Поэтому, а также с учетом множественности опасных источников загрязнения и необходимости постоянной информации об их состоянии в целом, задачу экологического контроля на нефтебазах и складах горючего способны решить только системы автоматизированного обнаружения утечек нефтепродуктов (САОУН) на базе перспективных методов и средств измерения. Разработка и внедрение таких систем позволит снизить потери нефтепродуктов при выполнении технологических операций, обеспечить экологическую чистоту нефтебаз и складов горючего.

Кроме того, на современных нефтебазах и складах горючего, даже при небольших авариях технологического оборудования, задержки в контроле могут привести к недопустимым загрязнениям территории. В большинстве случаев необходимо проведение экспресс-анализа с минимальной затратой времени между отбором пробы или замерами уровня горючего в резервуаре и получением результата. Идеальным является проведение непрерывного прямого контроля с помощью поточных или дистанционных анализаторов наличия утечки нефтепродуктов на нефтебазах и складах горючего, объединенных в единую САОУН.

САОУН позволяет оперативно контролировать утечки нефтепродуктов из резервуаров, предельный уровень их наполнения и степень загрязнения сточных вод склада горючего нефтепродуктами. Данная система может устанавливаться как на уже существующих, так и на строящихся складах горючего.

С учетом особенностей загрязнения почвы, сточных вод и атмосферного воздуха нефтепродуктами на складах и базах горючего можно заключить, что в качестве параметров контроля для работы САОУН наиболее целесообразными являются:

- контроль утечек нефтепродуктов из резервуаров при хранении;
- контроль содержания нефтепродуктов в грунтовой воде в дренажных колодцах.

Конструктивно САОУН должна содержать первичные преобразователи (датчики), размещенные в разных точках контролируемой среды, которые через каналы связи соединяются с устройствами обработки и отображения информации. В общем виде данную систему можно представить структурной схемой, изображенной на рис. 1.



Рис. 1. Обобщенная структурная схема САОУН: 1 – объект контроля; 2 – первичный датчик контроля; 3 – устройство обработки информации; 4 – устройство индикации

Системы могут отличаться в основном по способам и принципам выполнения отдельных блоков, передачи информации об измеряемых параметрах, а также средствами регистрации, отображения и хранения информации.

Первичные преобразователи системы выбираются и устанавливаются в зависимости от характера и количества параметров контроля, а также места установки датчика и требований, предъявляемых к выходному сигналу. Для передачи информации об измеренных параметрах используется аналоговый или цифровой способ. Первый удобен и прост в реализации, второй обеспечивает высокую точность, но требует дополнительных затрат на аппаратуру преобразования аналоговых сигналов в цифровую информацию. В качестве передающих каналов используются телефонные, радио и оптические каналы. Регистрация и хранение информации в системах осуществляется следующими средствами: самописцами, записью на диски, информационные табло и т.п. Для управления работой всей системой и обработки полученной информации используются специализированные измерительно-вычислительные комплексы.

Существующие в настоящее время методы и средства обнаружения утечек из резервуаров в основном реализованы двумя способами:

- контроль по изменению объема (уровня) нефтепродукта;
- контроль по обнаружению нефтепродукта вне резервуара.

Наиболее целесообразный принцип построения САОУН для резервуарного парка – параллельный, в ждущем режиме. Датчики в такой системе работают по принципу сигнализаторов и срабатывают при отклонении контролируемого параметра от заданного значения на определенную величину. При этом сама система работает в режиме ожидания сигнала об изменении экологической обстановки от всех датчиков.

Данная система технически проще и надежней, чем системы на основе измерительно-вычислительных комплексов, хотя и требует разработки соответствующих первичных датчиков контроля, реализованных на перспективных методах измерения с однотипными измерительными преобразователями. В связи с этим к датчикам контроля САОУН должны быть предъявлены следующие требования: высокая точность измерения; унифицированный выходной сигнал; высокая надежность; взрывопожаробезопасность; непрерывный режим работы; автономность применения.

Существующие методы и средства экологического контроля не удовлетворяют в полном объеме этим требованиям. Поэтому была поставлена задача по разработке автоматизированных методов и средств экологического контроля, способных работать в качестве датчиков в составе САОУН.

В настоящее время на нефтебазах и складах горючего имеются автоматизированные системы учета типа «Уровень», «Утро-3», «Радиус», «Квант», «Кор-Вол», SAAB Radar Control, ENRAF и VEEDER-ROOT. Их измерительно-вычислительные системы, кроме трех последних, обеспечивают измерение уровня нефтепродукта в резервуаре и средней температуры, сигнализацию оперативных уровней, вычисление объема нефти (нефтепродуктов). Система действует по принципу следящего регулирования за перемещением поплавка на поверхности нефти. Для измерения средней температуры используется комплект термометров сопротивления, смонтированных на несущей трубе, следящей за изменением уровня жидкости при помощи поплавка.

Система типа SAAB Radar работает по принципу отражения луча радара от верхней поверхности уровня жидкости в резервуаре [4]. Все перечисленные системы являются, по сути, только уровнемерами. Плотность продукта при этом приходится определять вручную по отобранным пробам. Затем все данные вводятся в компьютер, и производятся расчеты объема и массы нефтепродукта в резервуаре.

В отличие от этих измерительных систем устройство ENRAF является гибридной системой, в которой имеется уровнемер и датчик давления, расположенный в нижней части резервуара. Система определяет объем нефтепродукта, находящегося в резервуаре, а датчик давления умножает гидростатическое давление жидкости над собой на площадь поперечного сечения резервуара. В результате получают вели-

чины объема и массы нефтепродукта с помиллиметровым интервалом взлива [4]. Плотность продукта при этом находится расчетным путем по известным значениям массы и объема.

Несмотря на то, что все перечисленные системы применяются для коммерческого учета нефтепродуктов в резервуарах, они обладают существенным недостатком. Все они не сигнализируют о возникающих утечках продукта. Их может лишь обнаружить внимательный оператор, производящий количественный учет нефтепродукта в конкретном резервуаре.

Система измерений массы нефтепродуктов в резервуарах VEEDER-ROOT укомплектована уровнемерами для измерения уровня горючего и подтоварной воды, устройствами для замера температуры и плотности продукта, а также индикаторами утечки. Для обнаружения утечек производится индикация наличия нефтепродуктов в земле, приямках или в индикационных колодцах межстенного пространства резервуаров. Недостаток состоит в том, что пока продукт появится в индикационных колодцах, его потери уже могут достигнуть значительных размеров.

Устройства с двойными стенками резервуаров с вакуумом между стенками или с контрольной незамерзающей жидкостью требуют больших капитальных затрат.

Применяемое для больших вертикальных резервуаров устройство обнаружения утечек с помощью лазерного луча и двух плавающих зеркал также не является достаточно эффективным. Дело в том, что в этом случае изменение уровня в резервуаре на один миллиметр соответствует двум сотням и более килограммов горючего.

Таким образом, проведенный анализ показывает целесообразность применения дифференциального метода контроля утечки, сущность которого заключается в обнаружении микрорасходов жидкости в боковом отводе от трубы, установленной внутри резервуара, которая станет сообщающимся сосудом через отвод без изменения конструкции самого резервуара. При использовании этого метода на контроль утечки не влияет изменение уровня жидкости вследствие ее объемного расширения и испарения, а значит, отпадает необходимость в измерении уровня, плотности, температуры нефтепродукта, в запоминании, хранении и обработке на ЭВМ полученной информации. Датчик просто должен зафиксировать начало движения жидкости через боковой отвод, что будет означать утечку жидкости из резервуара.

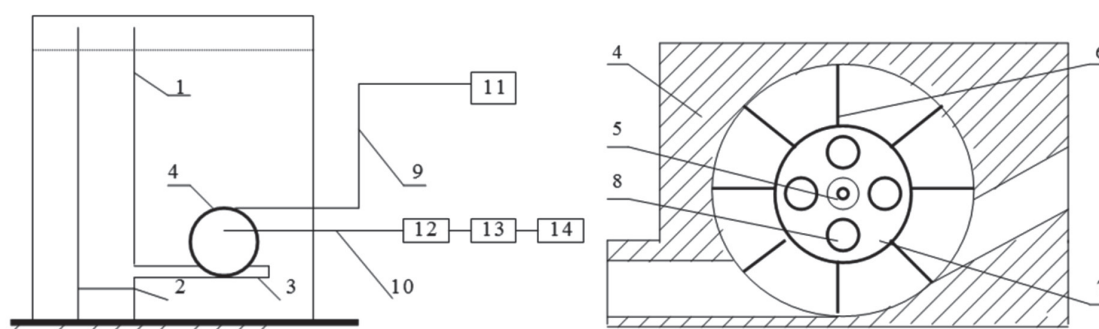


Рис. 2. Структурная схема и первичный преобразователь устройства обнаружения утечек из резервуаров

Первичные преобразователи расходов таких устройств должны удовлетворять требованиям по чувствительности к микро-расходам жидкости и иметь постоянное сообщение резервуара с отводом. При этом чувствительность метода тем выше, чем больше разница в диаметрах вертикальной трубы и отвода.

Структурная схема предлагаемого нами устройства показана на рис. 2.

Устройство содержит помещенную вертикально внутри резервуара трубу 1. В ее нижней части установлен с возможностью съема отстойник 2, который предназначен для предотвращения засорения бокового отвода 3. Отвод соединен тангенциально с цилиндрическим корпусом первичного преобразователя 4, внутри которого установлена на оси 5, с возможностью вращения, турбинка 6. Площадь живого сечения канала в зоне лопастей намного меньше, чем площадь сечения вертикальной трубы (примерно в 20000 раз). Лопатки турбинки 6 соединены своим основанием с диском 7, в котором выполнены по окружности отверстия 8. Напротив друг друга соосно с отверстиями 8 в корпусе 4 установлены передающий 9 и приемный 10 световоды, соединенные соответственно с источником 11 и приемником 12 излучения. Приемник 12 электрически связан с устройством обработки сигнала 13 (на основе компаратора с широкой гистерезисной петлей) и устройством сигнализации 14 (световой и звуковой).

Принцип действия устройства основан на обнаружении оптоволоконным датчиком с внешней модуляцией света начала вращения тахометрического преобразователя, вызванного падением уровня нефтепродуктов в резервуаре.

Чувствительность предлагаемого датчика в виде тангенциальной турбинки к утечке составляет 0,3 мл/с с достоверностью 0,95. При этом сконструированное и экспериментально апробированное устройство обнаружения утечек позволяет фиксировать изменение уровня продукта в резервуаре на 1 мм/час.

Для обнаружения пленки нефтепродукта на воде нами предложено устройство, принцип действия которого основан на зависимости интенсивности люминесценции нефтепродуктов в видимой области спектра при облучении их УФ-излучением от концентрации нефтепродуктов в сточных водах [5]. Наличие двух измерительных камер (одна из которых с локализацией поверхностного слоя, другая проточная) позволяет определить наличие пленки нефтепродуктов на поверхности воды. В результате экспериментальных исследований светлых нефтепродуктов, растворенных в воде с различной концентрацией на спектрофотометре ДФС-52, определена чувствительность обнаружения нефтепродуктов в сточных водах 1 мг/л при погрешности $\pm 30\%$, что вполне достаточно для оперативного контроля, при вероятности обнаружения пленки нефтепродукта на поверхности воды 0,99.

Параллельная установка предложенных датчиков соответственно на резервуары и в дренажных колодцах обеспечит оперативный контроль утечек на объектах нефтепродуктообеспечения.

Таким образом, параллельная структура и предлагаемый состав САОУН на базе новых первичных преобразователей, позволяющие в непрерывном режиме осуществлять контроль утечки нефтепродуктов из резер-

вуаров и загрязнения сточных вод нефтепродуктами, обеспечат более высокий уровень экологической безопасности нефтебаз и складов горючего, а также существенно сократят объем возможных потерь нефтепродуктов.

Список литературы

1. Оценка пожарной опасности «больших дыханий» наземных резервуаров для хранения нефтепродуктов численными методами / С.А. Шевцов [и др.] // Пожаровзрывобезопасность. – 2017. – Т. 26, № 3. – С. 43–51.
2. Данилов В.Ф., Шурыгин В.Ю. К вопросу о решении проблемы потерь нефтепродуктов от испарения // Успехи современного естествознания. – 2016. – № 3. – С. 141–145.
3. Danilov V.F., Muhutdinov R.H., Shurygin V.Yu., Timerbaev R.M. The issue of evaporation loss of oil products and possible solutions // International Journal of Applied Engineering Research. – 2015. – Vol. 10, № 24. – P. 44900–44905.
4. Количественный учет нефтепродуктов // Конспект лекций по дисциплине «Ресурсосберегающие технологии при перекачке нефти и нефтепродуктов по магистральным трубопроводам». – Самара, 2007. URL: <http://mylektsii.ru/10-31934.html> (дата обращения: 19.09.2017).
5. Патент 2083972 Российская Федерация, МПК G01N 21/00. Устройство индикации загрязнения сточных вод не-

фтепродуктами / Данилов В.Ф. и др., заявитель и патентообладатель Ульяновское высшее военно-техническое училище им. Б. Хмельницкого. – № 95106866, опубликовано 10.07.97, подана 28.04.95.

References

1. Ocenka požarnoj opasnosti «bolshih dyhanij» nazemnyh rezervuarov dlja hranenija nefteproduktov chislennymi metodami / S.A. Shevcov [i dr.] // Pozharovzryvobezopasnost. 2017. T. 26, no. 3. pp. 43–51.
2. Danilov V.F., Shurygin V.Ju. K voprosu o reshenii problemy poter nefteproduktov ot isparenija // Uspеhi sovremennogo estestvoznaniya. 2016. no. 3. pp. 141–145.
3. Danilov V.F., Muhutdinov R.H., Shurygin V.Yu., Timerbaev R.M. The issue of evaporation loss of oil products and possible solutions // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. Vol. 10, no. 24. pp. 44900–44905.
4. Kolichestvennyj uchet nefteproduktov // Konspekt lekcij po discipline «Resursoberegajushhie tehnologii pri perekachke nefi i nefteproduktov po magistralnym truboprovodam». Samara, 2007. URL: <http://mylektsii.ru/10-31934.html> (data obrashheniya: 19.09.2017).
5. Patent 2083972 Rossijskaja Federacija, MPK G01N 21/00. Ustrojstvo indikacii zagrjaznenija stochnyh vod nefteproduktami / Danilov V.F. i dr., zajavitel i patentoobladatel Uljanovskoe vysshee voenno-tehnicheskoe uchilishhe im. B. Hmelnickogo. no. 95106866, opublikovano 10.07.97, podana 28.04.95.

УДК 624.131.1

**ОЦЕНКА И ПРОГНОЗ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ
КИМКАНСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ****Квашук С.В.***ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный университет путей сообщения», Хабаровск,
e-mail: s_kvashuk@mail.ru*

Структура месторождения отличается исключительной сложностью, ввиду складчатости в породах, сопровождающейся разрывными нарушениями типа надвигов. В геологическом разрезе выделяются протерозойско-нижнекембрийская игинчинская, лондоковская и рудоносная свиты, а также меловые вулканогенные и вулканогенно-осадочные образования и слаболифитизированные кайнозойские отложения чехла впадин. По инженерно-геологическим признакам территория Кимканского ГОКа разделена на два района по геоморфологическим границам, с разделением на подрайоны. I район – это повышенная часть территории с расчлененным, но сглаженным среднегорным рельефом. Это поверхность водораздельного пространства между реками Кимкан и Сутара, а также склон долины реки Сутара. В этом районе выделяются четыре подрайона в которых под делювиальными отложениями залегают различные по генезису скальные породы. II район это пониженные части рельефа, включающие поверхность аллювиальных террас рек и ручьев. В геологической модели присутствуют семь инженерно-геологических элементов: современные делювиальные отложения, кварцевые порфиры, доломиты, известняки, железистые кварциты, слагающие рудное тело, тектонические брекчии, кремнисто-серицитовые и амфиболо-гранатовые сланцы. В зонах тектонического дробления, на швах сбросовых нарушений отмечается значительная трещиноватость пород. Кварциты, известняки, доломиты являются сильно раздробленными, с наличием в них макротрещин. Кремнисто-серицитовые и амфиболо-гранатовые сланцы на этих участках раздроблены на мелкую, нередко перетертую в мучнистое состояние массу. На всех участках изучения трещиноватости обычно выделяются три системы трещин. Форма блочности, во всех типах пород, за исключением интрузивных, имеет форму наклонной призмы. На участке месторождения развиты экзогенные геологические процессы, связанные с выветриванием горных пород, деятельностью подземных и поверхностных вод, а также с пониженными температурами. Наиболее распространенным процессом является карст. Наиболее опасным является процесс расслоения горных пород в массиве, вызванный разработкой глубоких выемок, сейсмическое воздействие взрывов, физическое выветривание и трещинное давление воды.

Ключевые слова: Кимканское месторождение, инженерно-геологические условия, районирование, инженерно-геологические элементы, физико-механические свойства горных пород, трещиноватость, опасные геологические процессы

**ASSESSMENT AND FORECASTING OF GEOTECHNICAL CONDITIONS
FOR THE KIMKAN IRON ORE FIELD****Kvashuk S.V.***Far Eastern State Transport University, Khabarovsk, e-mail: s_kvashuk@mail.ru*

Structure of the field is distinguished by an extraordinary complexity due to the folding of rock accompanied by dislocations with breaks of continuity of the overthrust type. Geological cross-section displays Proterozoic-Lower Cambrian Iginchin, Londoko and ore-bearing suites as well as chalk volcanogenic and volcanogenic-sediment formations and low-lithified Cainozoic of the sedimentary cover. According to geological engineering properties the territory of the Kimkan Mining and Processing Plant is divided into two regions along geomorphological junctions with further subdivision into sub-regions. Region I is the upper part of the territory with the partitioned but leveled medium-altitude mountainous relief. It is the surface of the watershed divide between the Kimkan and Sutara rivers and the bank vault of the Sutara river. This region is divided into four sub-regions where hard rock of different genesis lies under dealluvial sediments. Region II is the lower parts of the relief that include the surface of the alluvial terraces of rivers and brooks. Geological model consists of seven engineering geological elements: recent dealluvial sediments; quartz porphyry; dolomites; limestones; ferruginous quartzites that make up the ore body; tectonic breccias; silicious-sericitic schist and amphibole-garnet shales. Zones of tectonic break display significant cleavage on the faults. Quartzites, limestones and dolomites are noticeably corrugated and contain macrofissures. Silicious-sericitic schist and amphibole-garnet shales are broken into small fraction fines often grinded to meal state. Three systems of fractures are usually observed on all the sites under jointing study. Blocky structure in all types of rock, except intrusive, is of oblique prism shape. The field displays developed exogenous geological processes connected with weathering of rock, with the impact from underground and surface waters as well as lower temperature. The most widely spread process is karst erosion. Наиболее распространенным процессом является карст. The most hazardous process is the process of sheeting in the solid mass caused by deep excavating, seismic impact of explosions, physical weathering and fracture pressure of water.

Keywords: Kimkan field, geotechnical conditions, zoning, engineering geological elements, physical-mechanical properties of rock, jointing, geological hazards

Месторождение железных руд «Кимканское» расположено на юге Хабаровского края Российской Федерации. В ходе комплексных работ произведена оценка слож-

ности инженерно-геологических условий эксплуатации месторождения, в ходе изучения инженерно-геологических и горно-технических условий разработки.

Цель исследования

Составление инженерно-геологической карты территории Кимканского месторождения, районирование территории месторождения по сложности инженерно-геологических условий, выделение и описание инженерно-геологических групп горных пород на основе отбора и изучения полного комплекса физико-механических свойств образцов скальных горных пород; выявление и картирование экзогенных геологических процессов.

Материалы и методы исследования

Материалы получены на основе инженерно-геологических рекогносцировочных маршрутов, инженерно-геологической съемки, изучения трещиноватости горных пород в обнажениях, инженерно-геологической документации керна скважин и горно-разведочных выработок; оценки зон и поверхностей ослабления на обнажениях и по керну скважин а также с использованием геофизических данных и георадарных исследований.

Результаты исследования и их обсуждение

Структура месторождения отличается исключительной сложностью, что обусловлено интенсивно проявленной складчатостью в породах, сопровождавшейся разрывными нарушениями типа надвигов. До глубины 150 м железные руды могут отрабатываться открытым способом.

В геологическом разрезе стратифицируемых отложений выделяются протерозойско-нижнекембрийские игинчинская, лондоковская и рудоносная свиты, а также меловые вулканогенные и вулканогенно-осадочные образования и слаболитифицированные кайнозойские отложения чехла впадин.

По инженерно-геологическим признакам территория Кимканского ГОКа разделена на два района по геоморфологическим границам, с разделением на подрайоны [1].

I район представляет собой повышенную часть территории с расчлененным, но сглаженным рельефом. По геоморфологическому строению представляет собой поверхность водораздельного пространства между реками Кимкан и Сутара, а также склон долины реки Сутара. Поверхность характеризуется среднегорным рельефом, среди которого выделяется несколько высот, представляющих собой сопки с максимальными высотными отметками около

500 м. Ввиду того, что на этой территории местами имеются значительные уклоны поверхности, при освоении строительством на некоторых участках потребуются планировка откосов и регулирование поверхностного стока.

По геологическому строению района этот представляет собой гряды размытых складок, осложненных вторичными тектоническими процессами. Наименее устойчивыми местами для строительства будут те, где проходят зоны разломов и надвигов, по линии которых по плоскостям скольжения залегают породы, перетертые и превращенные в тектонические брекчии.

При дальнейшем инженерно-геологическом районировании территории, подлежащей промышленному освоению, в I районе выделены несколько подрайонов.

Ia – подрайон характеризуется распространением скальных грунтов, представленных кристаллическими глубинными породами – гранитами, гранодиоритами и др. Покров делювиальных отложений здесь невелик, колеблется в пределах от 0 до 2,0 м. При заложении фундаментов на глубине 2.0 м и ниже – основаниями для них будут скальные грунты. Прочность на сжатие до 130 МПа.

Iб – подрайон характеризуется мощностью делювиальных отложений от 0 до 2.0 м. Под делювиальными отложениями залегают известняки и доломиты. Этот подрайон занимает северо-западную и центральную часть всей исследуемой территории. Прочность на сжатие карбонатных пород 42–84 МПа.

Iв – подрайон аналогичный подрайону Iб, с залеганием под делювиальными отложениями карбонатных пород, отличающийся тем, что в них были зафиксированы признаки карстовых процессов: карры, воронки, ребристая поверхность и т.д.

Iг – подрайон характеризуется распространением под делювиальным покровом мощностью от 0 до 2,0 м разного рода сланцев: углистых, углисто-глинистых, серицитовых и т.д. При строительстве в этом подрайоне следует считаться с частой изменчивостью состава пород, в зависимости от разного литологического состава отдельных прослоек в толще сланцев, которые варьируют от глинистых связных углистых до обломочных цементированных пород. В зависимости от этого возможны неравномерные осадки сооружений. Прочность на сжатие до 16–54 МПа. У некоторых разностей (гранат-амфиболовых с прослоями до-

ломита, тремолит-флогопит-кварцевых) она выше – 89,5–96,5 МПа.

II район. Ко второму району отнесены наиболее пониженные части рельефа, представляющие собой поверхность аллювиальных террас рек и ручьев. Район характеризуется спокойным, почти ровным рельефом, аллювиальные отложения представлены преимущественно песчаными и песчано-галечниковыми породами, местами заторфованными и водоносными. Уровень грунтовых вод колеблется в зависимости от уровня воды в реке, с которыми имеет непосредственную гидравлическую связь. Район ежегодно в той или иной степени заливадается паводками реки.

В результате анализа геологического строения территории и пространственной изменчивости физико-механических свойств горных пород в сфере взаимодействия сооружений Кимканского ГОКа с геологической средой составлена геологическая модель, включающая семь инженерно-геологических элементов [2–4]:

Современные делювиальные отложения залегающие в верхней части разреза, представленные суглинками и супесями, имеющими мощность 3–5 м. Обычно они имеют бурый или желтовато-бурый цвет. По данным гранулометрических анализов среднее содержание глинистых фракций и пылеватых фракций 59,6–92,3%. Плотность их меняется в интервале 1,95–2,32 г/см³, среднее 1,88 г/см³; плотность минеральной части 2,55–2,85 г/см³, среднее 2,7 г/см³; влажность – 11,27–29,77%, среднее 18,3%; пористость 19,6–35,8% среднее 30,3%, коэффициент пористости 0,24–0,91%, среднее 0,45%. В нижних частях этой толщи наблюдаются щебенистый обломочный материал подстилающих скальных пород.

Кварцевые порфиры светло-серые, а также граниты светло-серые, с мелкозернистой структурой, плотной текстурой и андезито-базальты, имеющие подчиненное значение в разрезе исследуемого района. Приурочены к долинам ручьев Рудничный и Талый, а также наблюдаются в нижних частях разреза, вскрытого выемкой федеральной автомобильной дороги к юго-востоку от Центрального карьера. По результатам лабораторных испытаний определены следующие показатели: плотность 2,5 г/см³; прочность на сжатие до 130 МПа.

Доломиты серого и светло-серого цвета мурандавской свиты. Структура тонкозернистая, текстура толстоплитчатая. Часто они подвержены вторичному окремнению.

Встречаются также карбонитизированные разности, мраморизованные, брекчированные, сланцеватые, углистые, с гранитными и мраморизованными прослоями. Окремненные разности очень прочны, с трудом разбиваются молотком. У них повышенная плотность – 2,8–2,97 г/см³, средняя – 2,88 г/см³, пористость 0,29–1,17%, средняя 0,954%. Реагируют с нагретой соляной кислотой, издавая резкий запах сероводорода. У доломитов: предел прочности на сжатие, $R_{сж} = 30–65$ МПа; предел прочности при растяжении, $R_p = 3,7–4,3$ МПа; коэффициент крепости 5–7; модуль деформации – 41–76 МПа; коэффициент Пуассона 0,26–0,31.

Известняки имеют широкое распространение в районе центрального и западного карьеров Кимканского месторождения. Их цвет колеблется от светло-серого до темно-серого. Известняки в выемке федеральной автомобильной дороги имеют белый цвет, сахаристый облик, искрящийся блеск, структура крупнозернистая, текстура плотная. В известковом карьере известняки темно-серого цвета, плотные, тонкозернистые. Известняки при ударе молотком издают запах сероводорода. Водопоглощение известняков в пределах 0,15–0,6%; плотность 2,67–2,7 г/см³; пористость 0,94–2,47%. У известняков и мраморов предел прочности на сжатие, $R_{сж} = 50–117$ МПа; предел прочности при растяжении, $R_p = 3,9–7,8$ МПа; статический модуль деформации – 32–66 МПа. Коэффициент Пуассона 0,24–0,27.

Железистые кварциты слагают рудное тело. Характеризуются следующими свойствами: водопоглощение 0,23–1,35%; плотность 2,83–3,61 г/см³ пористость 0,67–2,22%. Рудные тела приурочены к определенному стратиграфическому горизонту, залегают согласно с вмещающими породами, и вместе с последними собраны в складки. Прочность на растяжение 3,3–3,4 МПа, прочность на сжатие 37,5–77,8 МПа, прочность по Протоdjаконову 5–11, модуль деформации 30,1 МПа, коэффициент Пуассона 0,24–0,30.

Тектонические брекчии (ИГЭ–6) представлены сильно раздробленными горными породами. Прочность по Протоdjаконову 8–20, коэффициент Пуассона 0,29–0,32.

Кремнисто-серицитовые и амфиболо-гранатовые сланцы имеют текстуру от тонко- до толстоплитчатой. Цвет зеленовато-серый, зеленый. В этих породах развит кливаж, в некоторых местах искажающий первоначальную слоистость. Пространственно они слагают юго-восточную часть

горного отвода и являются основанием сооружений промышленной площадки. Водопоглощение образцов составляет 0,64–1,51%; плотность 2,56–2,71 г/см³, пористость 2,44–5,53%. Показатели предела прочности на сжатие: $R_c = 17\text{--}47$ МПа; предел прочности при растяжении, $R_p = 3,6\text{--}8,4$ МПа; коэффициент крепости 3–6, статический модуль деформации – 15,5–39,4 МПа. Сланцы с прослоями доломита, кремнистые сланцы имеют более высокие показатели: прочности на сжатие 95–98,6 МПа, прочности при растяжении 9,1–14,8 МПа, модуль деформации – 15,5–19,1 МПа, коэффициент крепости 13–14. Коэффициент Пуассона 0,28–0,37.

После соответствующей статистической обработки сланцы были объединены в единый ИГЭ.

Значительная трещиноватость пород отмечается в зонах тектонического дробления, на швах сбросовых нарушений. Твердые породы, кварциты, а особенно известняки, доломиты являются сильно раздробленными, с наличием в них макротрещин. Кремнисто-серицитовые и амфиболо-гранатовые сланцы на этих участках раздроблены на мелкую, нередко перетертую в мучнистое состояние массу.

На всех участках изучения трещиноватости обычно выделяются три системы трещин. Чаще это две системы субвертикальных, северо-восточного и северо-западного простирания. В них трещины часто имеют обратное относительно друг друга падение (например С-В – Ю-В). Третья система либо пологопадающая, либо субгоризонтальная.

В результате форма блочности практически во всех типах пород, за исключением интрузивных, имеет форму наклонной призмы [3].

На участке месторождения развития экзогенные геологические процессы, связанные с выветриванием горных пород, деятельностью подземных и поверхностных вод, а также с пониженными температурами [5]:

– наиболее распространенным процессом является карст. Закарстованные известняки на месторождении имеют значительное распространение, занимая полосу в центральной части района, где они выполняют ядро синклинальной складки. В пониженных частях рельефа наблюдаются карстовые воронки, блюдца, чаще неправильной, преимущественно продолговатой формы углубления, ориентированные параллельно отрицательным формам рельефа;

– атмосферные осадки, выпадающие в большом количестве, не успевают инфильтроваться в глинистые породы слабой проницаемости и частично задерживаются на поверхности склонов, характеризующихся наличием замкнутых депрессий и западин, приводя, таким образом, к образованию болот;

– интенсивность денудации в известняках в искусственных обнажениях составляет 0,65 см/год.

При открытой разработке Кимканского месторождения проявляются экзогенные геологические процессы:

– наиболее опасным является расхождение горных пород в массиве. Основными факторами, ускоряющими этот процесс являются образование глубоких выемок, сейсмическое воздействие взрывов, физическое выветривание и трещинное давление воды;

– каскадное расположение гидротехнических сооружений повышает опасность возникновения гидродинамических аварий, сопровождающихся размывом русел и берегов реки Сутара и руч. Талый. Образование селевых потоков значительного объема невозможно даже в случае прорыва напорного фронта гидротехнических сооружений.

Заключение

В результате инженерно-геологического изучения Кимканского месторождения установлено что горно-технические и гидрогеологические условия месторождения в целом благоприятны. До глубины 150 м железные руды могут отрабатываться открытым способом. Структура месторождения отличается исключительной сложностью, что обусловлено интенсивно проявленной складчатостью в породах верхнепротерозойского и нижнекембрийского возрастов, сопровождавшейся разрывными нарушениями типа надвигов; мощность делювиальных отложений невелика, обычно не превышает 3 м, реже больше; они представлены преимущественно супесями и суглинками с включениями щебневого материала; аллювиальные отложения представлены глинистыми песками и галечниками; мощность аллювия от нескольких сантиметров до 15 м.

Значительная трещиноватость пород отмечается в зонах тектонического дробления, на швах сбросовых нарушений. Твердые породы, кварциты, а особенно известняки, доломиты являются сильно раздробленными, с наличием в них макротрещин. Кремнисто-серицитовые и амфиболо-гранатовые

сланцы на этих участках раздроблены на мелкую, нередко перетертую в мучнистое состояние массу. На всех участках изучения трещиноватости обычно выделяются три системы трещин.

На участке месторождения развиты экзогенные геологические процессы, связанные с выветриванием горных пород, деятельностью подземных и поверхностных вод, а также с пониженными температурами:

– наиболее распространенным процессом является карст. Закарстованные известняки на месторождении имеют широкое распространение, занимая полосу в центральной части района, где они выполняют ядро синклинальной складки. В пониженных частях рельефа наблюдаются карстовые воронки, блюдца, чаще неправильной, преимущественно продолговатой формы углубления, ориентированные параллельно отрицательным формам рельефа.

При открытой разработке месторождения наиболее опасным является расслоение горных пород в массиве. Основными факторами, ускоряющими этот процесс, являются образование глубоких выемок, сейсмическое воздействие взрывов, физическое выветривание и трещинное давление воды. Также несут угрозу залповые прорывы воды из карстовых полостей.

Список литературы

1. Трофимов В.Т., Красилов Н.С. Инженерно-геологические карты: учебное пособие. – М.: КДУ, 2008. – С. 384.

2. СП 47.13330.2012 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения» Актуализированная редакция СНиП 11-02-96, Издание официальное. – Москва, 2012.

3. Дмитриев Н.А. Отчет об инженерно-геологических изысканиях, произведенных в районе Кимканского железорудного месторождения, для стадии проектного задания Кимканского железорудного комбината. – М.: Росстройпроект, 1950. – 180 с.

4. Современные представления о стратиграфии Кимканского рудного района и геологическом строении Сутарского месторождения железистых кварцитов // В.М. Запорожцев, И.В. Пустовойтова // Разведка и охрана недр. – 2013. – № 11. – С. 69–76.

5. Подгорная Т.И. Прогноз и оценка природных рисков для строительства на региональном уровне / Материалы международной научной конференции. – Хабаровск: Тихоокеанский государственный университет // Новые идеи нового века. – 2010. – Т. 2. – С. 228–236.

References

1. Trofimov V.T., Krasilova N.S. Inzhenerno-geologicheskie karty: uchebnoe posobie. M.: KDU, 2008. pp. 384.

2. SP 47.13330.2012 «Inzhenernye izyskanija dlja stroitelstva. Osnovnye polozhenija» Aktualizirovannaja redakcija SNiP 11-02-96, Izdanie oficialnoe». Moskva, 2012.

3. Dmitriev N.A. Otchet ob inzhenerno-geologicheskikh izyskaniyah, proizvedennyh v rajone Kimkansko zhelezorudnogo mestorozhdenija, dlja stadii proektnogo zadaniya Kimkansko zhelezorudnogo kombinata. M.: Rosstrojproekt, 1950. 180 p.

4. Sovremennye predstavlenija o stratigrafii Kimkansko zhelezorudnogo rajona i geologicheskogo stroenii Sutarasko mestorozhdenija zhelezistykh kvarcitol // V.M. Zaporozhcev, I.V. Pustovojtova // Razvedka i ohrana neдр. 2013. no. 11. pp. 69–76.

5. Podgornaja T.I. Prognoz i ocenka prirodnyh riskov dlja stroitelstva na regionalnom urovne / Materialy mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii. Habarovsk: Tihookeanskij gosudarstvennyj universitet // Novye idei novogo veka. 2010. T. 2. pp. 228–236.

УДК 622.235/.765.5:620.191

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗРЯДНОИМПУЛЬСНЫХ МЕТОДОВ В ТЕХНОЛОГИЯХ ОСВОЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

¹Коростовенко В.В., ²Суханова А.В.¹*Институт цветных металлов и материаловедения ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Красноярск, e-mail: korostovenko@mail.ru;*²*Институт космических и информационных технологий ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Красноярск, e-mail: headenagai@gmail.com*

Рациональное освоение минеральных ресурсов месторождений является важнейшей задачей, решение которой сопровождается значительными потерями на стадии переработки при обогащении добытых руд. Освоение месторождений нарушает природное геохимическое равновесие районов добычи и переработки. Решение этих проблем является одной из главных причин поиска новых технологий, в том числе основанных на электрофизических методах. За последние десятилетия разрядноимпульсные технологии используются в разных областях науки и техники. Малоизученной областью практического применения разрядноимпульсной обработки является переработка минерального сырья, а практическое применение ее в этой области характеризуется весьма ограниченной информацией. В статье представлен анализ применения разрядноимпульсных технологий в разных областях науки и техники, включая переработку минерального сырья. Доказана бесперспективность механического переноса теории действия волн сжатия с процессов формообразования в процессы химической технологии. Выделена роль отраженных волн при разрядноимпульсном разрушении твердых сред, описан ряд эффектов, связанных как с источником импульсов, так и с технологическим объектом. Выполненный системный анализ позволил существенно уточнить область возможного применения разрядноимпульсных методов, обосновать стратегию исследований, выявить цели развития и функционирования системы. В результате обоснована область применения разрядноимпульсных методов в технологиях обогащения, как наиболее важного звена проблемы рационального освоения минеральных ресурсов месторождений. В обогащательных процессах целесообразно исследовать вопросы повышения полноты и комплексности извлечения полезных компонентов на основе комбинированных технологий с использованием разрядноимпульсных методов; в гидрометаллургических процессах разрядноимпульсные методы представляют научный и практический интерес в технологиях, позволяющих интенсифицировать извлечение труднообогатимых металлов, разделять дисперсные системы, оптимизировать качество очистки промышленных стоков и кондиционирование оборотных вод.

Ключевые слова: схема, рациональное освоение, минеральные ресурсы, системный анализ, область применения, разрядноимпульсные методы

SYSTEM ANALYSIS FOR ESTIMATING THE OPPORTUNITY OF APPLYING DISCHARGE-PULSE METHODS IN DEVELOPMENT OF MINERAL RESOURCES

¹Korostovenko V.V., ²Sukhanova A.V.¹*Institute of Non-Ferrous Metals and Materials, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, e-mail: korostovenko@mail.ru;*²*Institute of Space and Information Technologies, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, e-mail: headenagai@gmail.com*

Rational familiarization of mineral deposits is the most important objective. The solution of it is accompanied by substantial losses at the stage of processing during enrichment of mined ore. The familiarization of mineral deposits violates the natural geochemical balance of the regions of mining and processing. The solution of these problems is one of the main reasons of searching for new technologies, including the one that based on electrophysical methods. Over the past few decades, discharge-impulse technologies are being used in various fields of science and technology. A poorly understood area of practical application of processing of discharge-impulse methods now is a processing of minerals, whereas a practical usage of it in this field is characterized by very limited information. The article shows the analysis of using discharge-impulse technologies in a various fields of science and technology, including the processing of minerals. Highlights the role of reflected waves at discharge-impulse destruction of solid medium. Describes the range of effects connected to the source of pulses and to the technological object as well. Performed system analysis allowed considerably clarifying the field of possible application of discharge-impulse methods, substantiating the strategy of researches, identifying objectives of development and functioning of the system. As a result, was justified the field of application of discharge-impulse methods in enrichment technologies as the most important link of the problem of rational familiarization of mineral deposits. In enrichment processes, it is worthwhile to research the problems of increasing the completeness and comprehensiveness of extraction of usable components based on combined technologies using discharge-impulse methods. In hydrometallurgical processes, discharge-impulse methods represent both science and practical interest in technologies, which allow intensifying the extraction of hard metals, separating dispersal systems, optimizing the quality of clearing the industrial outlets and conditioning of recycled water.

Keywords: scheme, rational developing, mineral resources, system analysis, application area, discharge-pulse methods

Рациональное освоение минеральных ресурсов как коренных, так и техногенных месторождений является важнейшей зада-

чей, реализация которой характеризуется весьма значительными потерями полезных компонентов на стадии переработки добы-

того сырья при обогащении руд [1]. Как отмечается в работе [2], попытки улучшения технологических показателей обогащения труднообогатимых руд традиционными методами не позволяют в полной мере достичь желаемых результатов, что вызывает необходимость разработки методов, интенсифицирующих воздействие на твердую и жидкую фазы при рудоподготовке и обогащении.

В то же время освоение месторождений сопровождается большими объемами литохимических и гидрохимических загрязнений, нарушающих природное геохимическое равновесие районов добычи и переработки ресурсов недр. Авторы работы [3] подчеркивают одну из наиболее актуальных задач современности – создание технологий переработки минерального сырья, сочетающих ресурсосбережение и охрану окружающей среды. Разработка новых эффективных процессов и интенсификация действующих технологий комплексной и глубокой переработки минерального сырья должны основываться на последних достижениях фундаментальных наук – физики, химии, физики твердого тела [4].

Таким образом, объективно существуют две основные проблемы освоения минеральных ресурсов: необходимость интенсификации горно-обогатительных процессов и снижение вредного воздействия на природное геохимическое равновесие. К числу новых технологий, основанных на электрофизических методах, относятся и разрядно-импульсные, реализующие специфические эффекты высоковольтного разряда.

Материалы и методы исследования

За последние десятилетия разрядно-импульсные технологии нашли применение в самых разных областях науки и техники; металлообработке (прессовании, формовке и др.), сварке, изготовлении композитов, фармакологии и практической медицине, сельском хозяйстве, бурении и приготовлении тампонажных смесей, повышении нефтеотдачи скважин, сейсморазведке, обеззараживании жидкостей, разрушении минеральных сред, интенсификации выщелачивания, порошковой металлургии и др. [5].

Анализ первоисточников показывает, что запатентованы разрядно-импульсные способы и устройства в более чем 150 областях науки и техники, создавая ложное впечатление о безграничных технологических возможностях разрядно-импульсной

обработки. В то же время малоизученной областью практического применения высокоэнергетических методов, в том числе разрядно-импульсной обработки, является переработка минерального сырья.

При переработке минерального сырья известен ряд технологий, основанных на разрядно-импульсной обработке. Прежде всего, следует указать на применение такой обработки при крупном дроблении и измельчении. В подавляющем большинстве отечественных конструкций импульсный разряд осуществляется в жидкости, в которой находится обрабатываемый твердый материал. Принципиальное значение такой особенности заключается в том, что серийно выпускаемые генераторы импульсных токов для металлообработки (т.е. наиболее мощные) могут успешно применяться и при переработке минерального сырья после соответствующей реконструкции технологического блока установки [6].

Достаточно широкое практическое использование энергии электрического разряда в жидкости в машиностроении и металлообработке способствовало разработке широкого типоряда специальных высоковольтных устройств, основанных на реализации главным образом ударного эффекта, создаваемого в процессе формирования волны сжатия. Однако, как отмечено в работе [7], необходим новый подход, исключающий энергозатраты сверх того, что физически необходимо и достаточно для эффективного раскрытия минералов. Наконец, при отсутствии комплексного и системного подхода к проблеме рационального использования полезных ископаемых недостаточно учитывается экологический фактор, либо такой учет полностью отсутствует [8].

Многочисленные попытки реализации разрядно-импульсных технологий в других отраслях науки и техники не нашли развития из-за механического переноса теории действия волн сжатия с процессов формообразования в процессы химической технологии, что предопределяет их бесперспективность. Последнее усугубляется неизученностью совокупности процессов, имеющих место при использовании разрядно-импульсных методов. Технологии разрядно-импульсного разрушения твердых сред также основаны на использовании механизма действия прямой ударной волны без учета действия отраженных волн, что предопределило ориентирование на весьма высокие на-

пряжения (50–70 кВ и выше). При таких величинах электрического напряжения нивелируется значение других процессов, имеющих место при разрядноимпульсных методах; практическую реализацию получает только операция фрагментации минеральных ассоциаций. Однако совершенно ясно, что разрядноимпульсные методы являются одним из основных инструментов эффективного воздействия на технологические свойства перерабатываемого сырья в составе комбинированных технологий, которые основаны на сочетании гравитационных, флотационных и гидрометаллургических процессов [9], в каждом из которых возможно эффективное применение электрофизических методов.

В проблеме рационального освоения минеральных ресурсов рудных месторождений, ориентируясь на переработку сырья, систематизация опубликованных сведений позволяет логически выделить следующие основные уровни, определяемые дедуктивным методом, т.е. по принципу «от общего к частному»:

- стратегические направления рационального освоения месторождений, предусматривающие обеспечение полноты и комплексности извлечения полезных ископаемых и рациональное использование поверхности земельного отвода, а также сохранение неразрабатываемых запасов полезных ископаемых;

- общие направления рационального использования полезных ископаемых, охраны недр и земель, основанные на повышении качества геологической разведки (доразведки), полноты извлечения полезных ископаемых из недр, эффективном использовании поверхности земельного отвода и комплексном использовании минерального сырья;

- пути развития ресурсосберегающих технологий: обеспечение полноты извлечения полезных ископаемых из недр; ресурсосберегающая переработка добытых из недр полезных ископаемых;

- частные направления рационального освоения ресурсов недр (на базе количественно-качественных показателей добычи и переработки) и сохранения неразрабатываемых участков недр: повышение степени извлечения при переработке; доизвлечение полезных компонентов на стадии переработки руд;

- кучное выщелачивание из отвалов, отходов, шлаков; очистка промстоков перерабатывающих предприятий; совершенствование технологий переработки мине-

рального сырья; вовлечение в переработку отходов горного производства, металлургии и теплоэнергетики (основанной на угольном топливе);

- группы мероприятий по сокращению количества складированных на поверхности твердых и жидких отходов и потерь с ними ценных компонентов;

- технологии очистки промышленных стоков в экологических целях (коагулирование, флокулирование, нейтрализация, биохимическая очистка, пароциркуляция и др.) и с целью доизвлечения ценных компонентов (отстаивание, фильтрование, экстракция, адсорбция, термоочистка);

- способы извлечения ценных компонентов: обогащение полезных ископаемых при первичной переработке руд; доизвлечение ценных компонентов водными растворами с последующим выделением металлов из растворов гидрометаллургическими методами; пирометаллургия;

- процессы концентрации ценных компонентов: концентрация при первичной переработке твердых полезных ископаемых; выщелачивание, ионнообменные процессы, экстракция; процессы выделения полезных компонентов из водных растворов; процессы разделения неоднородных дисперсных систем;

- стадии (операции) процессов концентрации ценных компонентов;

- технологические схемы переработки руд с предварительным обогащением: технологические схемы с радиометрической сортировкой, с предварительным усреднением, с предварительной концентрацией;

- методы предварительного обогащения руд;

- методы кондиционирования флотационных пульп, раскрытия минералов и увеличения удельной поверхности обогащаемого материала;

- физические методы кондиционирования флотационных пульп: термический, газовый, ультразвуковой, электрохимический, электромагнитный, комбинированные методы;

- методы основного обогащения: магнитоэлектрические, гравитационные и флото-гравитационные методы; флотационные методы всех видов – пенная, флокулярная, ионная, эмульсионная, агломерационная; электрофлотация;

- флотационные фазы (твердая минеральная, жидкая, газообразная);

- процессы, осуществляемые при гидрометаллургических методах: осаждение ги-

дроокисей, сульфидов, солей неорганических и органических; разделение пульпы и эмульсий; фильтрование; все виды промывки;

– операции, осуществляемые при гидрометаллургических методах;

– факторы, влияющие на основные процессы обогащения, в частности на флотацию: свойства поверхности минералов, скорость и степень окисления, вторичные изменения минеральной фазы, реагентный режим.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ проблемы на основе системного анализа показал, что в настоящее время разрядноимпульсные методы в области переработки минерального сырья нашли применение в основном в операциях дробления и измельчения. При этом подавляющее большинство авторов работ в этой области считают, что генеральное разрушение твердых сред происходит за счет прямой волны сжатия, а некоторые исследователи отмечают возможность использовать для разрушения твердых веществ растягивающие усилия, возникающие при отражении волн сжатия от свободной поверхности тела на границах неоднородностей структуры материала. При недостаточной изученности действия прямой волны сжатия, роль отраженных волн практически не находила места в теоретических исследованиях.

В технологиях переработки минерального сырья исключительно важную роль играет возможность изменения свойств поверхности минеральных материалов. Направленное изменение поверхностных свойств минералов достигается энергетическими воздействиями при различных методах: электрохимических, термохимических, гидротермальных, термальном сульфидировании, ультразвуковом, радиационных, электронно-лучевых, плазменных и других. Очевидно, что эффективное воздействие на изменение свойств поверхности минералов (в виде твердой фазы технологической пульпы) должно наблюдаться и при разрядноимпульсных методах, что обусловлено особенностью энергетики процесса. В общем случае под импульсным воздействием следует понимать мгновенный подвод к технологическому объекту энергии, характеризующейся динамическими параметрами ударных волн, длительностью воздействия, частотой повторения импульсов и скважностью. Основываясь на фундаментальных выводах А.Л. Лифшица и М.Ш. Отто, от-

носящимся к импульсным методам подвода энергии [10], нами выделен ряд эффектов, связанных как с источником импульсов, так и с технологическим объектом.

Технологическая эффективность импульсных методов основана на экстремально-комбинированном воздействии на технологический объект, при котором реализуются специфические эффекты: эффект пространственной концентрации мощности, который проявляется в технологическом объекте и может управляться выбором технологического объекта и его параметров; эффект нестационарности, определяющий возможность управления концентрацией энергии во времени и в заданном пространстве изменением длительности собственно импульса, давления на фронте импульса и формы последнего; эффект повышения импульсной мощности, позволяющий достичь трансформации мощности источника импульса от номинальной до кратковременно максимальной и проявляющийся в случаях, когда процессы в технологическом объекте имеют пороговый характер, в корне изменяющий условия химического равновесия технологического объекта; эффект торможения, проявляющийся в переходе вещества в новое состояние, характеризующееся новыми свойствами технологического объекта.

Процессы, происходящие в канале высоковольтного разряда, безусловно должны сказаться на результатах воздействия на твердую и жидкую фазы технологической пульпы.

Заключение

Влияние разрядноимпульсной обработки на изменение свойств поверхности минералов не имеет достаточно полного теоретического и экспериментального изучения. Практически отсутствуют сведения о применении разрядноимпульсной обработки в таких операциях и процессах, как сгущение, дегидратация, кондиционирование жидкой фазы, регулирование флотационного поведения минералов. Такие исследования имеют особое значение для технологий, направленных на очистку промстоков от взвешенных материалов. Глобальной трудностью очистки промстоков при освоении минеральных ресурсов недр является осветление воды от мельчайших шламистых и глинистых частиц, представляющих собой коллоиды, в которых каждая частица обладает ярко выраженными свойствами диполя и поверхностные свойства

таких частиц препятствуют образованию более крупных структур, что в целом практически исключает возможность бездефектного осветления воды от механических примесей крупностью менее 10 мкм.

Известно, что кристаллы слоистых и слоистоленточных силикатов, к которым принадлежат глинистые минералы и в большинстве своем породные, шламистые частицы, имеют достаточно выраженную трехмерную структуру. Эти природные образования обладают гидрофильной поверхностью, склонностью к сорбции и ионным реакциям, набуханию и формируют в предельно концентрированных и разбавленных дисперсиях обратимо разрушающиеся и восстанавливающиеся пространственные сетки. Такое строение определяет целый ряд их особенностей, в том числе избирательные контактные взаимодействия, которые могут быть реализованы за счет эффекта торможения и перехода минерального вещества в состояние, когда поверхность кристаллов приобретает новые свойства.

Следовательно, системный анализ позволяет существенно расширить область применения разрядноимпульсных методов в технологиях освоения минеральных ресурсов, главным образом за счет совершенствования или разработки новых технологий по всей цепочке переработки минерального сырья при обогащении (область исследований) на базе комбинированного воздействия за счет применения разрядноимпульсной обработки (способ исследований) в качестве дополнительного элемента технологии.

Список литературы

1. Агошков М.И. Техно-экономическая оценка извлечения полезных ископаемых из недр / М.И. Агошков, В.И. Никаноров, Е.И. Панфилов и др. – М.: Недра, 1974. – 330 с.
2. Ростовцев В.И. Научное обоснование и разработка интенсифицирующих методов энергетических воздействий на твердую и жидкую фазы труднообогатимого минерального сырья: автореф. дис. ... док. техн. наук. – Чита, 2012. – 39 с.
3. Чантурия В.А. Инновационные технологии переработки техногенного минерального сырья / В.А. Чантурия, В.Е. Вигдергауз // Горный журнал. – 2008. – № 6. – С. 71–74.
4. Чантурия В.А. Прогрессивные методы обогащения и комплексной переработки минерального сырья // Выступление на Первом национальном горнопромышленном форуме 27.11.2014 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.youtube.com/user/DatorCommunication> (дата обращения: 20.09.2017).

youtube.com/user/DatorCommunication (дата обращения: 20.09.2017).

5. Круглицкий Н.Н. Физико-химическая механика дисперсных систем в сильных импульсных полях / Н.Н. Круглицкий, Г.Г. Горovenko, П.П. Малюшевский. – Киев: Наук. думка, 1983. – 192 с.
6. Борисков Ф.Ф. Интенсификация процессов переработки минерального сырья воздействием наносекундных импульсов гидравлических ударов // ГИАБ. – 2008. – № 7. – С. 257–264.
7. Хопунов Э.А. Анализ причин низкой энергоэффективности процессов разрушения минерального сырья // Современная техника и технология. – 2014. – № 10. – С. 42–51.
8. Носков В.А. Эффективность применения малоотходных и безотходных технологий при комплексном использовании сырья / В.А. Носков // Записки Горного ин-та. – 2011. – Т. 193. – С. 313–314.
9. Манцевич М.И. Комбинированные технологии переработки руд цветных металлов / М.И. Манцевич, Р.А. Малиновский, Г.А. Лапшина и др. // Сб. науч. трудов ин-та «Гинцветмет», 2009. – С. 529–538.
10. Лифшиц А.Л. Импульсная электротехника / А.Л. Лифшиц, М.Ш. Отто. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 352 с.

References

1. Agoshkov M.I. Tehniko-jekonomicheskaja ocenka izvlechenija poleznyh iskopaemyh iz neдр / M.I. Agoshkov, V.I. Nikanorov, E.I. Panfilov i dr. M.: Nedra, 1974. 330 p.
2. Rostovcev V.I. Nauchnoe obosnovanie i razrabotka intensivizirujushih metodov jenergeticheskikh vozdeystvij na tverduju i zhidkuyu fazy trudnoobogatimogo mineralnogo syrja: avtoref. dis. ... dok. tehn. nauk. Chita, 2012. 39 p.
3. Chanturija V.A. Innovacionnye tehnologii pererabotki tehnogennogo mineralnogo syrja / V.A. Chanturija, V.E. Vigdergauz // Gornyj zhurnal. 2008. no. 6. pp. 71–74.
4. Chanturija V.A. Progressivnye metody obogashhenija i kompleksnoj pererabotki mineralnogo syrja // Vystuplenie na Pervom nacionalnom gornopromyshlennom forumе 27.11.2014 [Elektronnyj resurs]. URL: <http://www.youtube.com/user/DatorCommunication> (data obrashhenija: 20.09.2017).
5. Kruglickij N.N. Fiziko-himicheskaja mehanika dispersnyh sistem v silnyh impulsnyh poljah / N.N. Kruglickij, G.G. Gorovenko, P.P. Maljushevskij. Kiev: Nauk. dumka, 1983. 192 p.
6. Boriskov F.F. Intensifikacija processov pererabotki mineralnogo syrja vozdeystviem nanosekundnyh impulsov gidravlicheskikh udarov // GIAB. 2008. no. 7. pp. 257–264.
7. Hopunov Je.A. Analiz prichin nizkoj jenergojeffektivnosti processov razrushenija mineralnogo syrja // Sovremennaja tehnika i tehnologija. 2014. no. 10. pp. 42–51.
8. Noskov V.A. Jefferktivnost primenenija maloottodnyh i bezottodnyh tehnologij pri kompleksnom ispolzovanii syrja / V.A. Noskov // Zapiski Gornogo in-ta. 2011. T. 193. pp. 313–314.
9. Mancevich M.I. Kombinirovannye tehnologii pererabotki rud cvetnyh metallov / M.I. Mancevich, R.A. Malinovskij, G.A. Lapshina i dr. // Sb. nauch. trudov in-ta «Gincvetmet», 2009. pp. 529–538.
10. Lifshic A.L. Impulsnaja jelectrotehnika / A.L. Lifshic, M.Sh. Otto. M.: Jenergoatomizdat, 1983. 352 p.

УДК 504:004:303.642.022(470.5)

**SWOT-АНАЛИЗ ПРИРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ
СРЕДНЕГО ПОУРАЛЬЯ****Мелешкин Д.С.***Институт степи Уральского отделения Российской академии наук, Оренбург,
e-mail: aventureiro@mail.ru*

Наряду с традиционными и современными методами, применяемыми для геоэкологического исследования территории, такими как картографический, морфометрический анализ, статистический, анализ данных дистанционного зондирования, геоинформационный, сравнительно-географический, сравнительно-исторический, физико-географические, в последнее время активно применяется метод прогнозных сценариев или метод моделирования – SWOT-анализ. Территория Среднего Поуралья обладает значительным потенциалом, для группировки существующей информации и разработки дальнейшего плана и выявления приоритетов развития компонентов природно-хозяйственной системы использовался SWOT-анализ. В статье средствами геоэкологического SWOT-анализа раскрыты сильные и слабые стороны муниципальных образований природно-хозяйственной системы Среднего Поуралья, а также проанализированы возможности и угрозы. Выявлены факторы внешней и внутренней среды, по результатам их оценки была построена матрица геоэкологического SWOT-анализа Среднего Поуралья. Геоэкологический SWOT-анализ природно-хозяйственной системы Среднего Поуралья – это метод, учитывающий экспертную оценку элементов природной, социальной и производственной системы, определяющих устойчивое эколого-географическое и социально-экономическое развитие исследуемой территории на основе анализа её сильных и слабых сторон, а также подробного изучения возможностей и угроз. В ходе проведённого геоэкологического SWOT-анализа исследуемой территории был сделан вывод, что для рационального использования в экономике региона природно-ресурсного и социально-экономического потенциала требуется главным образом максимальное использование сильных сторон и раскрытых возможностей, также успешное решение вскрытых слабых сторон и снижение угроз. Для устойчивого развития муниципальных образований природно-хозяйственной системы Среднего Поуралья региональным властям необходимо учитывать все факторы, а не только сильные и слабые стороны.

Ключевые слова: SWOT-анализ, природно-хозяйственная система, Среднее Поуралье, схемы территориального планирования, муниципальные образования, Оренбургская область

**SWOT-ANALYSIS OF NATURAL-ECONOMIC SYSTEM
OF THE MIDDLE POURALIE****Meleshkin D.S.***Institute of Steppe of the Ural branch of the RAS, Orenburg, e-mail: aventureiro@mail.ru*

Along with traditional and modern methods of geoecological research areas, such as mapping, morphometric analysis, statistical, data analysis, remote sensing, GIS, comparative-geographical, comparative-historical, physical and geographical, in recent years actively used the method of forecasting scenarios or modeling method SWOT-analysis. Territory of the Middle Pouralie has a significant potential for grouping existing information and develop further plan and identify priorities for the development of components of natural-economic system was used SWOT analysis. The article means geoenvironmental SWOT analysis revealed strengths and weaknesses of municipalities of the natural-economic system of the Middle Pouralie, as well as analysis of opportunities and threats. The factors of external and internal environment, the results of their evaluation were built geo-ecological matrix the SWOT analysis of the Middle Pouralie. Geo-environmental SWOT analysis of natural-economic system of the Middle Pouralie is a method that takes into account expert evaluation of the elements of the natural, social and production systems, defining sustainable eco-geographical and socio-economic development of the study area based on analysis of its strengths and weaknesses and detailed examination of opportunities and threats. In the course of geoecological SWOT analysis of the study area, it was concluded that for efficient use in the economy of the region, natural resource and socio-economic potential requires primarily the maximum use of the strengths and disclosed features also the successful solution of the uncovered weaknesses and reduce threats. For sustainable development of natural-economic system of the Middle Pouralie, regional authorities need to consider all the factors, not just strengths and weaknesses.

Keywords: SWOT-analysis, natural-economic system, Middle Pouralie, schemes of territorial planning, municipal formation, Orenburg region

Для минимизации или предотвращения разрушающих экологических последствий, а также связанных с ними социально-экономических проблем требуется проведение оценочных и прогнозных условий изменения окружающей среды средствами полноценного геоэкологического анализа природно-хозяйственной системы Среднего Поуралья.

Цель исследования

На основе данных схем территориального планирования муниципальных образований провести геоэкологический SWOT-анализ природно-хозяйственной системы Среднего Поуралья.

Для достижения цели нами были сформулированы следующие **задачи**:

– собрать и генерализировать SWOT-анализы муниципальных образований Среднего Поуралья;

– определить и провести комплексную оценку ведущим направлениям развития природно-хозяйственной системы Среднего Поуралья;

– на основе полученных данных составить матрицу геоэкологического SWOT-анализа природно-хозяйственной системы Среднего Поуралья.

Материалы и методы исследования

В рамках разработки критериев территориального развития Среднего Поуралья и геоэкологического состояния входящих в него муниципальных образований целесообразно использовать широко применяемый в методологии SWOT-анализ, включающий в себя ситуационный анализ внутри субрегиона, а также внешних факторов. В дальнейшем полученные данные сводятся во вспомогательную таблицу, так называемую матрицу SWOT-анализа, состоящую из четырёх основных характеристик: сильных и слабых сторон, возможностей и угроз. SWOT-анализ проводился на основе актуальной и достоверной информации схем территориального планирования муниципальных образований Оренбургской области.

В отличие от SWOT-анализа предприятий геоэкологический анализ подразумевает оценку специалистами элементов природных, социальных и производственных систем, являющихся определяющим фактором в устойчивом экологическом и социально-экономическом развитии района исследования [1]. К таким элементам можно отнести: природную составляющую, которая отражает географическое положение территории, климатические особенности, обеспеченность водными, минеральными и земельными ресурсами, разнообразие биоты; наличие объектов природного и историко-культурного наследия. Производственный фактор характеризует хозяйственную основу, состояния инфраструктурных сооружений, а также объёмы и складирование твёрдых отходов всех отраслей хозяйства. Даёт оценку использования минеральных, водных, земельных и биологических ресурсов. Социальный фактор рассматривает социально-демографический фактор, структуру народонаселения, условия здравоохранения, образование и т.д.

Анализ геоэкологического состояния элементов природно-хозяйственной систе-

мы Среднего Поуралья позволил составить вспомогательную таблицу-матрицу SWOT-анализа и раскрыть сильные и слабые стороны, а также возможности и угрозы.

К сильным сторонам (S), обеспечивающим устойчивое развитие территории, можно отнести:

1. Географическое положение исследуемого района, основная территория которого приходится на центральную часть степного Оренбуржья, не попадает под влияние катастрофических природных процессов, обусловленных проявлением внешних и внутренних процессов.

Так как Российская Федерация и Республика Казахстан являются стратегическими партнёрами, приграничное положение Среднего Поуралья также представляет собой сильную сторону. Граница проходит по двум областям соседней республики – Западно-Казахстанской и Актюбинской, необходимо отметить, что 1,9% территории Среднего Поуралья находится в Мартукском районе Актюбинской области.

2. Развитая транспортная инфраструктура, по территории проходят участки федеральных трасс М-5 «Урал», Р-239 «Казань – Оренбург – Акбулак», Р-240 «Уфа – Оренбург», А-305 «Оренбург – Илек». А также трассы регионального значения «Оренбург – Орск» и «Оренбург – Беляевка» [2].

3. Ландшафтное разнообразие исследуемой территории характеризуется степными урочищами с ярко выраженной луго-степной растительностью, сменяющимися пойменными ландшафтами с разнообразной пойменной растительностью. В Среднем Поуралье до сих пор сохранились нетронутые степные участки, некоторые представлены в статусе особо охраняемых природных территорий.

4. Наличие значительных запасов минеральных ресурсов, в том числе нефти и природного газа. Также территория богата полезными ископаемыми, пригодными для строительных и поделочных работ (песок, ПГС, глина и др.). Доход от добычи последних остаётся в муниципальном образовании, в отличие от углеводородных месторождений, доходы которых идут напрямую в федеральный бюджет [3].

5. Лесные ресурсы являются одним из важнейших стратегических ресурсов степной зоны, Оренбуржье обладает наименьшим процентом лесистости (4,6%) среди всех субъектов РФ, лесистость Среднего Поуралья составляет 4,2%. Раститель-

ность произрастает в основном в пойме реки Урал (урёмные леса), по балкам и долинам небольших рек (байрачные и галерейные лески), а также в виде искусственных насаждений.

6. Водно-ресурсный потенциал сформирован в основном сетью искусственных водоёмов, из 1,6 тыс. водохозяйственных объектов [4] Оренбургской области, 175 или 11 % искусственных водоёмов располагаются в границах Среднего Поуралья. В свою очередь пруды и водохранилища, помимо обеспечения населения водой для хозяйственно-бытовых нужд, являются объектами для разведения рыб [5].

7. Среднее Поуралье обладает благоприятными агроклиматическими ресурсами, являющимися выгодными для развития спортивного, познавательного, развлекательного туризма выходного дня, а также культурно-исторического и археологического туризма, охотничье-рыболовного и сельского туризма [6]. Некоторые ландшафтные памятники природы обладают бальнеологической ценностью, например «Урочище Солёное» в Беляевском районе.

Слабыми сторонами природно-хозяйственной системы Среднего Поуралья были определены (W):

1. Низкое финансирование мероприятий, направленных на природоохранную деятельность. Вследствие этого ведётся недостаточный контроль госструктур за рациональным использованием возобновляемых природных ресурсов.

2. Отсутствует результативная система мониторинга антропогенного и промышленного загрязнения окружающей среды. К тому же для территории исследования характерна значительная антропогенная нагрузка, связанная с распашкой территории. Распашка склонов и прибрежных полос, рост овражной эрозии привели к целому комплексу проблем, связанных с ухудшением общей экологической ситуации. Добыча полезных ископаемых также привела к интенсивному антропогенному воздействию на территорию.

3. Среднее Поуралье характеризуется высокой изношенностью инженерных сооружений, которые были построены еще в советский период. К примеру, в некоторых муниципальных образованиях Среднего Поуралья очистные сооружения отсутствуют, а в тех районах, где очистные сооружения имеются, значительно устарели, работают неэффективно и нуждаются в значительной реконструкции.

Также в отдельных населённых пунктах имеются примитивные локальные системы, принимающие стоки от отдельных зданий и производственной застройки. Сточные воды неканализованной производственной застройки поступают в выгребные ямы, а затем вывозятся в овраги и на территории свалок.

4. Негативные климатические условия, характеризующиеся континентальностью климата с летними засухами и суховеями, а также низкими температурами зимой, неблагоприятно сказываются на ведении сельскохозяйственной деятельности, особенно в секторе растениеводства [7].

5. Низкий уровень развития туристических услуг в сфере гостиничного бизнеса. Слабо развитая инфраструктура культурного отдыха. Преобладание экологически ориентированных видов туризма, не связанных с развитием современной инфраструктуры.

Возможности (O), были выделены три основных фактора:

1. Своевременный прогноз экологической и социально-экономической ситуации в регионе.

2. Успешная реализация запланированных значимых проектов в Оренбургской области, имеющих ведущее значение для экономического развития региона в целом и муниципальных районов Среднего Поуралья в частности тех, которые ориентированы на усовершенствование производственной сферы [8], с последующим стабильным развитием экономики.

3. Реализация возможностей туристско-рекреационного потенциала природно-хозяйственной системы Среднего Поуралья с учётом развития таких видов туризма, которые удовлетворяли бы потребности и спрос на современном рынке туристических услуг. В свою очередь развитие услуг за счёт малого бизнеса будет способствовать экономическому развитию, включая создание рабочих мест и приобретение местных продуктов, что даст возможность малому бизнесу увеличивать доходы от местных ресурсов.

Потенциальными угрозами (T) для устойчивого развития природно-хозяйственной системы Среднего Поуралья, по нашему мнению, являются:

1. Недостаток финансирования со стороны государства, а также снижение промышленными и сельскохозяйственными предприятиями финансирования, направленного на обеспечение улучшения экологической безопасности региона.

Матрица геоэкологического SWOT-анализа природно-хозяйственной системы
Среднего Поуралья

	Возможности (Opportunities)	Угрозы (Threats)
	1. Привлечение инвестиций на развитие программ по экологической безопасности, а также туристско-рекреационной привлекательности. 2. Развитие малого бизнеса в сфере туризма и рекреации. 3. Использование искусственных водоёмов для туристско-рекреационной деятельности. 4. Использование климатических ресурсов, как источник альтернативной электроэнергии. 5. Развитие мясо-молочного животноводства в зоне рискованного земледелия	1. Развитие нестабильной экономической ситуации, снижающаяся платёжеспособность населения. 2. Неблагоприятные демографические процессы. 3. Постоянное увеличение антропогенной нагрузки на ландшафт. 4. Низкая конкурентоспособность
Сильные стороны (Strengths)	SO	ST
1. Выгодное физико-географическое приграничное положение. 2. Благоприятные агроклиматические ресурсы. 3. Развитая транспортная инфраструктура. 4. Мощный природно-ресурсный потенциал. 5. Ландшафтное разнообразие, наличие памятников природного и историко-культурного наследия	Выгодное физико-географическое приграничное положение даёт возможности для привлечения инвестиций на развитие туристско-рекреационной деятельности. Благоприятные агроклиматические ресурсы могут также положительно отразиться на привлечении инвестиций в альтернативную электроэнергетику	Уменьшение потребности населения на предоставляемые регионом туристические услуги. Увеличение фирм конкурентов. Укрепление темпов освоения и развития туристических объектов в соседних регионах
Слабые стороны (Weaknesses)	WO	WT
1. Неблагоприятные климатические условия. 2. Высокая изношенность очистных сооружений. 3. Высокое антропогенное воздействие на земельные ресурсы. 4. Низкий уровень развития туристических услуг	Развитие экологически ориентированных видов туризма. Туризм выходного дня. Необходимость привлечения новых финансовых ресурсов за счёт аренды туристического снаряжения и оборудования, продажа сувениров	Острая зависимость цен от колебания курса валюты на рынке. Низкая доля собственного капитала в обороте. Нестабильная экономическая ситуация приводит к уходу с рынков турфирм

2. Негативные социально-демографические процессы, отмечающиеся в большинстве муниципальных районах Среднего Поуралья, последствия которых сказываются на социально-экономической стабильности региона.

3. Отрицательное антропогенное влияние на водные ресурсы Среднего Поуралья и интенсивное загрязнение промышленными предприятиями реки Урал привело к существенному истощению водно-ресурсного потенциала исследуемой территории.

4. Значительные темпы освоения и развития туристических объектов в соседних регионах, например Республике Башкортостан, значительно снижают конкурентоспособность региона. К тому же на развитии туристско-рекреационной деятельности может негативно сказываться снижение

спроса со стороны населения, что приведёт к сокращению клиентов на рынке местных туристических услуг.

На основе анализа социально-экономической ситуации в муниципальных районах Среднего Поуралья с учётом оценки факторов внутренней и внешней среды, нами была составлена таблица-матрица геоэкологического SWOT-анализа природно-хозяйственной системы Среднего Поуралья (таблица).

**Результаты исследования
и их обсуждение**

Проведённый геоэкологический анализ природно-хозяйственной системы Среднего Поуралья на основе данных схем территориального планирования и SWOT-анализ муниципальных образований Среднего Поуралья

позволяет сделать вывод, что взаимодействие социально-природных систем отражается в проявлении разрушительных процессов. Функциональная оптимизация данных систем в первую очередь связана с решением проблем по сокращению антропогенного и техногенного воздействия на природно-хозяйственную систему. Решение данных проблем необходимо осуществлять с помощью научно обоснованных подходов к адаптации деятельности человека к морфологии ландшафтов. Также необходимо определить структуру элементов природно-экологического каркаса, улучшение природопользования в котором создаст положительные условия для сохранения таких первоочередных средообразующих и ресурсообеспечивающих функций природных комплексов, как увеличение запасов подземных вод, предотвращение разрушительных геоэкологических процессов, поддержание и защита биологического разнообразия природно-хозяйственной системы.

Природно-хозяйственная система Среднего Поуралья обладает значительными социально-экономическими и природно-экологическими ресурсами, их максимальное использование позволит реализовать существующие возможности и эффективно противостоять угрозам, а также имеет перспективы для дальнейшего рационального использования природно-ресурсного потенциала.

Статья подготовлена в рамках темы «Степи России: ландшафтно-экологические основы устойчивого развития, обоснование природоподобных технологий в условиях природных и антропогенных изменений окружающей среды» (№ ГР АААА-А17-117012610022-5) при финансовой поддержке Всероссийской общественной организации «Русское географическое общество» № 08/2017/РГО-РФФИ «Геоинформационный анализ индикаторов эколого-экономической безопасности и оценка ландшафтно-экологической устойчивости природно-хозяйственных систем регионов степной зоны России» (АААА-А17-117041310143-0).

Список литературы

1. Ямашкин А.А., Москалева С.А. Геоэкологический swot-анализ состояния природно-социально-производственных систем зоны влияния Саранско-Рузаевского промышленного узла // Сборник трудов молодых исследователей географического факультета МГУ им. Н.П. Огарева: Конф.

молодых ученых, аспирантов и студентов. Вып. 10. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2007. – С. 160–163.

2. Григорьевский Д.В. SWOT-анализ природно-ресурсного потенциала Оренбургской области в контексте интеграционных процессов Евразийского экономического Союза // Заметки ученого. – Ростов-н/Д.: ООО «Приоритет», 2016. – № 10. – С. 16–24.

3. Чибилёв А.А. (мл.) Возобновляемые стратегические природные ресурсы устойчивого развития регионов степной зоны РФ // Успехи современного естествознания. – 2016. – № 3. – С. 214–219.

4. Постановление Правительства Оренбургской области от 17 июля 2013 г. № 604-п «Об утверждении перечней водных объектов, подлежащих региональному государственному надзору в области использования и охраны водных объектов» (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс]. – URL: <http://base.garant.ru/27527979/#friends>.

5. Мелешкин Д.С. Современное рыбохозяйственное и туристско-рекреационное освоение территории Среднего Поуралья // Вопросы степеведения. – Оренбург: ИС УрО РАН, 2016. – № 13. – С. 45–49.

6. Туристические маршруты Оренбургской области: сводный путеводитель / А.А. Чибилёв, А.Е. Голев, С.Ю. Рабичев и др. – Оренбург: ИС УрО РАН, ООО «Союз-реклама», 2008. – 98 с.

7. Чибилёв А.А. (мл.), Семёнов Е.А. Очерки экономической географии Оренбургского края. – Екатеринбург: ООО «УЦАО», 2014. – Т. I. – 182 с.

8. Обобщенный SWOT-анализ муниципальных районов Оренбургской области / В.П. Петрищев, П.А. Косых, Н.Д. Найдено и др. // Молодой ученый. – 2015. – № 15 (95), Ч. 4. – С. 331–335.

References

1. Jamashkin A.A., Moskalova S.A. Geojekologicheskij swot-analiz sostojanija prirodno-socialno-proizvodstvennyh sistem zony vlijanija Saransko-Ruzaevskogo promyshlennogo uzla // Sbornik trudov molodyh issledovatelej geograficheskogo fakulteta MGU im. N.P. Ogareva: konf. Molodyh uchenykh, aspirantov i studentov. Vyp. 10. Saransk: Izd-vo Mordov. un-ta, 2007. pp. 160–163.

2. Grigorevskij D.V. SWOT-analiz prirodno-resursnogo potenciala Orenburgskoj oblasti v kontekste integracionnyh processov Evrazijskogo ekonomicheskogo Sojuzja // Zаметки uchjonogo. Rostov-n/D.: ООО «Prioritet», 2016. no. 10. pp. 16–24.

3. Chibiljov A.A. (ml.) Vozobnovljaemye strategicheskie prirodnye resursy ustojchivogo razvitiya regionov stepnoj zony RF // Uspehi sovremennogo estestvoznaniya. 2016. no. 3. pp. 214–219.

4. Postanovlenie Pravitelstva Orenburgskoi oblasti ot 17 ii-ulia 2013 g. no. 604-p «Ob utverzhdenii perechnei vodnykh obiektov, podlezhashchikh regionalnomu gosudarstvennomu nadzoru v oblasti ispolzovaniia i okhrany vodnykh obiektov» (s izmeneniiami i dopolneniiami) [Elektronnyi resurs]. URL: <http://base.garant.ru/27527979/#friends>.

5. Meleshkin D.S. Sovremennoe rybohozajajstvennoe i turist-sko-rekreacionnoe osvoenie territorii Srednego Pouralja // Voprosy stepevedeniya. Orenburg: IS UrO RAN, 2016. no. 13. pp. 45–49.

6. Turisticheskie marshruty Orenburgskoj oblasti: svodnyj putevoditel // A.A. Chibiljov, A.E. Golev, S.Ju. Rabichev i dr. Orenburg: IS UrO RAN, ООО «Sojuz-reklama», 2008. 98 p.

7. Chibiljov A.A. (ml.), Semjonov E.A. Oчерки jekonomicheskoy geografii Orenburgskogo kraja. Ekaterinburg: ООО «UCAO», 2014. T. I. 182 p.

8. Obobshhennyj SWOT-analiz municipalnyh rajonov Orenburgskoj oblasti / V.P. Petrishhev, P.A. Kosyh, N.D. Naidenko i dr. Molodoy uchenyj. 2015. no. 15 (95), Ch. 4. pp. 331–335.

УДК 551.4.042(571.5)

**РУСЛОВЫЕ ДЕФОРМАЦИИ РЕК ЮГА ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ
ЗА СТОЛЕТНИЙ ПЕРИОД****Опекунова М.Ю.***ФБГУ «Институт географии им. В.Б. Сочавы» Сибирского отделения РАН, Иркутск,
e-mail: opek@mail.ru*

В результате анализа морфологических изменений русел р. Лены (верхнее течение) и р. Иркут (Тункинская котловина) за сто лет выделены морфодинамически однородные участки русел, определена степень влияния геолого-геоморфологического строения территории, гидрологических условий, естественных процессов развития русла на динамику однородных участков и морфологические изменения в их пределах. Анализ плановых деформаций русла р. Лены в верхнем течении за сто лет показал разную степень стабильности морфодинамически однородных участков русла и позволил определить преобладающие геоморфологические процессы в днище долины. Выявлено, что участки с разной эрозионно-аккумулятивной составляющей местного значения совпадают с элементами морфотектонического плана территории. Участок с направленной аккумуляцией совпадает с Тупто-Тутурским понижением, участок с уравновешенными процессами эрозионно-аккумулятивными процессами совпадает с антецедентным участком долины, а относительно стабильный участок без явных признаков плановых русловых деформаций – с дугообразным изгибом долины р. Лены. Морфодинамика р. Иркут в пределах Тункинской котловины и сопряженных с ней межкотловинных перемычек за период сто лет показала наиболее интенсивное развитие русловых деформаций в пределах котловинного участка, где развит широкопойменный тип русла. Наиболее устойчивыми оказались широкопойменные участки разветвленно-извилистого типа и участок с развитием крутых петлеобразных излучин. Наиболее интенсивные русловые деформации зафиксированы на участке сочленения заболоченного массива (зоны молодого опускания) и массива Бадар (инверсионный купол). На региональном и местном уровнях морфоструктурное строение территории, влияние неотектонического режима являются определяющими факторами развития морфодинамических типов русел. Локальные плановые изменения русла в большей степени обусловлены геолого-геоморфологическими условиями и гидрологическим режимом рек.

Ключевые слова: речные долины, русловые деформации, морфодинамика, геоморфологические процессы, морфотектонический план территории

**CHANNEL DEFORMATIONS RIVERS OF SOUTHERN EAST SIBERIA
FOR A CENTURY****Opekunova M.Yu.***V.B. Sochava Institute of Geography of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Irkutsk,
e-mail: opek@mail.ru*

As a result of the analysis of the morphological changes in the riverbeds of the river. Lena (upper course) and river. Irkut (Tunkinskaya Kotlovina) for a hundred years, morphodynamically homogeneous sections of channels are distinguished, the degree of influence of the geological and geomorphological structure of the territory, the hydrological conditions, the natural processes of channel development on the dynamics of homogeneous areas and the morphological changes within them are determined. Analysis of planned deformations of the riverbed. Lena in the upper stream for a hundred years, showed a different degree of stability distinguished morphodynamically homogeneous sections of the channel and allowed to determine the prevailing geomorphological processes in the bottom of the valley. It was revealed that the sites with different erosion-accumulative constituents of local significance coincide with the elements of the morphotectonic plan of the territory. The site with directed accumulation coincides with the Tipto-Tutur depression, the area with balanced processes by erosion-accumulative processes coincides with the antecedent section of the valley, and a relatively stable area without obvious signs of planned channel deformations-with an arcuate bend in the valley of the Lena-river.. Morphodynamics of Irkut-river within the Tunkinskaya Basin and the intercostal bridges associated with it for a period of one hundred years has shown the most intensive development of channel deformations within the basin area where a wide-flooded type of bed is developed. The most stable were wide-branched-twisting sections and a section with the development of steep loop-like bends. The most intensive channel deformations were recorded at the junction of the swamped massif (the zone of young descent) and the Badar massif (the inversion dome). At the regional and local levels, the morphostructural structure of the territory, the influence of the neotectonic regime are the determining factors for the development of morphodynamic types of channels. Local planned changes in the channel are mainly due to geological and geomorphological conditions and the hydrological regime of rivers.

Keywords: river valleys, channel deformations, morphodynamics, geomorphological processes, morphotectonic plan of the territory

Изучение развития речных русел в различных природных условиях, механизмов русловых процессов, факторов их формирования, а также анализ развития пойменно-русловых комплексов является в настоящее время одной из актуальных задач совре-

менной флювиальной геоморфологии как для отечественных, так и для зарубежных исследователей. Определены основные закономерности механизмов формирования русел, их морфодинамики, а также основные факторы, влияющие на состояние и развитие

пойменно-русловых комплексов в разных природных условиях, региональные типы русловых процессов и экологического состояния и эволюции ландшафтов пойм [1–4].

В данной статье на основе анализа типов и интенсивности плановых русловых деформаций и некоторых черт формирования пойменно-русловых комплексов речных долин выявляются особенности развития рельефа речных долин, расположенных в различных геодинамических обстановках.

Исследование развития речных долин, в том числе и оценка геоморфологических процессов в самой долине, – это одна из составляющих эволюционного анализа компонента природной среды – рельефа. Одной из задач такого анализа является оценка плановых русловых деформаций на различных морфодинамических участках реки, позволяющая проанализировать соотношение процессов эрозии и аккумуляции в днищах речных долин. Такие исследования интересны не только в палеогеографическом аспекте изучения территории, но могут иметь и практическое применение при ведении хозяйственной деятельности.

Материалы и методы исследования

Проведен анализ разновременных картографических источников [5, 6], аэрофотоснимков, космоснимков для выявления плановых русловых деформаций на участках верхнего течения р. Лены (равнинно-платформенная область) и р. Иркут в пределах Тункинской котловины (Байкальская рифтовая зона) (рисунок). Для оценки плановых русловых деформаций р. Лены за период более ста лет, с помощью программного обеспечения MapInfo сопоставлялись навигационные карты р. Лены, изданные в 1912 г. [5], и современные крупномасштабные топографические карты, а также аэрофотоснимки (съемки, произведенные в 1980-х гг.) и современные космоснимки различных ресурсов. Для анализа морфологии и плановых деформаций русла р. Иркут использовались ретроспективные топографические карты масштаба 1:84 000 издания 1896–1914 гг. [6], разновременные топографические карты масштаба 1:100 000; данные дистанционного зондирования Земли (Landsat – 1976–2015 гг.) [7]. Для уточнения данных морфологии пойменно-русловых комплексов были использованы материалы, полученные в ходе многолетних полевых наблюдений.

Теоретической и методической основой данных исследований послужил ряд ра-

бот основателей и ведущих специалистов отечественной школы русловедения и морфодинамики речных систем [1–4].

Река Лена исследовалась от устья р. Тутуры до устья р. Туруки. Данный участок длиной 344 км расположен в пределах Верхнеленского плато – поднятия Сибирской платформы согласно морфотектоническому районированию Г.Ф. Уфимцева [8]. Для выявления плановых деформаций проводился анализ изменения морфологии русла, типов русловых разветвлений и планового рисунка островов.

На участке исследования река обладает врезанным типом русла (за исключением устьевых участка р. Тутуры (широкопойменный тип), а также участков с адаптированным типом русла (Суровская прорва и Омолой). Такой тип русла наиболее стабилен и наименее подвержен деформационным изменениям [1, 2], поэтому наибольшую информацию о динамике процессов в русле и днище долины несут устьевые участки крупных притоков и разветвленные участки русла.

Другой объект наших исследований – русло р. Иркут в пределах Тункинской котловины, которая относится к ветви Тункинских котловин Байкальской рифтовой зоны. Анализировались плановые деформации русла р. Иркут на участке от устья р. Мал. Зангисан до устьевой части р. Еловка. В пределах Тункинской котловины (самой большой из котловин Тункинской ветви), практически на всем протяжении река (133 км) обладает широкопойменным типом русла, за исключением участков межкотловинных перемычек Ниловского и Еловского отрогов, где тип русла врезанный и адаптированный. Анализ плановых русловых деформаций проводился для трех временных срезов – 1914, 1975, 2015 гг. – с помощью картографического геоинформационного метода. Здесь выделяются одиннадцать морфодинамически однородных участков русла: три из них – адаптированного, один – врезанного, семь – широкопойменного типов. Проведена систематизация морфодинамических типов развития реки и выделены участки с различной степенью деформированности в пределах наиболее подверженного русловым деформациям широкопойменного отрезка реки.

Результаты исследования и их обсуждение

В пределах участка р. Тутура – р. Турука выделено 20 локальных участков с различными морфодинамическими типами.

Длина участков с врезанным и извилистым разветвленным типом русла (сюда отнесены и слабоизвилистые участки с пологими формами излучин и соотношением длины русла к шагу излучины от 1,15 до 1,6) составляет 234,6 км. Длина участков с врезанным прямолинейным разветвленным типом – 61,7 км, с адаптированным типом русла – 23,9 км, с широкопойменным типом русла – 9,0 км, протяженность участка с врезанным извилистым неразветвленным типом русла – 4,8 км.

Подтверждает высокую устойчивость русла к деформациям, которая обусловлена морфотектоническими особенностями, геолого-геоморфологическим строением долины и гидрологическим режимом реки, как стабильность морфодинамических типов русла реки, так и неизменность их протяженности за период исследований. Критериями изменений планового рисунка русла стали следующие признаки – изменение площадей островов, исчезновение или слияние островов, деградация или наоборот – формирование протоков, а также присоединение островных массивов к пойме. Накопление наносов обычно выражается в увеличении количества островов, де-

градации пойменных протоков и т.д. Такие признаки, выражающие направленность аккумулятивных процессов, характерны практически для всех морфодинамических типов русла – широкопойменных разветвленных, врезанных извилистых разветвленных, слаборазветвленных, прямолинейных разветвленных отрезков. Однако направленные эрозионные процессы, которые выражаются в выносе материала (размыв и дробление островов, формирование новых протоков), фиксируются лишь в пределах участка с врезанным прямолинейным разветвленным типом русла.

Проведенный анализ изменений морфологических признаков за столетний период позволяет выделить 4 типа локальных участков:

- 1) участки с преобладанием аккумулятивных процессов;
- 2) равновесные участки, на которых не выражена направленность аккумуляции или эрозии;
- 3) участки с преобладанием эрозионных процессов;
- 4) стабильные участки, на которых не отмечены морфологические изменения.

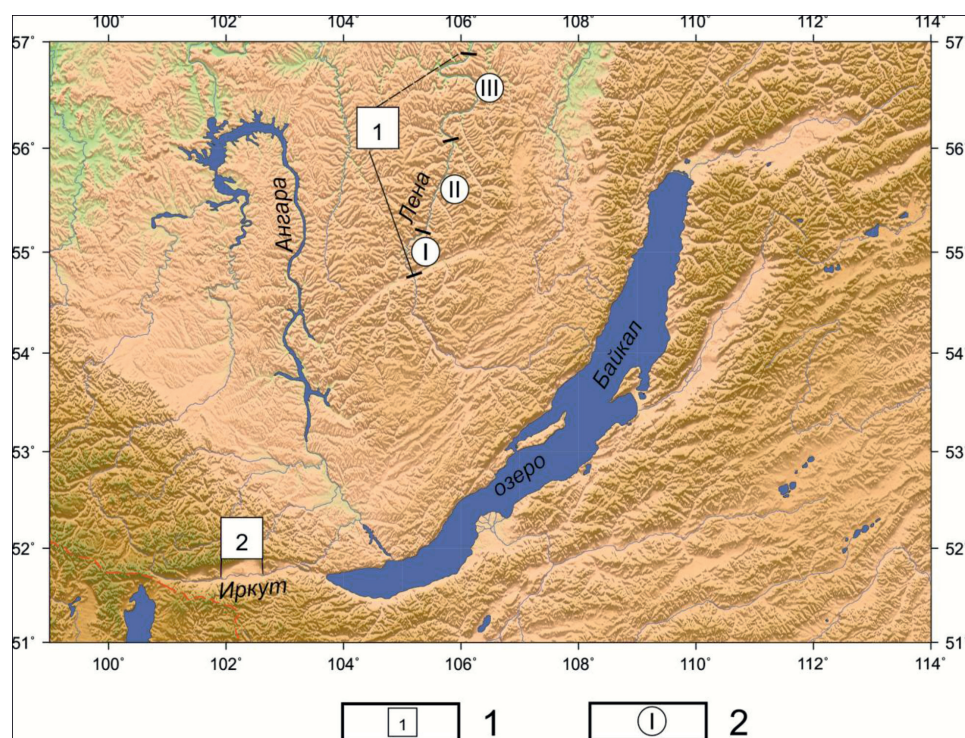


Схема расположения объектов исследования. Условные обозначения: I – объекты исследования I – русла р. Лены на участке р. Тутура – р. Турука, 2 – р. Иркут, римские цифры – участки эрозии-аккумуляции: I – с направленными аккумулятивными процессами (Тыпто-Тутурский); II – участок с развитием морфологических признаков как аккумуляции, так и эрозии; III – стабильный участок

Таким образом, помимо типологического выделения участков в зависимости от морфодинамического типа и направленности геоморфологических процессов определяется и топологическая структура проявления эрозионно-аккумулятивных процессов. На региональном уровне долины р. Лены определяется как зона врезания, которая сформировалась благодаря расположению в пределах элемента новейшей структуры Иркутского амфитеатра Лено-Ангарского поднятия [7], а также геологическому строению территории. На местном уровне на основе анализа изменения морфологических элементов русла, а следовательно, и направленности эрозионно-аккумулятивного процесса выделяются три участка. Первый участок с направленными аккумулятивными процессами; второй – с развитием морфологических признаков как аккумуляции, так и эрозии. Для третьего участка характерно преобладание неизменных отрезков русла и отрезков с аккумулятивными процессами в устьях притоков (рисунок).

Участки, где процессы аккумуляции и эрозии компенсируют друг друга, занимают большую часть (138 км) исследуемой части русла р. Лены. Участки с преобладанием процессов аккумуляции занимают 130,1 км, причем из них почти 20 км составляют локальные участки с распространением аккумулятивных процессов в устьевых частях. Затем следуют неизменные участки, занимающие 50,9 км. Участок с преобладанием эрозионных процессов занимает 15 км.

Наиболее интенсивные изменения планового рисунка русла закономерно приурочены к широкопойменному отрезку реки в условиях свободного меандрирования. Анализ изменений рисунка русла позволил провести систематизацию типов морфодинамического развития реки, а также разделить участки по степени деформированности.

Наиболее информативным для выявления русловых деформаций р. Иркут стал широкопойменный участок р. Бого-Горхон – р. Тунка, на котором стало возможным выделить несколько типов развития русла. Первый тип развития характеризуется стабильным положением русла, при котором не меняется морфодинамический тип излучины. Для второго типа развития характерна смена морфодинамического типа излучины. В нем можно выделить два подтипа: 1) изменение морфодинамического типа излучины происходит в соответ-

ствии со стадиями ее развития – излучина переходит на следующую стадию развития либо входит в новый эволюционный цикл; 2) изменение морфодинамического типа происходит под действием внешних факторов (смещения русла, изменения формы, элементов или стадийности соседних излучин, или изменения элементов самой излучины). При третьем типе развития морфодинамический тип излучины сложной формы не изменяется, но форма упрощается или усложняется вследствие изменения элементов излучины (на нижних топологических уровнях). Для четвертого типа изменение морфодинамического типа излучины происходит вследствие взаимодействия (объединения) соседних элементов русла (нижних топологических уровней).

В результате анализа русловых деформаций выделен наиболее мобильный и соответственно измененный участок – отрезок русла Барун-Нуга – р. Кырен протяженностью 17 км, где наблюдаются наиболее значительные русловые деформации, связанные с перемещением русла на 1 км в северном направлении за период исследования. Нестабильное положение русла может быть обусловлено соседством с контактом заболоченного массива Енгаргинских болот (зона молодого опускания) и массива Бадар (инверсионный купол) [7].

По степени деформированности следующее место занимают участки, на которых развитие излучин перешло в новый эволюционный цикл, это в основном участки с развитием петлеобразного типа излучин. Общая длина относительно стабильных участков, таким образом, составила 80 км (60% исследуемого участка реки).

Таким образом, к деформациям, связанным с естественным развитием русла и характеризующимся наибольшим изменением, относятся участки смещения русла, спровоцированные прорывом макроизлучин или их излучин, изгибами более низкого порядка и дальнейшим их развитием. Развитие петлеобразных излучин с переходом их в новый эволюционный тип можно охарактеризовать как участки с изменениями более низкого, нежели перемещение русла, порядка. В таких случаях происходит смена типа излучины, однако сами эти изменения носят локальный характер. Это подтверждается и масштабами перемещений, так при прорывах макроизлучин русло сместилось на север в среднем на 1 км, тогда как смещение русла при развитии излучин нормального размера в среднем составило 200–400 м.

Также на локальном уровне большое влияние на развитие русловых процессов оказала и хозяйственная деятельность человека: наиболее интенсивные русловые деформации отмечены в период с 1915 по 1976 г., что связано с увеличением площадей пахотных земель соответственно, стока наносов.

Выводы

Таким образом, для р. Лена выявлены совпадения распространения участков с разной направленностью процессов эрозии и аккумуляции с морфотектоническими элементами на местном уровне. Участок с направленными аккумулятивными процессами совпадает в морфотектоническом плане с Тышто-Тутурским понижением; участок с развитием морфологических признаков как аккумуляции, так и эрозии – с antecedentным участком долины; участок с преобладанием неизменных отрезков русла и отрезков с аккумулятивными процессами в устьях притоков – с дугообразным изгибом долины реки на данном отрезке.

Для р. Иркут также развитие того или иного типа русла на местном уровне зависит от морфотектонического плана территории. Так, морфодинамически однородные участки совпадают в морфотектоническом плане: широкопойменный – с днищем рифтовой долины, врезанные и адаптированные – с межкотловинными перемычками.

Наиболее нестабильный участок, отмеченный прорывом макроизлучины и смещением русла, приурочен в морфотектоническом плане к сочленению элементов более низкого порядка, что может свидетельствовать о большей степени влияния морфотектонического генеза. В частности, о влиянии неотектонических движений на степень интенсивности русловых процессов в условиях рифта.

В то же время устойчивость, в пределах широкопойменного участка отрезков с развитием крутых петлеобразных излучин и разветвленно-извилистого типа русла обусловлена геоморфологическими условиями, то есть строением высокой поймы и закреплением ее растительностью. Таким образом, на локальном уровне интенсивность проявления русловых процессов больше зависит от гидрологического режима, влияния других компонентов ландшафта – растительности, тогда как влияние морфотектонического строения характерно в большей степени для котловинной части Тункинского рифта.

Таким образом, можно отметить общую черту развития русловых процессов, которые выявились при анализе русловых деформаций рек, находящихся в разных геодинамических обстановках.

Морфоструктурное строение территории и влияние неотектонического режима являются определяющими факторами формирования морфодинамических типов русел на региональном и местном уровнях, как для широкопойменного типа русла р. Иркут в пределах Байкальской рифтовой зоны, так и для врезанного типа русла р. Лены в пределах области Лено-Ангарского поднятия Сибирской платформы. Тогда как развитие плановых деформаций локального уровня в большей степени связано с естественным развитием русловых форм, обусловленных геолого-геоморфологическими и гидрологическими условиями. Стоит также отметить снижение влияния антропогенного фактора на процессы руслообразования, которое отмечается при анализе русловых деформаций Иркут в пределах Тункинской котловины.

Дальнейшее использование полученных данных позволит провести геохронологическую и палеогеографическую корреляцию отложений и форм рельефа в регионе исследования. Полученные результаты могут использоваться для прогноза и предотвращения возникновения экологической напряженности, связанной с динамикой русловых процессов и преобразования ландшафтов пойм, при ведении хозяйственной деятельности.

Список литературы

1. Маккавеев Н.И. Русло реки и эрозия в ее бассейне [текст] / Н.И. Маккавеев. – М.: Географический факультет МГУ, 2003. – 355 с.
2. Чалов Р.С. Русловедение: теория, география, практика. Т. 1: Русловые процессы: факторы, механизмы, формы проявления и условия формирования речных русел [текст] / Р.С. Чалов. – М.: Издательство ЛКИ, 2008. – 608 с.
3. Чалов Р.С. Русловедение: теория, география, практика. Т. 2: Морфодинамика речных русел [текст] / Р.С. Чалов. – М.: Издательство КРАСАНД, 2011. – 960 с.
4. Чернов А.В. География и геоэкологическое состояние русел и пойм рек Северной Евразии [текст] / А.В. Чернов. – М.: ООО «Крона», 2009. – 684 с.
5. Навигационная карта р. Лены от с. Тутуры до устья р. Туруки: съемка 1912 года (сост. и изд. Партией по исследованию реки Ленского Бассейна). – СПб.: тип. А.И. Белокопытова, 1913. – 24 листа.
6. Тунка (топокарта-ба 1:84000 верст) / Упр. Иркутского переселенческого р-на, 1914.
7. Opekunova M.Yu., Silaev A.V. Channel deformation of the Irkut River in the Tunkinskaya depression / M.Yu. Opekunova, A.V. Silaev // Geography and Nature Resources. – 2016 – № 4. – P. 338–347.
8. Уфимцев Г.Ф. Байкальская тетрадь [текст] / Г.Ф. Уфимцев. – М.: Научный мир, 2009. – 93 с.

References

1. Makkaveev N.I. Ruslo reki i jerozija v ee bassejne [tekst] / N.I. Makkaveev. M.: Geograficheskij fakultet MGU, 2003. 355 p.
2. Chalov R.S. Ruslovedenie: teorija, geografija, praktika. T. 1: Ruslovyje processy: faktory, mehanizmy, formy pojavlenija i uslovija formirovanija rechnyh rusel [tekst] / R.S. Chalov. M.: Izdatelstvo LKI, 2008. 608 p.
3. Chalov R.S. Ruslovedenie: teorija, geografija, praktika. T. 2: Morfodinamika rechnyh rusel [tekst] / R.S. Chalov. M.: Izdatelstvo KRASAND, 2011. 960 p.
4. Chernov A.V. Geografija i geojekologicheskoe sostojanie rusel i pojmov rek Severnoj Evrazii [tekst] / A.V. Chernov. M.: OOO «Krona», 2009. 684 p.
5. Navigacionnaja karta r. Leny ot s. Tutury do ustja r. Turuki: semka 1912 goda (sost. i izd. Partiej po issledovaniju reki Lenskogo Bassejna). SPb.: tip. A.I. Belokopytova, 1913. 24 lista.
6. Tunka (topokartam-ba 1:84000 verst) / Upr. Irkutskogo pereselencheskogo r-na, 1914.
7. Opekunova M.Yu., Silaev A.V. Channel deformation of the Irkut River in the Tunkinskaya depression / M.Yu. Opekunova, A.V. Silaev // Geography and Nature Resources. 2016 no. 4. pp. 338–347.
8. Ufimcev G.F. Bajkalskaja tetrad [tekst] / G.F. Ufimcev. M.: Nauchnyj mir, 2009. 93 p.

УДК 556.556.2/.556.5

ГЕОСТРОФИЧЕСКИЕ ТЕЧЕНИЯ В МАЛОМ ОЗЕРЕ ПОДО ЛЬДОМ**Пальшин Н.И., Здорovenнова Г.Э., Богданов С.Р., Волков С.Ю., Гавриленко Г.Г.,
Ефремова Т.В., Здорovenнов Р.Э., Терзевик А.Ю.***ФГБУН «Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН», Петрозаводск,
e-mail: npalshin@mail.ru*

Приведены результаты измерений и расчетов средних течений в покрытом льдом малом бореальном озере. Прогрессивно-векторные диаграммы течений показали, что, наряду с колебаниями их скоростей в результате атмосферного воздействия (сейши, внутренние волны, флуктуации течений при усилении ветровой нагрузки на лед), имел место достаточно устойчивый по направлению и во времени усредненный перенос воды. Оценки радиуса и числа Россби свидетельствовали, что эффекты вращения Земли должны были влиять на перенос воды в малом озере. Масштабный анализ уравнений движений показал, что члены локального ускорения, диффузии и адвекции в основной толще озера на два порядка меньше, чем вклад силы Кориолиса и горизонтального градиента давления. Таким образом, средние течения носили геострофический характер, и для их расчета использовался динамический метод, модифицированный для мелких озер (суммарный расход воды через поперечное сечение слабопроточного озера, горизонтальные градиенты давления и скорости течения вблизи дна приравнялись к нулю). В результате расчетов установлено формирование антициклонического круговорота, который охватывал почти все озеро и был устойчив на протяжении всей зимы. Движения воды в озере порождались боковыми градиентами температуры воды, создаваемыми выделением тепла донными осадками. Через три недели после установления ледового покрова максимальные скорости течений наблюдались на верхних горизонтах и достигали 6–8 мм/с. С уменьшением потоков тепла из донных отложений во второй половине зимы (февраль – март) скорости течений уменьшались почти в три раза и составляли 2–3 мм/с. Сравнение результатов расчетов с измеренными данными показало хорошее соответствие между ними.

Ключевые слова: бореальное озеро, ледовый покров, течения, геострофическая циркуляция, потоки тепла**GEOSTROPHIC CURRENTS IN THE SMALL ICE-COVERED LAKE****Palshin N.I., Zdorovennova G.E., Bogdanov S.R., Volkov S.Yu., Gavrilenko G.G.,
Efremova T.V., Zdorovennov R.E., Terzhevik A.Yu.***Northern Water Problems Institute Karelian Research Centre Russian Academy of Sciences,
Petrozavodsk, e-mail: npalshin@mail.ru*

The results of measurements and calculations of mean currents in an ice-covered small boreal lake are presented. Progressive-vector diagrams showed that, along with the current fluctuation and intensification due to atmospheric force (seiches, internal waves), there was a fairly steady in time and space average water transfer. Estimates of the Rossby radius and the Rossby number have shown that the rotation of the Earth can influence the transfer of water in the lake. The scale analysis of the terms of the Navier-Stokes equations of motion showed that the contribution of the local acceleration, diffusion, and advection is two orders of magnitude smaller than the contribution of the Coriolis force and the horizontal pressure gradient. Thus, it was shown that the average currents were geostrophic. A dynamic method, modified for small lakes, was used to calculate currents. It was assumed that the total water flows through the cross-section of the lake, the horizontal pressure gradients and the current velocities near the bottom were equated to zero. As a result of calculations, it was established that the anticyclonic circulation was formed in the lake in winter; this circulation covered almost the entire lake and was stable throughout the winter. Presumably, currents in the lake were generated by lateral gradients of water temperature, created by the release of heat by bottom sediments. Maximum velocities were observed in the surface layer of the lake and reached 6–8 mm per second three weeks after the start of ice period. With the depletion of the heat reserve in the bottom sediments, the current velocities decreased almost threefold and amounted to 2–3 mm per second in the second half of winter (February–March). Comparison of the results of calculations with the measured data showed good agreement.

Keywords: boreal lake, ice cover, currents, geostrophic circulation, heat flux

Движения воды в небольших слабопроточных озерах, покрытых льдом, в связи с малыми скоростями течений (обычно меньше 1 см/с) и отсутствием приборов с высоким разрешением, до конца прошлого столетия исследовались крайне поверхностно. При измерениях течений использовались трассеры [1] или уникальные приборы [2, 3]. Несмотря на малые скорости течений, динамические процессы играют важную роль в экосистемах покрытых

льдом озер, определяя перенос и перераспределение растворенных и взвешенных веществ [4], в том числе удерживая наиболее легкие клетки фитопланктона в водной толще до начала весеннего конвективного перемешивания. Как показано в работах [1, 3–9], механизмы, приводящие в движение воду под ледяным покровом, разнообразны, и в результате действия этих механизмов в озерах формируется сложная структура течений. При моделировании скоростей те-

чений подо льдом приходится использовать сложные трехмерные модели с большим количеством переменных даже для малого озера [10].

Цель исследования – оценить возможность применения простого градиентного (динамического) метода для расчета геострофической циркуляции в малом озере подо льдом по результатам пространственных съемок температуры и электропроводности воды.

Материалы и методы исследования

В работе использованы данные гидрофизических измерений на оз. Вендюрском (62,5° с.ш., площадь озера 10,4 км², средняя и максимальная глубины 5,3 и 13 м, период условного водообмена около 2,5 лет). В зимний сезон 1998–1999 гг. были выполнены пространственные съемки температуры и электропроводности воды на 40 станциях четырех разрезов (расстояние между станциями на разрезах 100–200 м, дискретность измерений по глубине около 5 см) (рис. 1). При измерениях использовались приборы с разрешением по температуре воды 0,003 °С и электропроводности 0,1 мкСм/см, разработанные в ИВПС КарНЦ РАН А.М. Глинским [2, 3].

Теоретическое обоснование геострофической циркуляции дано в соответствии с работой [7]. Эффекты вращения Земли должны оказывать влияние на течения в ма-

лом озере, если ширина озера превышает радиус деформации Россби (R_{rad}), а число Россби $Ro \ll 1$ [7]:

$$R_{rad} = \frac{c}{f}, \quad (1)$$

$$Ro = \frac{u}{Lf}, \quad (2)$$

где $c^2 \approx \frac{N^2 H^2}{n^2 \pi^2}$ – скорость распространения волны, $N^2 = -\frac{g}{\rho_0} \frac{\partial \rho}{\partial z}$ – частота Брента –

Вяйсяля, f – параметр Кориолиса, n – номер бароклинной моды, H – глубина озера, ρ_0 – средняя плотность воды, g – гравитационное ускорение, $\partial \rho / \partial z$ – разность плотностей на интервале глубин ∂z , u и L – характерные масштабы скорости течения и длины озера.

Масштабный анализ членов уравнений движений с использованием типичных значений характеристик для малого озера, а также максимальных оценок горизонтальной (10^{-2} м²/с) и вертикальной (10^{-4} м²/с) турбулентной вязкости [1] показал, что вклад членов локального ускорения, диффузии и адвекции на два порядка меньше, чем вклад силы Кориолиса и горизонтального градиента давления [2]. Это дало основание полагать, что поле течений подо льдом в толще малого озера находится в геострофическом балансе сил.

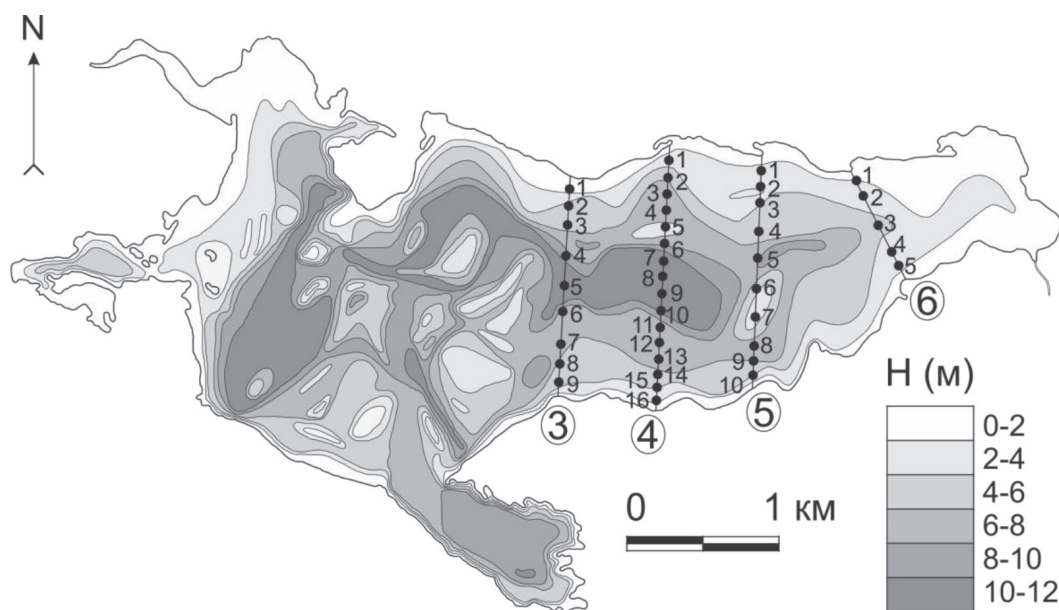


Рис. 1. Схема станций в зимний сезон 1998–1999 гг. и батиметрия оз. Вендюрского

Компоненты скорости течения, направленные поперек разрезов, рассчитывались нами динамическим методом:

$$P_{x,y,z} = \int_{z_{\max}}^z \rho g dz, \quad (3)$$

$$u_{x,y,z} = -\frac{1}{\rho_0 f} \frac{\partial P_{x,y,z}}{\partial y} + C, \quad (4)$$

где z – глубина, для которой оценивалась компонента скорости течения ($u_{x,y,z}$) поперек разреза между станциями, расположенными на расстоянии друг от друга ∂y , C – поправка для определения абсолютных скоростей из относительных значений. Уравнения (2) и (4) справедливы вне пограничных слоев Экмана, толщина которых находится по формуле

$$\delta_{Ek} = \left(\frac{A_z}{f/2} \right)^{1/2}, \quad (5)$$

где A_z – вертикальная вихревая вязкость. Подставив в уравнения (1–2) типичные значения характеристик оз. Вендюрского (u , N^2 , H и L), были получены оценки радиуса деформации Россби $R_{rad} \approx 200$ м и числа Россби $Ro \approx 10^{-2}$, которые существенно меньше ширины озера и единицы, соответственно. Оценки толщины пограничных слоев, в которых следует учитывать трение на твердых границах вода – лед и вода – дно, с использованием уравнения (5) и максимального значения $A_z \approx 10^{-4}$ м²/с [1] можно считать наибольшими, $\delta_{Ek(max)} \approx 0,7$ м. Аналогичные значения приведенных характеристик были получены ранее для глубоких финских озер Килписъярви и Пяйярви [5, 7].

Для получения горизонтальных градиентов давления между станциями одного разреза $\partial P_{x,y,z} / \partial y$ интегрирование давления до стандартных горизонтов происходило снизу вверх, начиная от дна станции с максимальной глубиной. Для самого нижнего горизонта вблизи дна (выше придонного пограничного слоя) станций принималось давление на соответствующем горизонте ближайшей соседней более глубокой станции. Отсутствие горизонтального градиента давления на этом горизонте между станциями соответствует скорости течения равной нулю. Это допущение было оправдано измеренными малыми скоростями остаточных течений в придонном слое [3]. Интегрирование давления происходило с учетом всех измерений температуры и электропроводности воды с дискретностью по вертикали около 5 см. Плотность рассчитывалась по уравнению состояния для пресной воды,

а количество растворенных солей по эмпирической формуле [11]. Для получения абсолютных компонент скоростей течения поперек разреза из относительных значений использовалось условие, что расход воды через поперечное сечение в слабопроточном озере равен нулю.

Результаты исследования и их обсуждение

Рассчитанные динамическим методом скорости течений на трех разрезах по данным пространственных съемок температуры и электропроводности воды в зимний сезон 1998–1999 гг. приведены на рис. 2. Разрезы направлены почти поперек озера с севера на юг, поэтому на рисунке отрицательные значения соответствуют направлению на запад, а положительные – на восток. Результаты расчетов течений свидетельствуют, что в озере формируется антициклоническая циркуляция, охватывающая его восточную часть. В соответствии с результатами расчетов максимальные скорости течений в верхнем слое 2–3 м уже через три недели после образования ледового покрова достигают 5–7 мм/с. В феврале максимальные скорости течения уменьшаются до 2–3 мм/с. Снижение интенсивности циркуляции почти в три раза в течение зимы можно объяснить таким же пропорциональным изменением потока тепла из донных отложений в воду [12]. Восточная часть оз. Вендюрского характеризуется относительно спокойным рельефом дна в отличие от западной его части (рис. 1). Накопление в отдельных углублениях теплых более минерализованных вод, стекающих вдоль склонов, может приводить не только к локальным изменениям плотностной стратификации, но и уровня воды, а также образованию вторичных ячеек циркуляции (см., например, обособленная котловина у северного берега на рис. 2, 20 февраля, разрез 4).

Для оценки достоверности расчетов на рис. 3 приведены измеренные зимой 2002 г. скорости течений [2]. В этот год были выполнены наиболее подробные измерения средних течений на восьми станциях четвертого разреза.

Картина измеренных течений в плане и по абсолютным значениям близко соответствует результатам расчетов, несмотря на то, что расчеты и измерения относятся к разным зимним сезонам. Это лишний раз свидетельствует о ежегодном формировании в озере в зимний период устойчивой антициклонической циркуляции.

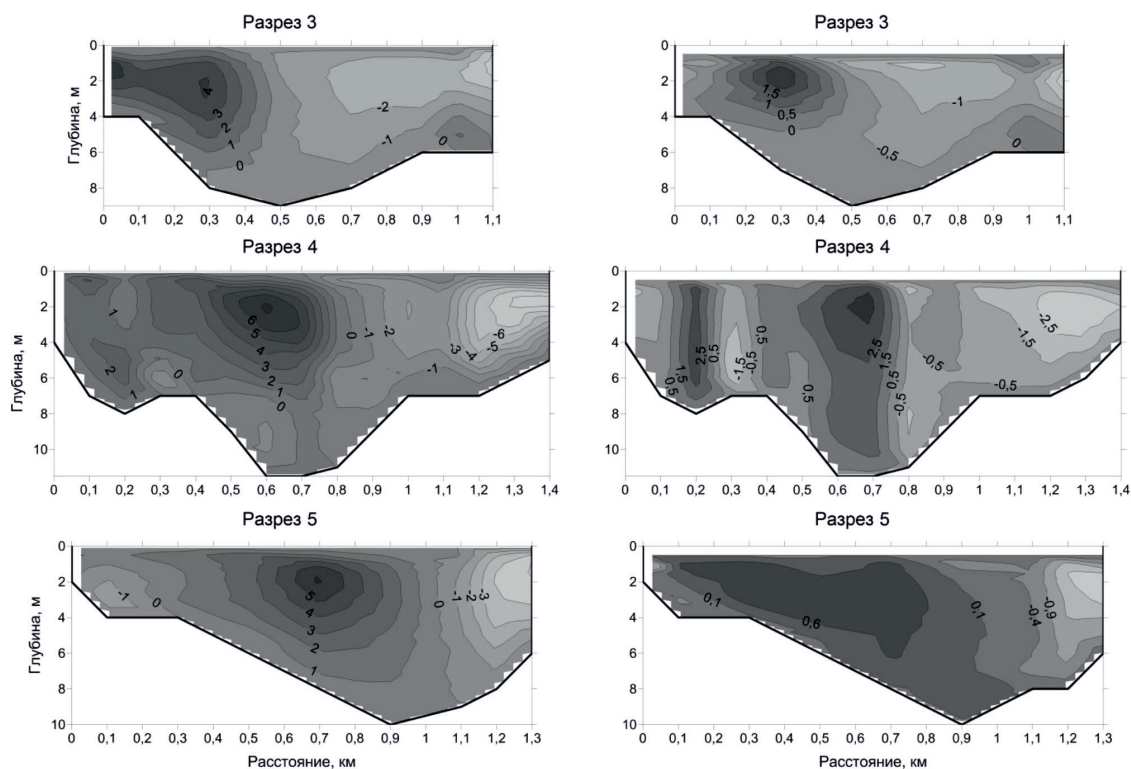
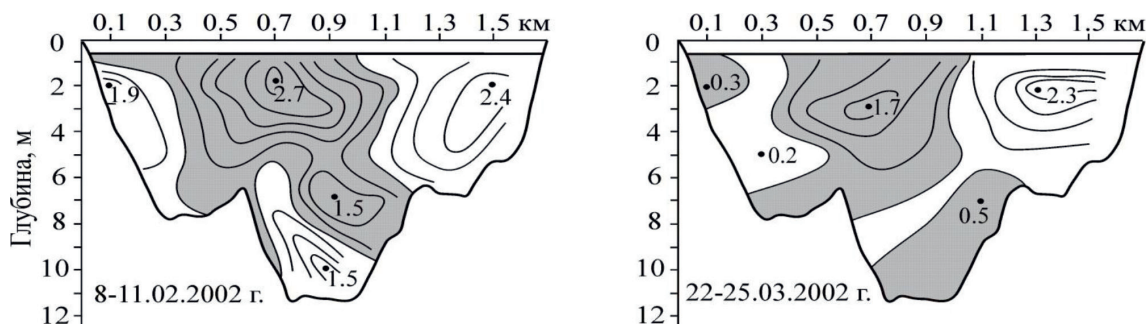


Рис. 2. Рассчитанные скорости течения (мм/с) по результатам измерений температуры и электропроводности воды 5–6 декабря 1998 г. (слева) и 19–20 февраля 1999 г. (справа)



мальные скорости наблюдались в начале зимнего сезона на верхних горизонтах и достигали 5–6 мм/с. Во второй половине зимы (февраль – март) они снижались до 2–3 мм/с, а также уменьшались с глубиной, составляя в придонном пограничном слое десятые доли миллиметров в секунду. Вдоль южного берега на центральном поперечном разрезе течения были почти всегда направлены на запад, а в центре озера и у северного берега – преимущественно на восток.

Представления о циркуляции в озере были бы неполными, если бы мы не упомянули о вертикальных движениях воды, важных для поддержания в водной толще клеток фитопланктона. О наличии дивергенции течений в озере свидетельствовали пространственные распределения температуры и электропроводности воды в период образования льда [2]. В районе максимальных глубин увеличение минерализации в результате вымораживания солей наблюдалось в верхнем слое (до 1–1,5 м) и составляло лишь 40% от того количества, которое должно было быть при образовании льда. На периферии озера увеличение минерализации достигало 160–180% и распространялось до глубины 5 м. Если распределение электропроводности воды отражало опускание воды в прибрежной зоне, то относительно высокие значения температуры воды подо льдом в центре озера указывали, что здесь имеет место подъем воды.

Заключение

Установлено, что в малом мелком озере после образования ледового покрова формируется доминирующая антициклоническая циркуляция, интенсивность которой, так же как и поток тепла из донных отложений в воду, постепенно снижаются в течение зимы примерно в три раза. Максимальные скорости на верхних горизонтах (около двух метров) в начале зимы достигают 5–7 мм/с, во второй половине зимы снижаются до 2–3 мм/с. На общую циркуляцию в озере оказывает влияние топография, так, например, отдельные углубления дна могут приводить к образованию вторичных ячеек циркуляции.

Для построения общей картины средней циркуляции в озере необходимы данные измерений течений с высоким разрешением по пространству. Дорогостоящими автономными измерителями течений невозможно покрыть все озеро. Зондирова-

ния скоростей течений в разных точках озера достаточно трудоемки, так как в этих случаях следует проводить непрерывные измерения продолжительностью больше периодов преобладающих колебаний. При расчетах течений на сложных трехмерных моделях необходимо учитывать большое количество факторов и изменчивость во времени потоков тепла на границах с донными отложениями и льдом. Использование же простого динамического метода позволяет получить надежные данные по течениям в озере, покрытом льдом, с существенно меньшими затратами времени и материальных средств.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (проект 16-05-00436_а).

Список литературы

1. Bengtsson L. Dispersion in ice-covered lakes // *Nordic Hydrol.* – 1986. – Vol. 17. – P. 151–170.
2. Динамика вод в малом озере в период ледостава / П.М. Бояринов [и др.] // В кн.: Гидроэкологические проблемы Карелии и использование водных ресурсов. Ред. Н.Н. Филатов и др. – Петрозаводск, 2003. – С. 24–32.
3. Движения воды в мелководном озере, покрытом льдом / М.П. Петров [и др.] // *Водные ресурсы.* – 2007. – Т. 34, № 2. – С. 131–140.
4. Kirillin G., Lepparanta M., Terzhevik A. et al. Physics of seasonally ice-covered lakes: a review // *Aquat. Sci.* – 2012. – Т. 74, № 4. – P. 659–682.
5. Kirillin G.B., Forrest A.L., Graves K.E. et al. Axisymmetric circulation driven by marginal heating in ice-covered lakes // *Geophys. Res. Lett.* – 2015. – Vol. 42. – P. 2893–2900.
6. Malm J., Bengtsson L., Terzhevik A., et al. Field study on currents in a shallow ice-covered lake // *Limnol. Oceanogr.* – 1998. – Vol. 43(7). – P. 1669–1679.
7. Rizk W., Kirillin G., Lepparanta M. Basin-scale circulation and heat fluxes in ice-covered lakes // *Limnol. Oceanogr.* – 2014. – Vol. 59(2). – P. 445–464.
8. Forrest A.L., Laval B.E., Pieters R., Lim D.S.S. A cyclonic gyre in an ice-covered lake // *Limnol. Oceanogr.* – 2013. – Vol. 58(1). – P. 363–375.
9. Zyryanov V.N. Under-ice seiches // *Water Resour.* – 2011. – Т. 38, № 3. – P. 261–273.
10. Huttula T., Pulkkanen M., Arkhipov B., et al. Modelling circulation in an ice-covered lake // *Est. J. Earth Sci.* – 2010. – Vol. 59(4). – P. 298–309.
11. Malm J., Terzhevik A., Bengtsson L., et al. Temperature and salt content regimes in three shallow ice-covered lakes. 1. Temperature, salt content and density structure // *Nordic Hydrology.* – 1997. – Vol. 28. – P. 99–128.
12. Перенос тепла в малом озере в период ледостава / Н.И. Пальшин [и др.] // *Труды КарНЦ РАН.* – 2016. – № 9. – С. 17–26.

References

1. Bengtsson L. Dispersion in ice-covered lakes // *Nordic Hydrol.* 1986. Vol. 17. pp. 151–170.
2. Dinamika vod v malom ozere v period ledostava / P.M. Bojarinov [i dr.] // V kn.: Gidroekologicheskie problemy Karelii i ispolzovanie vodnyh resursov. Red. N.N. Filatov i dr. Petrozavodsk, 2003. pp. 24–32.

3. Dvizhenija vody v melkovodnom ozere, pokrytom ldom / M.P. Petrov [i dr.] // Vodnye resursy. 2007. T. 34, no. 2. pp. 131–140.
4. Kirillin G., Lepparanta M., Terzhevik A. et al. Physics of seasonally ice-covered lakes: a review // Aquat. Sci. 2012. T. 74, no. 4. pp. 659–682.
5. Kirillin G.B., Forrest A.L., Graves K.E. et al. Axisymmetric circulation driven by marginal heating in ice-covered lakes // Geophys. Res. Lett. 2015. Vol. 42. pp. 2893–2900.
6. Malm J., Bengtsson L., Terzhevik A., et al. Field study on currents in a shallow ice-covered lake // Limnol. Oceanogr. 1998. Vol. 43(7). pp. 1669–1679.
7. Rizk W., Kirillin G., Lepparanta M. Basin-scale circulation and heat fluxes in ice-covered lakes // Limnol. Oceanogr. 2014. Vol. 59(2). pp. 445–464.
8. Forrest A.L., Laval B.E., Pieters R., Lim D.S.S. A cyclonic gyre in an ice-covered lake // Limnol. Oceanogr. 2013. Vol. 58(1). pp. 363–375.
9. Zyryanov V.N. Under-ice seiches // Water Resour. 2011. T. 38, no. 3. pp. 261–273.
10. Huttula T., Pulkkanen M., Arkhipov B., et al. Modeling circulation in an ice-covered lake // Est. J. Earth Sci. 2010. Vol. 59(4). pp. 298–309.
11. Malm J., Terzhevik A., Bengtsson L., et al. Temperature and salt content regimes in three shallow ice-covered lakes. 1. Temperature, salt content and density structure // Nordic Hydrology. 1997. Vol. 28. pp. 99–128.
12. Perenos tepla v malom ozere v period ledostava / N.I. Palshin [i dr.] // Trudy KarNC RAN. 2016. no. 9. pp. 17–26.

УДК 911.3:332.12:64.04

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИЗУЧЕНИЯ ТРЕТИЧНОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ И ОРГАНИЗАЦИИ ГОРОДСКОГО ОБЩЕСТВЕННОГО ПРОСТРАНСТВА: ТЕОРИЯ, ОПЫТ И ПРОБЛЕМАТИКА

Семина И.А.*ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет
имени Н.П. Огарева», Саранск, e-mail: Isemina@mail.ru*

Территориальная система обслуживания рассматривается как объект исследования третичного сектора и подсистема городской территориальной системы. Решение исследовательских задач требует изучения зарубежного и передового отечественного опыта в изучении отраслей третичного сектора экономики и устройства городского общественного пространства. Анализ мировой практики показал прямую зависимость качества городской среды относительно качества пространственного планирования. Проблематика исследования определяется тем, что не доведена до методологически-концептуальной четкости разработка механизма функционирования отраслей третичного сектора экономики в транзитивных условиях, оптимизации пространственной структуры города в направлении гуманизации, повышения качества жизни и социального благополучия населения. Авторский подход основан на улучшении городского общественного пространства как фактора развития территорий, повышения качества жизни населения и городской среды. Предложена схема исследования качества городской среды в контексте её пространственной организации и развития третичного сектора экономики. Выделены общие закономерности развития, характерные для городов, независимо от их географических, климатических, социально-экономических, морфологических и культурных особенностей.

Ключевые слова: экономика, город, третичный сектор, услуга, общественное пространство, подход, метод, исследование, развитие, гуманизация, городская среда

ACTUAL ISSUES OF STUDYING THE TERTIARY SECTOR OF ECONOMICS AND ORGANIZATION OF URBAN PUBLIC SPACES: THEORY, EXPERIENCE AND PROBLEMS

Semina I.A.*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«National Research Ogarev Mordovia State University», Saransk, e-mail: Isemina@mail.ru*

Territorial system of service is regarded as the object of study of the tertiary sector and sub-urban territorial system. The decision of research tasks requires the study of advanced domestic and foreign experience in the study of the industries of the tertiary sector of the economy and the arrangement of urban public space. The analysis of world practice showed direct dependence on the quality of the urban environment on the quality of spatial planning. The range of problems of research is determined by that not taken to the methodologically-conceptual clearness development of mechanism of functioning of industries of tertiary sector of economy in the transitive conditions, optimization of spatial structure of city in the direction of humanizing, upgrading of life and social prosperity of population. The author's approach is based on the improvement of urban public space as a factor of development of territories, improvement of quality of life and urban environment. The scheme of studies of the quality of the urban environment in the context of its spatial organization and development of the tertiary sector of the economy. Identifies common patterns of development characteristic of cities, irrespective of their geographical, climatic, socio-economic, morphological and cultural characteristics.

Keywords: economy, city, tertiary sector, service, public space, approach, method, research, development, humanization, urban environment

Постановка проблемы и цель исследования

Анализ мирового и отечественного опыта по исследованию территориальной организации третичного сектора свидетельствует о недостаточно полном раскрытии сущности, структуры и механизма действия целостных территориальных систем обслуживания населения, неполном определении роли и функций субъектов системы, недостаточном рассмотрении места третичного сектора в системе общегосударственной политики и др. Многие авторы высказыва-

ют озабоченность терминологической нестрогостью, концептуальной размытостью современных положений территориальной организации третичного сектора. Поэтому целью исследования явилось изучение передового зарубежного опыта в организации городского общественного пространства и развития сферы услуг, его переосмысление и интерпретация к условиям современного российского города на примере г. Саранска.

Материалы и методы исследования

Теоретические подходы и методологические принципы изложены в общих

и проблемных работах по географии сферы обслуживания (С.А. Ковалев, И.В. Никольский, А.И. Алексеев, Н.В. Зубаревич, А.И. Трейвиш, А.А. Ткаченко [1, 2]) и др.

Исследованием стратегических направлений и перспектив развития сферы услуг занимается широкий круг ученых, к числу которых следует отнести Г.Л. Багиева, Г.Д. Дроздова, Г.А. Исаева, Д.Г. Родионова, Л.Б. Сульповара, С.А. Уварова, В.А. Черненко и др. Среди зарубежных авторов выделим следующих: Р.Д. Блэкуэлл, Р.К. Мертон, Дж.Т. Линд, П.У. Миниард, Т.Ф. Монгуш и др.

Региональные аспекты функционирования отраслей третичного сектора экономики и формирования городского пространства представлены в работах В.Н. Андреева, Е.Л. Аношкиной, В.Л. Бабурина, Б.С. Жихаревича, О.В. Заборовской, Р.А. Исляева, А.П. Обедкова, В.Е. Рохчина и др.

Осмысление пространственного развития города в направлении гуманизации возможно на основе работ по внутригородской географии, урбанистике и теории градостроительства (В.В. Покшишевский, Г.М. Лаппо, Ф.М. Листенгурт, Е.Н. Перцик, О.К. Кудрявцев и др.) [1, 3–5]. Работы по геоинформационным и картографическим методам изучения внутригородских процессов (А.М. Берлянт, И.П. Герасимов, Е.Г. Капралов и др.) [6] являются необходимой теоретической основой для применения современных методов исследования с использованием географических информационных систем.

Новейшие географические исследования трансформационных процессов в крупных городах России отражены в трудах О.И. Вендиной, К.Э. Аксенова, Э.А. Бондарчука и др. Существуют современные зарубежные исследования географии трансформационных процессов и третичного сектора в крупных городах (П. Холл, С. Сассен, Е. Лихтенбергер и др.) [7, 8]. В нашем понимании территориальная система обслуживания рассматривается как объект исследования третичного сектора и подсистема городской территориальной системы.

Выявление основных направлений трансформации городского пространства требует применения пространственно-временного анализа [1, 3, 5, 9]. Определение роли обслуживающих отраслей, расселенческо-планировочных факторов в повышении социального благополучия населения невозможно без применения методов социологического опроса населения [10–12].

Сложность в том, что у разных социальных групп часто взаимоисключающие интересы, которые должны быть учтены при планировании и обустройстве общественного пространства. Общественное пространство нужно не только для того, чтобы удовлетворять существующий спрос населения, но и для того, чтобы «формировать общественность». Хороший пример того, как должно быть устроено общественное пространство, – детские площадки в Скандинавии.

Решение исследовательских задач требует изучения зарубежного и передового отечественного опыта. Многие исследователи городского развития базировались на социально-экологическом подходе (J. Friedrichs, L. Massotti, J. Hadden [7] и др.). На современном этапе востребованной парадигмой в изучении развития городских пространств явилась теория регуляции (S. Kratke, H. Hitz, C. Schmid, R. Wolff [7]). При исследовании развития городских пространств анализируются черты концепции города как расширяющейся системы с усиливающимся «зонированием» городской территории, разделением функций (работы, жилья и снабжения товарами и услугами) и принятием модели массового потребления [13]. С усилением роли третичного и четвертичного секторов в экономике, согласно D. Leborgne и A. Lipietz [7], происходит перемещение акцента с массового производства к производству товаров и услуг с ориентацией на конкретного потребителя.

Используя опыт северных стран (проект SAGA / «Сага о городе. Трансформация общественных пространств»), можно моделировать новые, креативные, современные пространства, удобные для людей. Концепция данного проекта основывается на организации городских общественных пространств, отвечающих качественным характеристикам – «разумно организованные и высокотехнологичные», «привлекательные», «зеленые», «экологичные», «доступные».

Известно, что северные страны обладают богатым опытом трансформации пространств в городе и создания «дружественной жителям» окружающей среды. Основным принципом методологии в данном случае является принцип «города для людей», суть которого в том, что городская среда формируется в соответствии с потребностями горожан, при этом эффективность работы пространства повышается. Зарубежные методики требуют их переосмысления в зависимости от цели исследования и специфики города [5, 11, 13].

Особый интерес представляет методика Gehl Architects и адаптация ее к условиям российского города. Существует типология общественных пространств: площади для политических выступлений, пятачок (площади средиземноморского типа), рекреационные – парки, скверы; транзитные общественные пространства (вокзалы и площади у них), квазипубличные пространства – дворы. У каждой территории свои функции.

Анализ работ зарубежных теоретиков W.G. Reilly, G.P. Clarke, G. Cliquet, D.L. Huff, A.S. Fotheringham [7], изучающих влияние и размещение рыночных услуг с использованием различных математических и геоинформационных подходов, позволил подойти к пониманию «местоположения». В условиях новой концепции «маркетинга мест и территории» (Ф. Котлер) осознана необходимость создания образа города максимально привлекательного для инвестиций. Использование трансформационных процессов для перепрофилирования и реорганизации территорий будет способствовать созданию конкурентоспособной городской экономики.

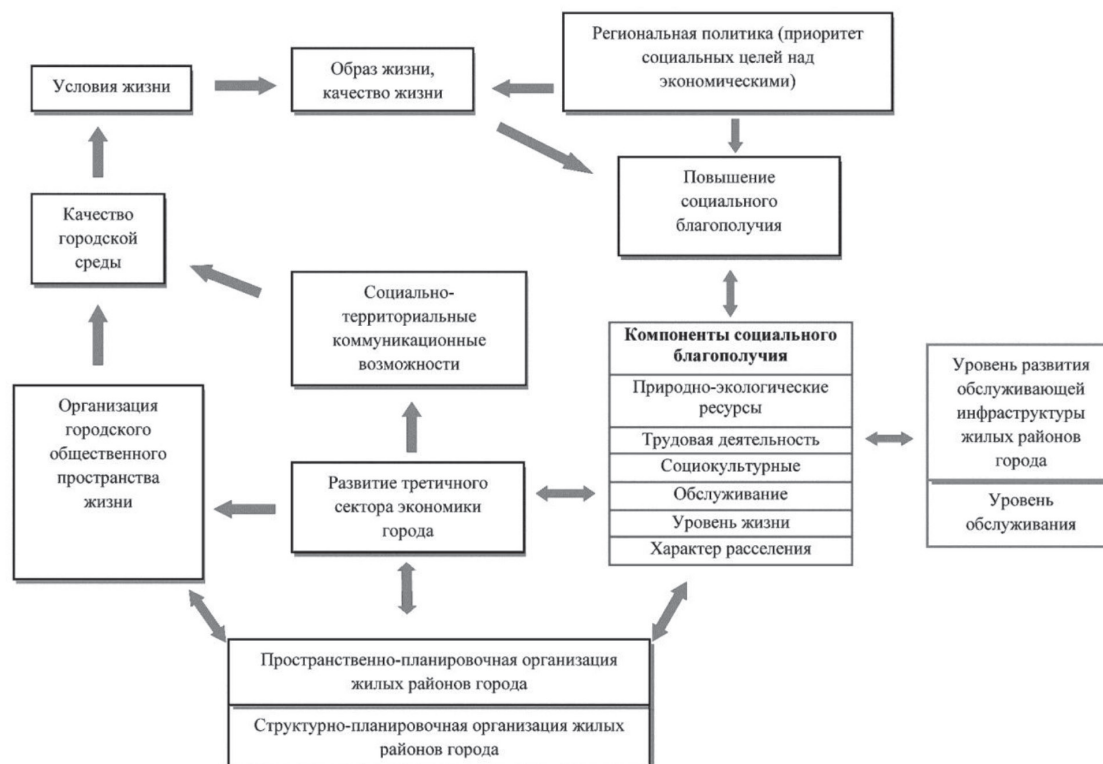
Понимание основных закономерностей позволило применить данный опыт в исследовании третичного сектора экономики г. Саранска (рисунок). Рисунок отражает систему взаимосвязей качества городской среды, её пространственной организации и развития третичного сектора экономики. Авторский подход основан на улучшении городского общественного пространства как фактора развития территорий, повышения качества жизни населения и городской среды.

Саранск, столица Республики Мордовия, может стать инвестиционно привлекательным городом за счет использования конкурентных преимуществ – выгодного экономико- и транспортно-географического положения, наличия трудовых квалифицированных ресурсов и инфраструктурного потенциала [5, 9, 14]. В настоящий момент развитие г. Саранска происходит с усилением функций Центра города и его привлекательности, что выбивается из пространственной модели С. Кратке, в то же время в перспективе прослеживается некоторое усиление социально-экономической поляризации внутри города, в крупных жилых микрорайонах. При исследовании трансформационных процессов в г. Саранске были применены социально-экологический и регуляционный подходы. В первом случае городское развитие рассматривается как процесс, который сам определяет свое

направление. Во втором – как последовательность определенных исторических фаз, внутри которых вырабатываются соответствующие политические и институциональные механизмы регуляции. В трансформации городского пространства (Дж. Бурдак, Г. Херфент [5, 7, 9, 13]) выявляется то, что пригородная зона и спальные районы города становятся «специализированными фрагментарными местоположениями». Основным принципом методологии в нашем случае, что соответствует общемировым тенденциям, является принцип «города для людей», когда городская среда формируется в соответствии с потребностями горожан, при этом эффективность работы пространства повышается. Саранск – культурный, деловой, спортивный центр с перспективной ориентацией на инновационное развитие отраслей и сфер городской экономики. Современная территориальная организация третичного сектора экономики – своеобразный индикатор городских пространственных трансформационных процессов [11, 15]. Новизна и оригинальность подходов в данном исследовании заключается в разработке новых методов сбора информации и анализа размещения рыночных услуг в городе с помощью ГИС-технологий [5, 12], что позволяет преодолеть ограничения российской информационной инфраструктуры. Проведение географического анализа факторов и тенденций размещения разных видов рыночных и нерыночных услуг в г. Саранске необходимо с целью дальнейшей оптимизации инвестиционных и планировочных решений власти и бизнеса.

Выводы

Таким образом, теоретические разработки, накопленные в данной области, являются основой для продолжения исследований. Вместе с тем не доведена до методологически-концептуальной четкости разработка механизма функционирования отраслей третичного сектора экономики в транзитивных условиях, оптимизации пространственной структуры города в направлении гуманизации, повышения качества жизни и социального благополучия населения. Важной задачей является разработка концептуальных основ и методологических подходов к оценке качества городской среды в контексте социального благополучия населения с учетом инфраструктурно-функциональных факторов, определение экономически обоснованных вариантов ее обустройства на локальном уровне.



Качество городской среды и развитие третичного сектора экономики в контексте социального благополучия населения в зависимости от территориальных факторов

Изучение пространственных систем всегда являлось приоритетным направлением экономико-географических исследований. Однако в большинстве работ главное внимание уделялось аналитическим аспектам изучения городских территориальных систем при недостаточной проработке концептуальных основ исследуемой проблемы. Для того чтобы избежать этих недостатков, необходимо применять методы моделирования, которые позволяют отобразить основные структурные и функциональные элементы систем, а также их взаимосвязи. В наибольшей степени проработаны вопросы моделирования отдельных элементов систем. В то же время фактически отсутствуют модели, отражающие трансформационные процессы развития и функционирования городских общественных систем, анализ которых играет важную роль в прогнозировании устойчивого развития городской среды.

Выделим ряд общих закономерностей, характерных для городов, независимо от их географических, климатических, социально-экономических, морфологических и культурных особенностей.

1. Концепция «города для жизни» должна быть основана на интересах его жителей с упором на развитие общественных зон на основе развитого транспорта, эффективно функционирующей социальной инфраструктуры, разумно организованных, доступных, экологических общественных пространств. Опыт северных стран (проект SAGA) нацеливает на моделирование новых, креативных, современных пространств, удобных для жителей. Чикагский совет по городскому планированию определяет развитие общественных пространств как прикладной инструмент для улучшения качества городской среды квартала, города. Потенциал этого явления относится к числу наиболее действенных глобальных идей, способных кардинально изменить жизнь людей в настоящем столетии.

2. Улучшение качества городской среды носит комплексный характер, требующий разностороннего развития социально-территориальных коммуникационных возможностей для человека в городской среде и создание среды комфортной для жизнедеятельности и проживания населения. Идеи

Gehl Architects – результат практических разработок и изучения ситуации в конкретных городах Европы, Америки и Австралии. Методика Gehl Architects может быть адаптирована к условиям российского города, что и было сделано на примере г. Саранска – выявлены основные функциональные особенности и основные качественные характеристики общественных пространств – доступность, безопасность, оборудованность, мультифункциональность [5].

3. Улучшению качества городской среды способствует повышение социального благополучия населения, приоритет социальных задач над экономическими в территориальном развитии.

4. Экономико-географический анализ экологической составляющей оценки качества городской среды позволяет подойти к пониманию необходимости эколого-экономической оптимизации территориально-планировочной структуры крупного города, что находит широкое подтверждение в мировой практике.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 15-05-02526 А.

Список литературы

1. Алексеев А.И. География сферы обслуживания: основные понятия и методы: учеб. пособие / А.И. Алексеев, С.А. Ковалев, А.А. Ткаченко; Твер. гос. ун-т. – Тверь, 1991. – 123 с.
2. Ткаченко А.А. Некоторые элементы общей теории территориальной организации общества // Социально-экономическая география: традиции и современность / под ред. А.И. Шкириной и В.Е. Шувалова. – М.: Смоленск: Ойкумена, 2009. – С. 215–225.
3. Носонов А.М. Территориальная организация третичного сектора: методологические аспекты исследования [Электронный ресурс] // Научное обозрение: электрон. журн. – 2016. – № 1. Режим доступа: <https://srjournal.ru/2016/id2>.
4. Перчик Е.Н. Географическая мысль: история, проблемы, поиск решений. История и методология географической науки, географические аспекты развития городов и урбанизации. – М.: Мастер, 2013. – 428 с.
5. Территориальная организация третичного сектора экономики: монография / И.А. Семина, А.М. Носонов, Н.Д. Куликов [и др.]; под ред. д.г.н. А.М. Носова, к.г.н. И.А. Семиной. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2017. – 208 с.
6. Трофимов А.М. Общая география (вопросы теории и методологии): монография / А.М. Трофимов, М.Д. Шарыгин; Перм. гос. ун-т. Пермь, 2007. – 494 с.
7. Аксенов К., Брэдъ И., Бондарчук Е. Трансформационное и посттрансформационное городское пространство. Ленинград – Санкт-Петербург. 1989–2002. – СПб.: Издательство «Геликон Плюс», 2006. – 284 с.
8. Lichtenberger E. Das metropolitan Zeitalter in Europa in West und Ost // Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft. – 1994. – P. 7–36.
9. Пространственный анализ и оценка социально-экономического развития региона: монография. – 2-е изд., доп. и перераб. / И.А. Семина А.М. Носонов, Н.Н. Логинова [и др.]; под ред. А.М. Носова, И.А. Семиной. – Саранск: Изд-во Мордовского университета, 2016. – 228 с.

ва [и др.]; под ред. А.М. Носова, И.А. Семиной. – Саранск: Изд-во Мордовского университета, 2016. – 228 с.

10. Семина И.А. Транспортная доступность в оценке социальных качеств мест // Известия Смоленского государственного университета. – 2011. – № 4. – С. 55–63.

11. Семина И.А., Фоломейкина Л.Н. Оценка качества городской среды для жизнедеятельности населения и комфортности проживания (город – район – двор) / Мозаика городских пространств: экономические, социальные, культурные и экологические процессы. Сборник материалов Всероссийской научной конференции (Москва, МГУ, 27–29 ноября 2015 г.). Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова; Русское географическое общество. – М.: Геогр. ф-т МГУ, 2016. – С. 253–257.

12. Тесленок С.А., Семина И.А., Тесленок К.С. О необходимости выявления оптимальных методов и способов графической визуализации результатов социологических исследований / ИнтерКарто/ИнтерГИС 22. Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий в условиях глобальных изменений климата: материалы Междунар. науч. конф. Т. 1. – М.: Издательский дом «НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА», 2016. – С. 309–321.

13. Семина И.А. Развитие третичного сектора экономики и организация городского общественного пространства (на примере крупного города) // Успехи современного естествознания. – 2017. – № 5. – С. 128–133.

14. Фоломейкина Л.Н. Рынок экологических товаров и услуг региона // Регионоведение. – 2014. – № 1 (86). – С. 147–154.

15. Фоломейкина Л.Н., Хохлова Е.Э. Аудит землепользования и формирование общественно-деловых зон на городских территориях [Электронный ресурс] // Огарев-online. – 2016. – № 14. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/audit-zemlepolzovaniya-i-formirovanie-obshhestvenno-delovyyh-zon-na-gorodskix-territoriyax>.

References

1. Alekseev A.I. Geografija sfery obsluzhivaniya: osnovnye ponjatija i metody: ucheb. Posobie / A.I. Alekseev, S.A. Kovaliev, A.A. Tkachenko; Tver. gos. un-t. Tver, 1991. 123 p.
2. Tkachenko A.A. Nekotorye jelementy obshhej teorii territorialnoj organizacii obshhestva // Socialno-jekonomicheskaja geografija: tradicii i sovremennost / pod red. A.I. Shkirinoy i V.E. Shuvalova. M.: Smolensk: Ojkumena, 2009. pp. 215–225.
3. Nosonov A.M. Territorialnaja organizacija tretichnogo sektora: metodologicheskie aspekty issledovaniya [Elektronnyj resurs] // Nauchnoe obozrenie: jelektron. zhurn. 2016. no. 1. Rezhim dostupa: <https://srjournal.ru/2016/id2>.
4. Percik E.N. Geograficheskaja mysl: istorija, problemy, poisk reshenij. Istoriya i metodologija geograficheskoy nauki, geograficheskie aspekty razvitiya gorodov i urbanizacii. M.: Master, 2013. 428 p.
5. Territorialnaja organizacija tretichnogo sektora jekonomiki: monografija / I.A. Semina, A.M. Nosonov, N.D. Kulikov [i dr.]; pod red. d.g.n. A.M. Nosonova, k.g.n. I.A. Seminoj. Saransk: Izd-vo Mordov. un-ta, 2017. 208 p.
6. Trofimov A.M. Obshhaja geografija (voprosy teorii i metodologii): monografija / A.M. Trofimov, M.D. Sharygin; Perm. gos. un-t. Perm, 2007. 494 p.
7. Aksenov K., Bradje I., Bondarchduk E. Transformacionnoe i posttransformacionnoe gorodskoe prostranstvo. Leningrad Sankt-Peterburg. 1989–2002. SPb.: Izdatelstvo «Gelikon Pljus», 2006. 284 p.
8. Lichtenberger E. Das metropolitan Zeitalter in Europa in West und Ost // Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft. 1994. pp. 7–36.
9. Prostranstvennyj analiz i ocenka socialno-jekonomicheskogo razvitiya regiona: monografija. 2-e izd., dop. i perereb. / I.A. Semina A.M. Nosonov, N.H. Loginova [i dr.]; pod red. A.M. Nosonova, I.A. Seminoj. Saransk: Izd-vo Mordovskogo universiteta, 2016. 228 p.

10. Semina I.A. Transportnaja dostupnost v ocenke socialnyh kachestv mest // *Izvestija Smolenskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2011. no. 4. pp. 55–63.
11. Semina I.A., Folomejkina L.N. Ocenka kachestva gorodskoj srede dlja zhiznedejatelnosti naselenija i komfortnosti prozhivaniya (gorod-rajon-dvor) // *Mozaika gorodskih prostranstv: jekonomicheskie, socialnye, kulturnye i jekologicheskie processy. Sbornik materialov Vserossijskoj nauchnoj konferencii* (Moskva, MGU, 27–29 nojabrja 2015 g.). Moskovskij gosudarstvennyj universitet imeni M.V. Lomonosova; Russkoe geograficheskoe obshhestvo. M.: Geogr. f-t MGU, 2016. pp. 253–257.
12. Teslenok S.A., Semina I.A., Teslenok K.S. O neobhodimosti vyjavlenija optimalnyh metodov i sposobov graficheskoy vizualizacii rezultatov sociologicheskikh issledovanij / *InterKarto/InterGIS 22. Geoinformacionnoe obespe-*
- chenie ustojchivogo razvitija territorij v uslovijah globalnyh izmenenij klimata: materialy Mezhdunar. nauch. konf. T. 1.* M.: Izdatelskij dom «NAUChNAJa BIBLIOTEKA», 2016. pp. 309–321.
13. Semina I.A. Razvitie tretichnogo sektora jekonomiki i organizacija gorodskogo obshhestvennogo prostranstva (na primere krupnogo goroda) // *Uspehi sovremennogo estestvoznaniya*. 2017. no. 5. pp. 128–133.
14. Folomejkina L.N. Rynok jekologicheskikh tovarov i uslug regiona // *Regionologija*. 2014. no. 1 (86). pp. 147–154.
15. Folomejkina L.N., Hohlova E.Je. Audit zemlepolzovaniya i formirovanie obshhestvenno-delovyh zon na gorodskih territorijah [Elektronnyj resurs] // *Ogarev-online*. 2016. no. 14. Rezhim dostupa: <http://journal.mrsu.ru/arts/audit-zemlepolzovaniya-i-formirovanie-obshhestvenno-delovyh-zon-na-gorodskix-territoriyax>.

УДК 551.4

**ОСНОВНЫЕ УРОВНИ УСТОЙЧИВОСТИ В ОБЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ
ГЕОСИСТЕМ ЗЕМЛИ****Скрыльник Г.П.***ФГБУ ФАНО «Тихоокеанский институт географии» ДВО РАН, Владивосток,
e-mail: skrylnik@tig.dvo.ru*

Геосистемы, как природные целостности в рамках комплексной физико-географической оболочки, отличаются контрастной пространственной и временной упорядоченностью, причинно согласующейся с основными (каркасными) уровнями их организации – локальными, региональными, континентальными и глобальными планами. Эти уровни могут быть выявлены при помощи сквозных направлений – палеогеографического, геофизического, геохимического, биогеографического, картографического и математического. Учитывая их структурную важность, как разделительно-барьерную и буферную стабилизирующую, вполне целесообразно введение в эколого-географическую экспертизу обязательного комплексного исследования различных аспектов устойчивости ГС на основных соподчиненных пространственно-временных (каркасных) уровнях организации (локальном, региональном, континентальном и глобальном), и особенно на трансграничных полосах вдоль природных рубежей (в контактных подсистемах) – последовательно в прошлые эпохи, историческое время, настоящем и ближайшем будущем. Ожидается, что реализация таких подходов принесет положительные результаты для ведения оптимального природопользования с соблюдением устойчивого развития природных и социальных объектов.

Ключевые слова: геосистемы, уровни организации, устойчивость, развитие, географическая экспертиза

**THE BASIC LEVELS OF STABILITY IN THE GENERAL ORGANIZATION
OF THE GEOSYSTEMS OF THE EARTH****Skrylnik G.P.***Pacific Geographical Institute of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences,
Vladivostok, e-mail: skrylnik@tig.dvo.ru*

Geosystems, as natural integrity within the complex physical-geographical cover, are distinguished by a contrasting spatial and temporal order, causally consistent with the basic (carcass) levels of their organization – the local, regional, continental, and global plans. These levels can be identified by thorough directions – paleogeographic, geophysical, geochemical, biogeographical, cartographic, and mathematical. Taken into account their structural importance, as a separate-barrier and buffer stabilizing one, it makes sense to introduce into the ecological-geographical expertise an obligatory complex study of various aspects of stability of GS on the main co-ordinate special-time (carcass) levels of organization (local, regional, continental and global), and especially on the trans-boundary bands along natural borders (in contact subsystems) – consistently in past epochs, in a historical time, in the present and near future. It is expected that the implementation of such approaches will bring positive results for carrying out optimal nature use with precedence of the sustainable development of the natural and social objects.

Keywords: geosystems, the levels of organization, sustainability, development, a geographical expertise

Геосистемы (ГС), как иерархически строго соподчиненные природные целостности в рамках комплексной физико-географической оболочки (КФГО), отличаются контрастной пространственной (и по горизонтали, и по вертикали) и временной упорядоченностью, причинно согласующейся с основными (каркасными) уровнями их организации – локальными (топологическими типами организации ГС на сезонно-ритмическом временном, до нескольких лет, фоне развития, с учетом бассейновой и определенной ландшафтной, процессно-факторной приуроченности; региональными (бассейновыми типами организации ГС на циклически-временном, до десятков и первых сотен лет, фоне развития, с учетом зонально-провинциальной и высотно-поясной приуроченности; континентальными (зональными типами организации ГС на пе-

риодически-временном, до нескольких тысяч лет, фоне развития, с учетом природно-климатической поясной приуроченности) и глобальными планами (комплексными биогеофизическими типами организации на периодически-длительном, до сотен тысяч – миллионов лет, фоне развития, с учетом планетно-галактической динамики и комплексирования геофизических полей и характеристик).

Цель исследования

В этих планах различны и типы функционирования (обмен веществом, энергией и информацией между одно- и разноуровневыми ГС), предопределенные индивидуальными особенностями их вертикальных и горизонтальных связей, выявление которых и вскрывает механизмы функционирования и состояния ГС. Наиболее показательно это

отражается в проявлении соответствующих пространственно-временных показателей устойчивости общих и компонентных ГС:

а) относительно повышенных в центре, и пониженных – по их периферии;

б) в целом, при прочих равных условиях, возрастающих в направлении от иерархически низких природных образований – к высоким (от локальных к глобальным).

Здесь под устойчивостью геосистем (ГС) нами понимается их способность сохранять, при различных колебаниях темпа и направленности воздействий, основные черты своей организации, а также поддерживать возвратно-поступательное развитие, что создает основу их пластичности.

Уровни устойчивости ГС, устойчивого развития объектов (природных, антропогенно-природных, антропо-техногенных, социально-экономических и других) и организации географической оболочки органично взаимосвязаны. Это результат сложного пространственно-временного комплексирования взаимодействий пяти типов факторов (гравитационного, геофизического, геохимического, антропо-техногенного и геоинформационного) и процессов (космических – экзогенных – эндогенных – антропогенных). Все эти взаимодействия в настоящее время еще не выходят за экстремальные рамки и все еще обеспечивают устойчивую целостность географической оболочки.

Геосистемы постоянно подвергаются внешним воздействиям и испытывают различные трансформации. Последние регулируются устойчивостью, определяемой суммарным вкладом устойчивости частных геосистем. При этом в рамках ГС наибольшей устойчивостью обладают на восходящих отрезках развития относительно самые консервативные (из-за максимального характера времени развития) – геоморфологические (ГМС), тем самым контролируемые именно устойчивостью общих ГС.

Соответствующие рассмотренным уровням общие ГС, обладая относительно высокой потенциальной устойчивостью, в общем не разрушаются от катастроф только на низележащих уровнях (например, региональные ГС не разрушаются от локальных катастроф и даже «способствуют» в дальнейшем восстановлению локальных ГС).

Материалы и методы исследования

Рассматриваемые уровни организации ГС, по нашему мнению, могут быть предметно выявлены и обозначены при помо-

щи сквозных направлений изучения комплексной физико-географической оболочки (КФГО) – палеогеографического, геофизического, геохимического, биогеографического, картографического и математического. Учитывая их структурную важность, как разделительно-барьерную и буферную стабилизирующую, вполне целесообразно введение в эколого-географическую экспертизу обязательного комплексного исследования различных аспектов устойчивости ГС на основных соподчиненных пространственно-временных (каркасных) уровнях организации (локальном, региональном, континентальном и глобальном) – последовательно в прошлые эпохи, историческое время, настоящем и ближайшем будущем.

Результаты исследования и их обсуждение

Границы между различными ГС всегда представляют собой относительно подвижные полосы – зоны взаимовлияний и взаимодействий соседних ГС. Подобные образования в географии рассматриваются как переходные полосы природных образований как целостностей или же «контактные географические структуры» [1, 2]. Они, обладая известной пластичностью (во многом приобретенной в ходе разноплановых взаимодействий и взаимовлияний между соседними ГС), выполняют разделительно-барьерную роль, а в случае антропогенного воздействия на ГС – буферную стабилизирующую (сами при этом первыми испытывая любые трансформации). Организующая роль контактных подсистем по ходу увеличения их иерархического уровня неуклонно возрастает, а их динамическое поведение направленно увеличивает информативность по устойчивости породивших их ГС. Более того, усложнение или упрощение структуры ГС проявляется через поведение контактных подсистем, а с этим в дальнейшем связана и вероятность проявления опасных для ГС процессов.

Устойчивость общих ГС на всех уровнях является результирующей сложного комплексирования, одновременно по аналогичным характеристикам, компонентных (геоморфологических, почвенных, гидроклиматических, мерзлотных, фито- и зооценологических и т.д.) и иерархически разных (фаций, урочищ, ландшафтов, районов, провинций, зон, поясов) ГС. При этом наибольший вклад в формирование устойчивости любой общей ГС вносит соответствующая геоморфологическая система (рельеф

и рельефообразующие субстраты), из-за ее консервативности, и фитоценотическая – благодаря ее повышенной пластичности. В целом же устойчивость ГС контролируется энергетическими и динамическими соотношениями типичных и аномальных (экстремальных – критических, и кризисных, и катастрофических) факторов и процессов в соответствующих им обстановках. При этом критические, кризисные и катастрофические обстановки, возникающие и в дальнейшем по-разному разрешаемые в ходе развития ГС, отождествляются нами с порогами устойчивости геосистем в целом и их компонентных подсистем в частности.

С возрастанием иерархического уровня ГС увеличивается и соответствующая им устойчивость, равно как и с увеличением их возраста, что согласуется с известными свойствами их самоорганизации [3]. Более того, естественные и антропогенно-естественные ГС неодинаково «откликаются» даже на однотипные (и естественные, и антропогенные) воздействия:

а) одни ГС выдерживают воздействия с минимальными потерями в организации, возвращаются в исходные состояния и обеспечивают стабилизацию своей структуры и привычных режимов функционирования;

б) другие ГС преобразуются с упрощением исходной структуры, вплоть до полного ее разрушения, и переходят в специфические новообразования.

Эти количественные изменения устойчивости ГС, отвечая типичным подвижно-равновесным состояниям объектов, определяют и динамическое формирование на общем эволюционном фоне основных комплексных системообразующих уровней [4].

Общая принципиальная схема основных уровней организации и устойчивости ГС (в одномоментном срезе) представляется следующей на различных планах (таблица).

Локальный план – топологический тип организации ГС на сезонно-ритмическом временном (до нескольких лет) фоне развития, с учетом бассейновой и определенной ландшафтной (процессно-факторной) приуроченности. Усложняющими факторами выступают:

а) экспозиция (инсоляционная, влажностная и «ветровая»);

б) микроположение в рамках геоморфологической триады (дополнительно – центральное или окраинное в конкретных элементах триады) и то же – в ареале локальной совокупности геомов (фаций);

в) характер взаимодействий (прежде всего, обмена веществом и энергией) между геомами;

г) динамика соответствующих последних контактных подсистем; и др.

Устойчивость ГС на этом уровне формируется преимущественно типичными процессами. Аномальные же процессы в организации ГС играют чаще деструктивную роль.

Региональный план – бассейновый тип организации ГС на циклически-временном (до десятков и первых сотен лет) фоне развития, с учетом зонально-провинциальной и высотно-поясной приуроченности. Общая дифференциация и специфика регионально-географического зонирования территории, предопределяется:

а) порядковостью и плановой симметричностью речных бассейнов (как «систем эрозии»);

б) мезоположением (центральным и окраинным) в секторальной совокупности ландшафтов;

в) активностью континентальных и океанических системообразующих влияний;

г) набором и величиной контрастов в типовых характеристиках по элементам (водораздел – склон – днище речной долины или впадины) геоморфологической триады;

д) напряженностью в контактных мезоподсистемах; и др.

В формировании устойчивости ГС, наравне с типичными процессами, принимают конструктивное участие и критические процессы. Другие аномальные (кризисные и катастрофические) процессы играют деструктивную роль.

Континентальный план – зональный тип организации ГС на периодически-временном (до нескольких тысяч лет) фоне развития, с учетом природно-климатической поясной приуроченности. Общая дифференциация и специфика континентального плана, вскрываемая в ходе трансконтинентального (широтного и долготного) комплексного физико-географического профилирования, предопределяется:

а) широтной порядковостью, количеством, площадью и плановой конфигурацией природных зон;

б) макроположением (в секторах – континентальных и приокеанических);

в) масштабами и активностью континентальных и океанических системообразующих влияний;

г) динамикой напряженных контактных макроподсистем.

Общая принципиальная схема организации геосистем Земли [4]

Геосистемы и подсистемы	Геоморфосистемы и подсистемы	Ведущие факторы, процессы и условия	Уровни организации	Типы организации	Процессы (по «вкладу»)	«Эффекты» самоорганизации	Тренды устойчивости ГС	
							по уровням	общая «Стрела»
КФО	Геоморфосфера	Космогенные и эндогенные	Глобальный	Био-геофизический	Типичные и критические, с участием кризисных и отчасти катастрофических	Возникновение и развитие: биосферы; природно-климатических поясов; и др.		
Материки и Океаны	Морфотектуры (планетарные формы)	Эндогенные и космогенные (с заметным участием антропогенных)	Континентально-океанический	Зональный	Типичные и критические, с участием кризисных	Континентальные и океанические типы зональности, атмосферной циркуляции, океанических течений; и др.		
Провинции (сектора)	Морфоструктуры и морфоскульптуры (мега- и макроформы)	Эндо-, экзо- и антропогенные	Региональный	Бассейновый	Типичные с участием критических	Системы эрозии; кольцевые структуры; варианты асимметрии склонов; и др.		
Районы (ландшафты, фации)	Морфоскульптуры (мезо-, микро- и наноформы)	Экзо- и антропогенные	Локальный	Топологический	Типичные	Меандрирование рек; полигональные формы; и др.		

В формировании устойчивости ГС прослеживается принципиально равнозначная роль типичных и направленно усиливающих экстремальных (критических и кризисных) процессов. Масштабы и количество природных [3, 5], и особенно техногенных [6], катастроф испытывают тенденцию роста.

Глобальный план – комплексный биогеофизический тип (принцип) организации на периодически-длительном (сотни тысяч – миллионы лет) фоне развития, с учетом планетно-галактической динамики и комплексирования геофизических полей и характеристик (плотности и изменчивости солнечного ветра; уровней и множественности солнечно-земных связей; радиационных поясов; геоэлектрического и геомагнитного полей; гравитационных потенциалов и аномалий силы тяжести; упругих и собственных колебаний Земли; теплового потока земных недр; и др.). Общая дифференциация и специфика глобального плана, вскрываемая в ходе палеогеографических реконструкций, спутниковой космофизической съемки Земли и анализа ее «круговых» широтно-меридиональных трансект, а также наземных подспутниковых комплексных исследований по сквозным направлениям КФГО, предопределяется:

- а) разномасштабными изменениями площади суши и океана;
- б) сезонной, годовой и многолетней динамикой характеристик планетарной деятельной поверхности;
- в) пространственно-временными колебаниями соотношений тепла и влаги;
- г) выдержанностью естественных и антропогенно-естественных тенденций развития;
- д) направленно возрастающими антропогенными воздействиями, в настоящее время принципиально уже сравнимыми в суммарном вкладе с эндогенными и экзогенными.

Соответствующие рассмотренным уровням общие геосистемы, обладая относительно высокой потенциальной устойчивостью, в общем не разрушаются от катастроф на нижележащих уровнях. Так, например, региональные ГС не разрушаются от локальных катастроф. Более того, они могут «залечивать» возникающие изъяны и восстанавливаться до прежнего состояния. Это, в частности, служит показателем того, что ГС на этих уровнях, как и всем остальным, присущи процессы самоорганизации, отличающиеся общими и специфическими чертами в плане сходства и различий.

Фиксируемое увеличение количества и размеров катастроф, с явным преобладанием техногенных [6, с. 678], может быть связано, по нашему мнению, как с естественными природно-климатическими перестройками на высоких уровнях организации ГС, так и с масштабными антропогенными воздействиями, выходящими за локальные и региональные уровни, и особенно приложимыми к относительно уязвимым трансграничным полосам – вдоль природных рубежей. Это крайне важно и, несомненно, должно учитываться при проведении географической экспертизы (ГЭ) любых природных и социальных объектов [7]. Это актуально, в частности, при выяснении эколого-географических аспектов развития нефтегазового комплекса на Дальнем Востоке России [8–12]. Определенную помощь при этом может оказать вышепредлагаемая схема, учитывающая известную полноту системоформирующих факторов, процессов, связей и взаимодействий в рамках КФГО. В целом максимально корректное проведение ГЭ и, в частности, управление природными рисками, по нашему мнению, должно проводиться не только с соблюдением принятых норм, но и с обязательным выполнением дополнительного анализа в следующих тематических (уровневых) рамках. Так, все экспертируемые объекты (природные, антропогенные, социальные и т.д.) на предварительном этапе ГЭ должны быть соотнесены с основными и трансграничными уровнями общей организации КФГО. В существующей практике проведения ГЭ «востребованными» чаще являются локальные и, реже, региональные объекты. Следовательно, они должны быть соотнесены с локальными и (или) региональными указанными уровнями. Исходными (базовыми) материалами для их ГЭ в этом случае будут служить результаты соответствующего локального и (или) регионального анализа системообразующих и системорегулирующих факторов и процессов. Так, например, для ГЭ региональных объектов изначально необходим комплексный анализ всей информации конкретной «бассейновой» обстановки с учетом их зональной приуроченности; для ГЭ соседних трансграничных объектов – типологический анализ факторов и процессов «со стороны» локального уровня и «бассейновый» анализ «со стороны» регионального уровня. В результате это будет служить «гарантом» исходной корректности и оптимальности результатов последующей ГЭ.

Заключение

Практическая реализация предлагаемых методических подходов в тематическом исследовании обеспечит условия, когда геоэкологические разработки будут не только адекватно (естественно и социально) восприниматься, но и внесут неоценимый вклад в поддержание еще устойчивых естественных ГС и возвращение из неустойчивого состояния антропогенно нарушенных ГС. В конечном счете это будет способствовать решению актуальных проблем устойчивого развития территорий.

Ожидается, что реализация таких подходов принесет положительные результаты для ведения оптимального природопользования с соблюдением устойчивого развития природных и устойчивости социальных объектов.

Список литературы

1. Бакланов П.Я. Географические и геополитические факторы в региональном развитии / П.Я. Бакланов // Региональные исследования – 2014. – № 2. – С. 4–10.
2. Бакланов П.Я. Мониторинг трансграничного российско-китайского сотрудничества / П.Я. Бакланов // Азиатско-Тихоокеанский регион: экономика, политика, право. – 2011. – № 1. – С. 63–70.
3. Короткий А.М. Аномальные природные процессы и их влияние на состояние геосистем юга российского Дальнего Востока / А.М. Короткий, В.В. Коробов, Г.П. Скрыльник. – Владивосток: Дальнаука, 2011. – 265 с.
4. Скрыльник Г.П. Основные уровни общей организации и устойчивость геосистем Земли // Самоорганизация и динамика геоморфосистем: мат-лы XXVII Пленума геоморфологич. комис. РАН (Томск, 25 августа – 3 сентября 2003 г.). – Томск, 2003. – С. 72–73.
5. Готванский В.И. Влияние природных и антропогенных факторов на напряженность геоморфологических процессов на Дальнем Востоке / В.И. Готванский, Е.В. Лебедева // Геоморфология. – 2010. – № 2. – С. 26–35.
6. Осипов В.И. Управление природными рисками / В.И. Осипов // Вестн. РАН. – 2002. – Т. 72, № 8. – С. 678–686.
7. Скрыльник Г.П. Эколого-геоморфологические оценки и требования географической экспертизы зон влияния «линейные сооружения – природная среда» на юге российского Дальнего Востока // Теоретические проблемы современной геоморфологии. Теория и практика изучения геоморфологических систем: мат-лы XXXI Пленума геоморфологич. комис. РАН (Астрахань, 5–9 октября 2011 г.). Часть II. – Астрахань, 2011. – 368 с.
8. Прибрежно-морское природопользование: теория, индикаторы, региональные особенности. Под общей редакцией академика РАН П.Я. Бакланова / И.С. Арзамасцев, П.Я. Бакланов, С.М. Говорухин и др. – Владивосток: Дальнаука, 2010. – 308 с.
9. Говорухин С.М. Сооружение и эксплуатация трубопроводов: воздействие на окружающую среду / С.М. Говорухин // Экология промышленного производства. – 2011. – № 6. – С. 23–26.
10. Эколого-географические аспекты развития нефтегазового комплекса на Дальнем Востоке России. Под общей редакцией академика РАН П.Я. Бакланова / И.С. Арзамасцев, П.Я. Бакланов, Ю.И. Берсенев и др. – Владивосток: Дальнаука, 2007. – 264 с.
11. Геосистемы Дальнего Востока России на рубеже XX–XXI веков. Под общей редакцией академика П.Я. Бакланова. Т. 11. Природные ресурсы и региональное природопользование. Отв. ред. акад. П.Я. Бакланов, к.г.н. В.П. Каракин. – Владивосток: Дальнаука, 2010. – 560 с.
12. Бакланов П.Я. Тихоокеанская Россия: географические и геополитические факторы развития / П.Я. Бакланов // Изв. РАН. Сер. геогр. – 2015. – № 5. – С. 8–19.

References

1. Baklanov P.Ja. Geograficheskie i geopoliticheskie faktory v regionalnom razvitii / P.Ja. Baklanov // Regionalnye issledovaniya 2014. no. 2. pp. 4–10.
2. Baklanov P.Ja. Monitoring transgranichnogo rossijsko-kitajskogo sotrudnichestva / P.Ja. Baklanov // Aziatsko-Tihookeanskij region: jekonomika, politika, pravo. 2011. no. 1. pp. 63–70.
3. Korotkij A.M. Anomalnye prirodnye processy i ih vlijanie na sostojanie geosistem juga rossijskogo Dalnego Vostoka / A.M. Korotkij, V.V. Korobov, G.P. Skrylnik. Vladivostok: Dalnauka, 2011. 265 p.
4. Skrylnik G.P. Osnovnye urovni obshhej organizacii i ustojchivost geosistem Zemli // Samoorganizacija i dinamika geomorfosistem: mat-ly HHVII Plenuma geomorfologich. komis. RAN (Tomsk, 25 avgusta 3 sentjabrja 2003 g.). Tomsk, 2003. pp. 72–73.
5. Gotvanskij V.I. Vlijanie prirodnyh i antropogennyh faktorov na naprjazhennost geomorfologicheskikh processov na Dalnem Vostoke / V.I. Gotvanskij, E.V. Lebedeva // Geomorfologija. 2010. no. 2. pp. 26–35.
6. Osipov V.I. Upravlenie prirodnymi riskami / V.I. Osipov // Vestn. RAN. 2002. T. 72, no. 8. pp. 678–686.
7. Skrylnik G.P. Jekologo-geomorfologicheskie ocenki i trebovaniya geograficheskoy jekspertizy zon vlijaniya «linejnye sooruzheniya prirodnaja sreda» na juge rossijskogo Dalnego Vostoka // Teoreticheskie problemy sovremennoj geomorfologii. Teorija i praktika izuchenija geomorfologicheskikh sistem: mat-ly HHII Plenuma geomorfologich. komis. RAN (Astrahan, 5–9 oktjabrja 2011 g.). Chast II. Astrahan, 2011. 368 p.
8. Pribrezhno-morskoe prirodnopolzovanie: teorija, indikatory, regionalnye osobennosti. Pod obshhej redakciej akademika RAN P.Ja. Baklanova / I.S. Arzamasev, P.Ja. Baklanov, S.M. Govorushko i dr. Vladivostok: Dalnauka, 2010. 308 p.
9. Govorushko S.M. Sooruzhenie i jekspluatacija truboprovodov: vozdejstvie na okruzhajushhuju sredu / S.M. Govorushko // Jekologija promyshlennogo proizvodstva. 2011. no. 6. pp. 23–26.
10. Jekologo-geograficheskie aspekty razvitija neftegazovogo kompleksa na Dalnem Vostoke Rossii. Pod obshhej redakciej akademika RAN P.Ja. Baklanova / I.S. Arzamasev, P.Ja. Baklanov, Ju.I. Bersenev i dr. Vladivostok: Dalnauka, 2007. 264 p.
11. Geosistemy Dalnego Vostoka Rossii na rubezhe HH–HHI vekov. Pod obshhej redakciej akademika P.Ja. Baklanova. T. 11. Prirodnye resursy i regionalnoe prirodnopolzovanie. Otv. red. akad. P.Ja. Baklanov, k.g.n. V.P. Karakin. Vladivostok: Dalnauka, 2010. 560 p.
12. Baklanov P.Ja. Tihookeanskaja Rossija: geograficheskie i geopoliticheskie faktory razvitija / P.Ja. Baklanov // Izv. RAN. Ser. geogr. 2015. no. 5. pp. 8–19.

УДК 502.31(571.56)

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ГЕОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ИХ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ ЮЖНОЙ ЯКУТИИ

¹Слепцова Н.П., ²Николаева Н.А.¹ФГАОУ «Северо-Восточный Федеральный университет им. М.К. Аммосова»,
Институт естественных наук, Якутск, e-mail: endyps@rambler.ru;²Институт физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова Сибирского отделения
Российской академии наук, Якутск, e-mail: nna0848@mail.ru

В статье предложено применение концепции геотехнических систем для изучения воздействия Эльгинского каменноугольного месторождения и проекта Канкунской ГЭС на геосистемы зоны распространения многолетнемерзлых пород Южной Якутии. Выявлена структура двух типов геотехнических систем «Канкунская ГЭС – природная среда» и «Эльгинский угольный комплекс – природная среда», состоящая из технического, природного блоков и блока управления. Определены функциональные, причинно-следственные и локальные связи внутри геотехнических систем. В технических блоках выявлены тесные производственно-технологические связи, в природных – изменяющие. Раскрыт механизм взаимодействия сооружений с природной средой; выявлены направления и интенсивность факторов воздействия гидроэлектростанции и угольного комплекса на природную среду, а также характер изменения геосистем и оценка степени их преобразования. Рассмотрение проекта Канкунской ГЭС в составе геотехнической системы позволило разработать схему получения комплексной экологической оценки воздействия крупных гидроэлектростанций на Севере. Схема дает возможность последовательно изучить цепочку процессов, характеризующих воздействие ГЭС на компоненты природной среды, изменения в природных комплексах и негативные последствия в природной и хозяйственной сферах; собрать, проанализировать и определить базы данных показателей воздействий, изменений и последствий; выявить связи между этими процессами; количественно оценить степень воздействий, изменений и последствий. Применение геосистемного подхода позволяет дифференцированно оценить влияние технических объектов на природную среду, устойчивость геосистем, техногенную нагрузку на природную среду и может явиться методологической основой для управления геотехнической системой и разработки дифференцированных природоохранных мероприятий.

Ключевые слова: Южная Якутия, геотехнические системы, угольный комплекс, ГЭС, природная среда, воздействие, изменение геосистем

INDUSTRIAL GEOTECHNICAL SYSTEMS AND THEIR IMPACT ON THE ENVIRONMENT OF SOUTH YAKUTIA

¹Sleptsova N.P., ²Nikolaeva N.A.¹North-Eastern Federal University, Institute of Natural Sciences, Yakutsk, e-mail: endyps@rambler.ru;²The V.P. Larionov Institute of Physical and Technical Problems of the North, Siberian Branch of the
Russian Academy of Science, Yakutsk, e-mail: nna0848@mail.ru

The paper proposes an application of concept of geotechnical systems for research of the impact of the Elga coal complex and a project of the Kankunskaya HPP on geosystems of zone of permafrost spread in South Yakutia. Structures of two types of geotechnical systems are showed – ‘The Kankunskaya HPP – the Environment’ and ‘the Elga coal complex – natural environment consisting of technical, natural units and a control unit. Functional, cause-effect and local communications inside the geotechnical systems were defined. Close industrial and technological relations have been indicated in technical units, and modifying in natural ones. A mechanism of «facilities – environment» interaction was disclosed; directions and intensity of environmental impact factors of hydropower plants and coal complex were detected, as well as geosystems’ changing character and their transformation degree assessment. Considering the Kankunskaya HPP project inside a geotechnical system allowed us to develop a scheme of obtaining a complex environmental impact assessment of large hydropower on the North. The scheme gives an opportunity for consistent research of chains of processes, that are characteristic for impact of HPPs on components of natural environment, and of changes in natural complexes and negative consequences in natural and economic sectors; to collect, analyze and define databases of impact indicators, change and consequences; to detect relations between these processes; to assess degree of impact, change and consequences quantitatively. The application of geosystemic approach allows to assess an affect of technical objects, geosystems’ stability, anthropogenic press on natural environment differentially, and could become a methodological basis for a geotechnical system management and for differentiated natural-conservative measures development.

Keywords: South Yakutia, geotechnical systems, coal complex, HPP, natural environment, impact, geosystems’ alteration

В настоящее время в результате все возрастающего воздействия промышленного производства на природную среду Республики Саха (Якутия) без должного учета экологических и социальных ограничений происходят негативные явления –

сокращение биологических ресурсов, разрушение биоценозов, загрязнение земли, воздуха и воды. Наиболее серьезный вклад в загрязнение окружающей среды вносят горнодобывающая промышленность и энергетика.

Большинство работ по воздействию топливно-энергетического комплекса на природную среду основаны на покомпонентной методике изучения антропогенного изменения природной среды – на геолого-геоморфологические, климатические, гидрологическую, биотическую и другие составляющие природного комплекса. Для исследований в экстремальных условиях Южной Якутии, где ведется строительство крупных энергопроектов, нами использован геосистемный подход, одним из направлений которого является концепция геотехнических систем.

В статье предпринята попытка изучения техногенного воздействия проекта Канкунской ГЭС и формирующегося Эльгинского угольного комплекса на природную среду в составе промышленных энергетических геотехнических систем.

Цель исследования

На основе определения структуры геотехнических систем «Канкунская ГЭС – природная среда» и «Эльгинский угольный комплекс – природная среда» выявить их воздействие на компоненты природной среды и техногенное изменение.

Материалы и методы исследования

Методикой исследования стала концепция геотехнических систем, основоположниками которой были исследователи Института географии АН СССР [1]. Базовым понятием концепции является положение, что техническое сооружение, природная среда и деятельность человека рассматриваются как взаимосвязанные подсистемы единого сложного образования – геотехнической системы «Техническое сооружение – природная среда – общество». При этом в промышленной геотехнической системе ведущая роль принадлежит технической составляющей. Общество осуществляет управляющую и регулирующую роль во всей геотехнической системе.

В любой промышленной геотехнической системе выделяются три подсистемы (блока) – техническая, природная и блок управления: техническая, представленная комплексом инженерных сооружений промышленного назначения, объединенных производственно-технологическим процессом и производственной инфраструктурой; природная, состоящая из природных комплексов разного иерархического ранга, непосредственно окружающих производственные предприятия; блок управления,

который образуют люди (общество) со вспомогательными техническими средствами. Задачами блока являются обеспечение необходимых производственных показателей геотехнической системы, с одной стороны, и поддержание устойчивости ее природных комплексов – с другой.

Одним из условий функционирования геотехнической системы является взаимодействие всех подсистем при помощи многочисленных внутренних и внешних связей между ними, что обеспечивает целостность и единство всей системы. Механизм функционирования всей геотехнической системы проявляется в цепочке процессов: воздействие техники на природу – изъятие природных ресурсов и привнесение техногенных веществ – изменение свойств и качества природных комплексов, испытывающих воздействия – последствия (негативные), происходящие в результате изменений, влияющих на функционирование самого технического объекта и на условия жизни и деятельности населения.

Результаты исследования и их обсуждение

На ближайшую перспективу предусмотрен проект строительства Канкунской ГЭС на р. Тимптон с установленной мощностью 1300 МВт и среднегодовой выработкой электроэнергии – до 7,5 млрд кВт·ч [2].

В результате определения структуры геотехнической системы «Канкунская ГЭС – природная среда» выполнен прогноз направлений и интенсивности техногенных факторов воздействия будущей гидроэлектростанции на природную среду, а также характер изменения компонентов природных комплексов и оценка степени преобразования водохранилища и прибрежных геосистем.

В структурном отношении водохозяйственные системы, как и все остальные геотехнические системы, состоят из трех блоков (подсистем) – природного, технического и блока управления.

Технический блок Канкунской ГЭС составят территории расположения различных производственных и хозяйственных сооружений: плотины, здания ГЭС, монтажной площадки, обогатительного и бетонного хозяйства, водозабора, очистных сооружений, инженерных сетей, перевалочной базы, поселка строителей, линий электропередач, автодорог, а также водохранилище.

Природный блок будет включать природные комплексы, располагающиеся выше

ГЭС по течению и формирующие речной сток; комплексы, приуроченные к руслу реки; прилегающие к низменным участкам побережья выше и ниже ГЭС.

В результате строительства и эксплуатации ГЭС произойдут изменения различных компонентов природных комплексов, из которых первоочередным является изъятие земельных ресурсов под производственные сооружения и акваторию водохранилища.

Изменение мерзлотно-гидрогеологических условий ожидается в связи с повышением уровня грунтовых вод в береговой и прибрежной зонах, которое связано с резкой активизацией экзогенных процессов деструктивного характера (эрозионных, оползневых, обвальных и др.), а также абразией берегов. Изменение гидрогеологической обстановки и деградация мерзлоты может привести к изменению условий фильтрации и разгрузки подземных вод. Принципиально изменится гидрологический режим р. Тимптон, ледовый и термический режимы, режим затопления речной поймы в нижнем бьефе. Разложение затопленной растительности и почв в ложе водохранилища вызовет ухудшение гидрохимического состава воды водохранилища, на которое могут оказать влияние сбросы производственных и бытовых сточных вод. Существенное изменение гидробиологических ресурсов будет проявляться в повышении трофического статуса и образовании лимнофильного комплекса гидробионтов на подпруженных участках реки. Строительство ГЭС с созданием водохранилища на р. Тимптон окажет воздействие на растительность в зоне и вне зоны затопления. Особый микроклимат в данной зоне приведет к изменению биологического разнообразия и структуры растительности. Критической глубиной залегания грунтовых вод, при которой ухудшается рост деревьев и происходят значительные изменения в видовом составе древостоя, являются отметки 0,4–0,6 м, что соответствует поясу сильного подтопления [3].

Применение концепции геотехнических систем для изучения воздействия проекта Канкунской ГЭС на природную среду привело к разработке схемы комплексной экологической оценки проекта Канкунской ГЭС. Схема дает возможность последовательного изучения цепочки процессов, характеризующих воздействие ГЭС на компоненты природной среды, изменений в природных комплексах и негативных последствий в природной и хозяйственной сферах; со-

брать, проанализировать и определить базы данных показателей воздействий, изменений и последствий; выявить связи между этими процессами; количественно оценить степень воздействий, изменений и последствий и на основе этих оценок выполнить комплексную экологическую оценку проекта Канкунской ГЭС (рисунок).

На базе одного из крупнейших в мире Эльгинского месторождения коксующихся углей в бассейне р. Алгома ведется строительство Эльгинского угольного комплекса. Проектная мощность угольного разреза составляет 30 млн т угля в год с получением продукции в количестве 23,2 млн т [4].

В результате его рассмотрения в виде добывающей геотехнической системы «Эльгинский угольный комплекс – природная среда» и определения структуры геотехнической системы выявлены направления и интенсивность факторов воздействия угольного комплекса на природную среду, а также характер изменения геосистем и оценка степени их преобразования. Здесь также выделяются три блока: технический, природный и управления.

Технический блок состоит из комплекса производственных и вспомогательных сооружений, связанных между собой локальными технологическими связями и выполняющих функции добычи угля, его обогащения и транспортировки. Имеется комплекс гидротехнических сооружений, а также временный и вахтовый поселки.

Добывающий комплекс представлен угольным разрезом и различными вспомогательными базами и складами. Добыча угля влечет за собой изменения в литосфере, воздействуя на геоморфологические, геокриологические и гидрологические условия, а также на растительность и почвы. Пыление в результате буровзрывных работ ведет к загрязнению атмосферы, в конечном счете – земной поверхности и водных ресурсов.

Ядром обогатительного комплекса является действующая обогатительная фабрика мощностью 2,7 млн т угля в год [5]. Проектом предусмотрено строительство еще одной обогатительной фабрики с более чем трехкратной мощностью. Также имеется станция погрузки угля. Основным экологическим влиянием обогатительной фабрики является загрязнение атмосферного воздуха, а через него – других компонентов природной среды (подстилающей поверхности, грунтов, почвенно-растительного покрова и водной среды).

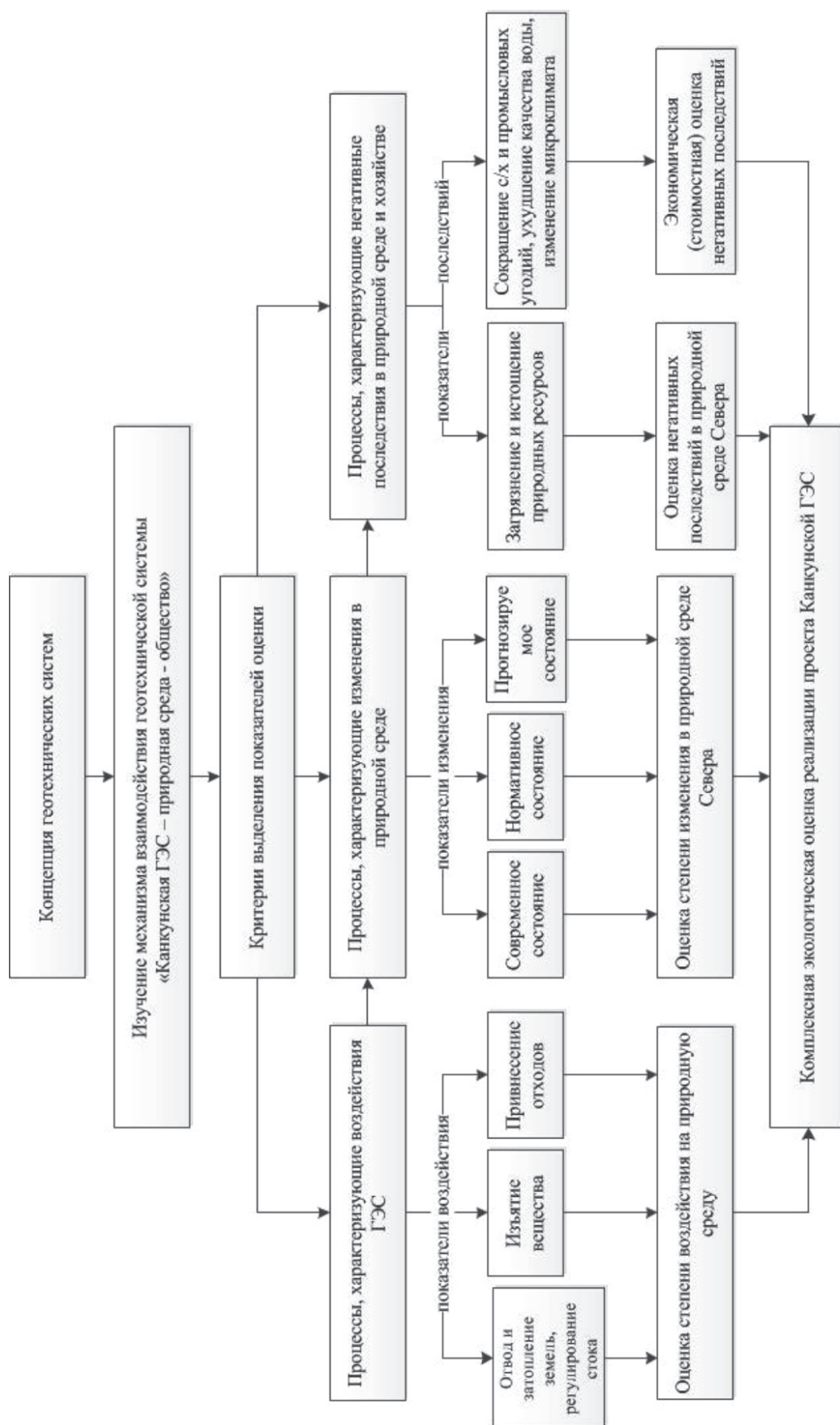


Схема разработки экологической оценки Канунской ГЭС в составе геотехнической системы

Отвальный комплекс представляет собой полигон отвалов вскрышных пород, в составе которого имеются три внешних отвала и один внутренний. Кроме изъятия земель под отвалы, основными направлениями их воздействия на природную среду являются изменение геоморфологических условий, сведение растительного покрова, загрязнение воздуха и земной поверхности, связанные с погрузочно-разгрузочными работами.

Крупнейшим объектом гидротехнического комплекса, кроме нагорных канав, отводов и других водоемов, является пруд-отстойник, куда должны сбрасываться карьерные воды не ранее конца 20-х гг. Кроме пруда-отстойника предусмотрено создание гидротехнических сооружений, под которые отведено более 46 га [5]. Таким образом, при полном развитии угольного комплекса сбросы излишков карьерных вод будут производиться в водные объекты, что повлечет изменение их химического состава.

Кроме того, имеется транспортный комплекс, включающий в себя линии электропередач, ветку железной дороги, мосты и автодороги. Основное экологическое воздействие комплекса проявляется в загрязнении почвенно-растительного покрова.

Природный блок представлен сочетанием характерных для гор Южной Якутии типов ландшафтов высотной поясности: горно-пустынными, горно-тундровыми, подгольцовыми, горно-редколесными и горно-таежными. Широко распространены интразональные типы ландшафтов. Морфологическая структура районов состоит из восьми типов местности: горно-привершинного, плоскогорно-привершинного, горно-склонового, предгорного, зандрового, горно-долинного, ледниково-долинного, озерно-котловинного и аквального [6].

Проведен обзор отечественных публикаций, посвященных изучению взаимодействия объектов энергетики и природной среды в криолитозоне с использованием концепции природно-технических систем. В большинстве они посвящены разработке различных методов изучения, оценки и управления геотехническими системами, связанными с ГЭС, газовыми комплексами и другими объектами ТЭК [7–9] и др. Их сравнительный анализ с обсуждаемой статьей позволяет считать, что, в отличие от геотехносистемного подхода, авторы во многих случаях придерживаются природно-техносистемного подхода, когда гео-

техническая система является структурной частью более общей природно-технической системы. При этом геотехническая система отражает взаимодействие технического сооружения с геологической средой, осложненной мерзлыми породами, что позволяет изучать взаимодействие техники и природы в области криолитозоны более детально, на локальном уровне.

Но изучение таких грандиозных объектов, как Эльгинский угольный комплекс и Канкунская ГЭС, в экстремальных малоосвоенных и труднодоступных для сбора фактических материалов условиях Севера, на начальных этапах исследования в виде геотехнических систем представляется вполне оправданным и перспективным.

Выводы

Выявлена структура двух типов геотехнических систем – «Канкунская ГЭС – природная среда» и «Эльгинский угольный комплекс – природная среда», раскрыт механизм взаимодействия сооружений с природной средой; выявлены направления и интенсивность факторов воздействия гидроэлектростанции и угольного комплекса на природную среду; характер изменения геосистем и оценка степени их преобразования; определены функциональные и локальные связи внутри геотехнических систем.

Рассмотрение проекта Канкунской ГЭС в составе геотехнической системы позволило разработать схему получения комплексной экологической оценки воздействия крупных гидроэлектростанций на Севере.

Таким образом, изучение влияния объектов топливно-энергетического комплекса на природную среду Южной Якутии в виде геотехнической системы дает возможность комплексного изучения и решения экологических задач, что позволит дифференцированно оценить влияние технических объектов на природную среду, устойчивость геосистем и антропогенную нагрузку на них, а также является основой для управления всей геотехнической системой и разработки дифференцированных природоохранных мероприятий

Список литературы

1. Природа, техника, геотехнические системы / отв. ред. В.С. Преображенский. – М.: Наука, 1978. – 151 с.
2. Канкунская ГЭС. – URL: <http://old.sakha.gov.ru/node/4737> (дата обращения: 18.09.2017).
3. Инженерно-экологические исследования участков проектных створов каскада ГЭС на р. Тимптон / П.Я. Константинов и др. // Научное обеспечение реализации мега-

проектов в Республике Саха (Якутия). – Якутск: Компания Дани Алмас, 2009. – С. 83–86.

4. Энергетическая стратегия Республики Саха (Якутия) на период до 2030 года / Правительство Республики Саха (Якутия). – Якутск; Иркутск: Медиа-холдинг «Якутия», и др.; 2010. – 328 с.

5. Павлов Н.В., Пинигин Д.Д. Формирование геотехнических систем при разработке Эльгинского каменноугольного месторождения // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 8–1. – С. 153–157.

6. Мерзлотные ландшафты Якутии (Пояснительная записка к Мерзлотно-ландшафтной карте Якутской АССР масштаба 1:2 500 000) / А.Н. Федоров, Т.А. Ботулу, С.П. Варламов и др. – Новосибирск: ГУГК, 1989. – 170 с.

7. Дряхлов А.Г. Влияние геотехнических систем на окружающую среду в условиях многолетней мерзлоты (на примере Колымского водохранилища): автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – Владивосток, 2004. – 21 с.

8. Светлов И.Б. Научное обоснование развития топливно-энергетического комплекса как природно-технической системы (на примере Дальневосточного региона): дис. ... докт. техн. наук. – Владивосток, 2006. – 303 с.

9. Попов А.П. Управление геотехническими системами газового комплекса в криолитозоне. Прогноз состояния и обеспечение надежности // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2005. – № 4. – С. 6–16.

References

1. Priroda, tehnika, geotekhnicheskie sistemy / otv. red. V.S. Preobrazhenskij. M.: Nauka, 1978. 151 p.

2. Kankunskaia GJeS. URL: <http://old.sakha.gov.ru/node/4737> (data obrashhenija: 18.09.2017).

3. Inzhenerno-jekologicheskie issledovanija uchastkov proektnyh stvorov kaskada GJeS na r. Timpton / P.Ja. Konstantinov i dr. // Nauchnoe obespechenie realizacii megaproektov v Respublike Saha (Jakutii). Jakutsk: Kompanija Dani Almas, 2009. pp. 83–86.

4. Jenergeticheskaja strategija Respubliki Saha (Jakutija) na period do 2030 goda / Pravitelstvo Respubliki Saha (Jakutija). Jakutsk; Irkutsk: Media-holding «Jakutija», i dr.; 2010. 328 p.

5. Pavlov N.V., Pinigin D.D. Formirovanie geotekhnicheskikh sistem pri razrabotke Jelginskogo kamennougolnogo mestorozhdenija // Fundamentalnye issledovanija. 2015. no. 8–1. pp. 153–157.

6. Merzlotnye landshafty Jakutii (Pojasnitelnaja zapiska k Merzlotno-landshaftnoj karte Jakutskoj ASSR masshtaba 1:2 500 000) / A.N. Fedorov, T.A. Botulu, S.P. Varlamov i dr. // Novosibirsk: GUGK, 1989. 170 p.

7. Drijahlov A.G. Vlijanie geotekhnicheskikh sistem na okruzhajushhiju sredu v uslovijah mnogoletnej merzloty (na primere Kolymenskogo vodohranilishha): avtoref. dis. ... kand. geogr. nauk. Vladivostok, 2004. 21 p.

8. Svetlov I.B. Nauchnoe obosnovanie razvitija toplivno-jenergeticheskogo kompleksa kak prirodno-tehnicheskoy sistemy (na primere Dalnevostochnogo regiona): dis. ... dokt. tehn. nauk. Vladivostok, 2006. 303 p.

9. Popov A.P. Upravlenie geotekhnicheskimi sistemami gazovogo kompleksa v kriolitozone. Prognoz sostojanija i obespechenie nadezhnosti // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Neft i gaz. 2005. no. 4. pp. 6–16.

УДК 504.03:330.15(571.6 + 510)

АНАЛИЗ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ НА ПРИГРАНИЧНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ КНР И ЮЖНОЙ ЗОНЫ РОССИЙСКОГО ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Степанько Н.Г.*ФГБУН «Тихоокеанский институт географии» ДВО РАН, Владивосток, e-mail: sngreg25@mail.ru*

В современном мире для оптимизации экономики страны и ее отдельных регионов, а также для реализации своих национальных интересов на международном пространстве особое значение приобретают приграничные (трансграничные) регионы. Любая хозяйственная деятельность сопряжена с природопользованием, с возникновением новых или развитием старых производственно-природных отношений, которые неизбежно порождают комплекс проблем и формируют экологическое состояние территории. Поэтому изучение территориальной структуры производства, производственно-природных отношений, их динамики является важным и актуальным и особенно на приграничных территориях, так как эти территории испытывают воздействие как собственных производств, так и хозяйственной деятельности сопредельных территорий. В данной работе рассмотрены приграничные уезды провинции Хэйлунцзян и районы южных регионов Дальнего Востока. Сбран и проанализирован материал по природно-ресурсному потенциалу исследуемых территорий, их хозяйственной деятельности. Кроме этого приводится характеристика экологической ситуации территорий, а также некоторые расчетные показатели (по имеющейся необходимой статистической информации), характеризующие экологическое состояние и экономическую достаточность природоохранной деятельности. Выявлена неравномерность экономического развития приграничных территорий регионов Дальнего Востока и провинции Хэйлунцзян и, как следствие, неравнозначное воздействие хозяйственной деятельности рассмотренных территорий на окружающую природную среду. Вполне очевидно, что существует множество факторов, обуславливающих дальнейшее эффективное сотрудничество. В то же время указано на необходимость совместных проектов, направленных на методические разработки по единичному правил природопользования и санитарных норм. Также крайне необходимо для трансграничных территорий помимо экономических совместных проектов формировать и реализовывать совместные проекты по охране окружающей среды и рациональному природопользованию.

Ключевые слова: приграничные территории, регионы Дальнего Востока, провинция Хэйлунцзян, производственно-природные отношения, экономическая достаточность природоохранной деятельности

ANALYSIS OF ECOLOGICAL AND ECONOMIC SITUATION ON THE BORDER TERRITORIES OF THE KNR AND THE SOUTHERN ZONE OF THE RUSSIAN FAR EAST

Stepanko N.G.*Pacific Institute of Geography Far Eastern Branch Russian Academy of Sciences,
Vladivostok, e-mail: sngreg25@mail.ru*

In the modern world, cross-border (transboundary) regions acquire special significance for optimizing the economy of the country and its individual regions, as well as for realizing its national interests in the international space. Any economic activity is associated with the use of nature, with the emergence of new or the development of old production and natural relations, which inevitably generate a complex of problems and form the ecological state of the territory. Therefore, the study of the territorial structure of production, production and natural relations, their dynamics is important and relevant, and especially in the border areas, because These territories are affected by their own production and economic activities of adjacent territories. In this paper, we consider the border counties of Heilongjiang Province and the regions of the southern regions of the Far East. The material on the natural-resource potential of the studied territories, their economic activities was collected and analyzed. In addition, the characteristic of the ecological situation of the territories, as well as some calculated indicators (according to the necessary statistical information available), characterizing the ecological status and economic sufficiency of nature protection activity is given. The uneven economic development of the border territories of the regions of the Far East and Heilongjiang Province and, consequently, the unequal impact of the economic activities of the considered territories on the environment are revealed. It is obvious that there are many factors that determine the further effective cooperation. At the same time, it is pointed out the need for joint projects aimed at methodological development on the basis of a uniform reading of the rules of nature management and sanitary norms. It is also extremely important for cross-border territories, in addition to economic joint projects, to formulate and implement joint projects for the protection of the environment and rational use of natural resources.

Keywords: frontier territories, regions of the Far East, Heilongjiang province, production-natural relations, economic sufficiency of nature protection activity

Трансграничные территории обладают определенной спецификой, составной частью которой является единство, неразрывность географической среды, единство звеньев хозяйственной инфраструктуры [1],

а также единство экологического состояния территорий как следствие функционирования территориально-хозяйственных структур. Рассматривая трансграничные территории как единое целое, необходимо

исследовать приграничные территории, так как они концентрируют в себе результаты взаимодействия и взаимовлияния в различных сферах. На региональном уровне приграничными территориями являются отдельные административные подразделения. Характерной трансграничной территорией является юг Дальнего Востока.

Существуют три наиболее важных фактора, которые определяют положение Дальнего Востока в системе российских регионов. Прежде всего – отдаленность от основных, наиболее обжитых и развитых районов страны. Второй фактор – мощный ресурсный потенциал Дальнего Востока, который относится к числу наиболее богатых регионов России. И третий фактор – экономико-географическое положение по отношению к странам АТР, что создает благоприятные возможности для расширения экономических связей со странами Тихоокеанского бассейна. Многие из этих стран нуждаются в разнообразном сырье, которым на основе взаимовыгодных условий может их обеспечить российский Дальний Восток.

Материалы и методы исследования

В рассматриваемую зону входят: Россия – западные районы Приморского края, южные территории Хабаровского края, Амурской области и ЕАО. Это наиболее развитая в экономическом отношении часть Дальнего Востока. Основу хозяйства южной зоны составляют море-, лесо- и горнопромышленные комплексы. В настоящее время идет развитие по пути сочетания ведущих отраслей промышленности с обслуживающими отраслями и сельским хозяйством; КНР – северо-восточные территории провинции Хэйлунцзян. Провинция обладает крупными запасами ресурсов: нефти, мрамора, базальта, графита, угля и др. Залежи угля крупнейшие в Северо-Восточном Китае. Годовой доход от добычи полезных ископаемых также является одним из самых высоких по стране. Провинция Хэйлунцзян является наиболее лесопокрытой территорией и крупнейшей базой производства древесины в Китае. Четыре индустрии обеспечили 88,4% дохода в 2011 г.: машиностроение, нефтехимия, энергетика и пищевая промышленность, что отражает низкую диверсификацию экономики. Значительны животноводство, рыбная промышленность, овощеводство. Провинция является одним из ведущих производителей сельскохозяйственной продукции в КНР. Месторождения золота и графита провинции Хэйлунцзян являются крупнейшими в Китае. Также в провинции

имеются крупные месторождения серебра, меди, свинца, вольфрама, цинка, молибдена, нефти, каменного угля, соды, кварца, мрамора и слюды [2].

Для анализа нами рассмотрены приграничные районы и уезды южных регионов Дальнего Востока и провинции Хэйлунцзян КНР, а именно: природно-ресурсный потенциал и существующие на сегодня виды хозяйственной деятельности. Собранный и проанализированный материал (табл. 1) позволяет сделать следующие выводы: рассматриваемые приграничные территории России и Китая имеют значительный и разнообразный природно-ресурсный потенциал; природные ресурсы провинции Хэйлунцзян используются значительно, чем в приграничных районах юга Дальнего Востока России; соответственно, и хозяйственная деятельность на территории провинции Хэйлунцзян более разнообразна и значительна.

Экономические реформы в России привели к изменению территориально-хозяйственных структур, а также к изменениям в природопользовании. Во-первых, изменения в производственной структуре привели и к изменениям в направлениях и степени техногенного воздействия, и к изменениям динамики использования природно-ресурсного потенциала. Во-вторых, при создании новых предприятий, использовании новых технологий, замене одних ресурсов другими также происходит изменение динамики использования природно-ресурсного потенциала. И в-третьих, разрушение внутренних связей, изменение внутреннего рынка привели к возникновению контактов с дальним зарубежьем (в основном страны АТР и в большей степени КНР), то есть возникла где-то потребность, где-то необходимость либо совместно использовать ресурсы, либо продавать их, что в свою очередь привело к изменению качества, количества и направлений техногенного воздействия, а также к изменению динамики ресурсопотребления и динамики природно-ресурсного потенциала [3].

Кроме того, понятие «приграничный регион» или «приграничный район» подразумевает, что входящая в него территория испытывает существенное влияние государственной границы, основными функциями которой являются: барьерная, фильтрующая и контактная [4]. И если до девяностых годов приграничные территории регионов выполняли в основном барьерную и фильтрующую функции, то с середины этого периода появилась еще и контактная функция.

Таблица 1
Ресурсно-экономическая характеристика приграничных территорий южной зоны Дальнего Востока России и КНР

Регионы, районы (Россия)	Природно-ресурсный потенциал	Виды хозяйственной деятельности	Виды хозяйственной деятельности	Природно-ресурсный потенциал	Округа, уезды (КНР)
1	2	3	4	5	6
Приморский край	земельные ресурсы с/х назначения, лесные ресурсы, уголь, строительное сырье, торф, горнорудное сырье, драг. металлы, мрамор, фарфоровый камень, известняки, пески; лечебные грязи, оздоровительно-рекреационные ресурсы, минеральные воды, ООПТ (заповедники)	с/х, пищевая, лесодобыча и деревообработка, угледобыча и обогащение, энергетика, добыча и обогащение вольфрама, стройиндустрия (добыча и пр-во строймат-лов), эл/техническое, ремонтно-механическое, целлюлозно-бумажное пр-во, доб. и перераб. морских биресурсов, судоремонт, ж/д трансп.; рекреат.-турист. деят-ть, пр-во мин. воды «Ласточка», санаторно-курортный комплекс; формирование ТОР (пока одно предприятие по пр-ву пластика); пп*: Марково – Хулинь, Турий Рог – Мишань, Краскино – Хунь Чунь (КНР), Хасан – Туманган (КНДР), Сосновая Падь – Суйфэньхэ, Полтавка – Дунин	разведение аквакультуры, с/х, тяжёлая промышленность, рыбодобыча, переработка и разведение, лесодобыча и переработка, добывающая и обрабатывающая промышленность, тяжёлая и легкая промышленность, транспортно-логистический центр: Хунчунская зона переработки экспорта, Хунчунская торговая российско-китайская зона	Земельные ресурсы с/х назначения, титан, никель, уголь, строительное сырье, лесные ресурсы, водные биоресурсы, фосфор, рассыпное золото, нефтегазоносные области, мрамор, железосиликаты, цветные металлы: медь, вольфрам, свинец, цинк, олово; неметалл. руды: кремнеземистая, гончарная, базальтовая, гранитная; ООПТ (заповедники)	Округа Цзиси, Муданьцзян, Шуаньшань, Уезд Яньбянь Корейского АО провинции Цзилинь
Хабаровский край	земельные ресурсы с/х назначения, лесные ресурсы, строительные сырье, цветные камни, биоресурсы рек; перспективные проявления золота, серебра, вольфрама, олова, меди, амethystов, торфа и бурого угля, ООПТ (заповедник)	с/х, лесодобыча. и переработка, пищевая, производство стройматериалов, легкая, ж/д транспорт, горнодобывающая, золотодобывающая; пп. Покровка-Жаохэ	рыбодобыча и переработка, легкая, с/х	земли с/х назначения, водные биоресурсы	Округа Цзямусы, Шуаньшань

Окончание табл. 1					
1	2	3	4	5	6
ЕАО	земельные ресурсы с/х назначения, марганцевые руды, лесные, марганец, мрамор, железные руды, олово, графит, россыпное золото, брусит, магнетит, минеральные краски, торф, минеральные воды, бурый уголь, строительное сырье (песок, глины, пескогравийные смеси, галечник, строительный камень, известняки), лесные, ООПТ (заповедники, заказники)	с/х, пчеловодство, охотничье и лесное хоз-во; пищевая, производство строительных материалов, легкая, лесодобыча и деревообработка, машиностроение, ж/д транспорт, производство и распределение э/энергии и воды, добыча и переработка минерального сырья, добыча золота, санаторно-курортное лечение; пп. Амурзет – Лобэй	рыбодобыча и переработка, деревообработка, добывающая промышленность, с/х, тяжёлая, легкая промышленность	рассыпное золото, железно, известняки, строительные глины, водные биоресурсы, земельные ресурсы с/х назначения, уголь, медь, вольфрам, лесные ресурсы	Округа Хэган, Цзямусы
Амурская область	зем. ресурсы с/х назначения, строит. сырье лесные ресурсы, золото, лесные ресурсы, ООПТ (заказники, заповедник, нац. парк) бурый уголь, цв. металлы, драгоценные и полудн. камни, железные руды, минеральные воды, (многие ресурсы недоразведаны)	с/х, пищевая, добыча и производство стройматериалов, тепло- и эл. энергетика, золотодобыча, лесодобыча и обработка, угледобыча, переработка лома черных металлов, машиностроение; пп.: Благовещенск – Хэйхэ, Джалинда – Мохэ (реконстр.), Поярково – Сюньхэ	с/х, легкая промышленность, добывающая промышленность, лесодобыча, рыбодобыча и переработка	земельные ресурсы с/х назначения, никель, медь, железные руды, вольфрам, титан, уголь, рассыпное золото, графит, нефтегазовые области, лесные ресурсы, водные биоресурсы.	Округа Дасиньянлин, Хайхэ, Ичунь, Хэган

Примечание. *пп – пограничный переход.

Таблица 2
Ресурсно-экономическая характеристика приграничных территорий южной зоны Дальнего Востока России и КНР (фрагмент)

Регионы, районы (Россия)	Природно-ресурсный потенциал	Виды хозяйственной деятельности	Виды хозяйственной деятельности	Природно-ресурсный потенциал	Округа, уезды (КНР)
1	2	3	4	5	6
Приморский край					
Уезд Яньбянь Корейского АО провинции Цзилинь					
Хасанский	горнорудн. сырье, драг. металлы, строит. сырье, мрамор, фарфор. камень, известняки, пески, торф, уголь, лечебн. грязи (все ресурсы слабо освоены); два заповедника	рекреац.-турист. деят-ть, доб. и перераб. морских биоресурсов судоремонт; пп. * Краскино – Хунь Чунь (КНР); Хасан – Туманган (КНДР)	транспортно-логистический центр: Хунчуньская зона переработки экспорта, Хунчуньская торговая российско-китайская зона	уголь, золото, цв. металлы: медь, вольфрам, свинец, цинк, олово; неметалл. руды: кремнеземистая, тончайшая, бадилитовая, мраморная, бадилитовая, гранитная; лесные ресурсы: три заповедника	городской уезд Хунчунь
Хабаровский край Округа Цзямусы, Шуаньшань					
Бикинский	зем. ресурсы с/х назначения, лесные ресурсы, строительные материалы; перспективные проявления золота, серебра, вольфрама, олова, меди, амethystов, торфа и бурого угля.	с/х, лесодоб. и перераб., пищевая, пр-во строймат-ов, легкая, ж/д узел; пп. Покровка – Жаохэ	рыбодобыча и перераб., легкая пр-ть,	земли с/х назначения, водные биорес-сы	Жаохэсянь
Вяземский	строит. сырье, цветные камни, торф	с/х, деревообр., горнодоб., пищевая, пр-во строймат-ов, ж/д узел	рыбодобыча и перераб., легкая пр-ть,	земли с/х назначения, водные биорес-сы	Жаохэсянь
р-н им. Лазо	лесные ресурсы, земли с/х назначения, золото	с/х, лесодобыча и перераб., золотодоб., пищевая	рыбодобыча и перераб., с/х, легкая пр-ть,	земли с/х назначения, водные биорес-сы	Фуяоаньсянь

Окончание табл. 2					
1	2	3	4	5	6
Хабаровский	зем. ресурсы с/х назначения, строительное сырье, биоресурсы рек; заповедник «Большехицкий»	с/х, лесодоб. и перераб., пр-во строймат-ов, пищевая	рыбодобыча и перераб., с/х, легкая пр-ть	земли с/х назначения, водные биорес-сы	Фуяоаньсянь
ЕАО					
Ленинский	зем. ресурсы с/х назначения, лесные, железо, марганец, золото, графит, магнетиты	с/х, производство строительных материалов, легкая, пищевая, деревообрабатывающая промышленность, машиностроение	рыбодобыча и перераб., доб. пр-ть	рассыпное золото, уголь, водные биорес-сы	Суйбиньсянь
Амурская область					
Округа Дасиньянлинь, Хайхэ, Ичунь, Хэган					
Сковородинский	лесные ресурсы, золото, строит. материалы, лесные рес-сы, ООПТ (три заказника и др.)	золотодобыча, добыча строит. сырья, лесных рес-ов; пп. Джалинда-Мохэ (реконстр.)	лесодобыча, рыбодобыча и перераб.	рассыпное золото, графит, нефтегазонос. обл., лесные рес-сы, водные биорес-сы	Мохэсянь
Архаринский	лесные ресурсы, бурый уголь, строит. сырье, золото, цв. металлы, драгоценные и поделочн. камни, ООПТ (заповедник); многие ресурсы недоразведаны	Добыча строит. сырья, уголь, золото; обработ. (пищевая, деревообработка, перераб. лома черн. метал-ов), теплоэнерг., с/х	рыбодобыча и перераб., доб. пр-ть	рассыпное золото, медь, вольфрам, лесные рес-сы, водные биорес-сы	Цзяиньсянь
Бурейский	зем. рес-сы с/х назначения, строит. сырье, лесные рес-сы, бур. уголь, ООПТ (Джеледундинский заказник)	добыв. (лес, строит. сырье), машиностроение, с/х, теплоэнергетика	рыбодобыча и перераб., лесодоб., доб. пр-ть	рассыпное золото, медь, вольфрам, лесные рес-сы, водные биорес-сы	Цзяиньсянь

Примечание. *пп – пограничный переход.

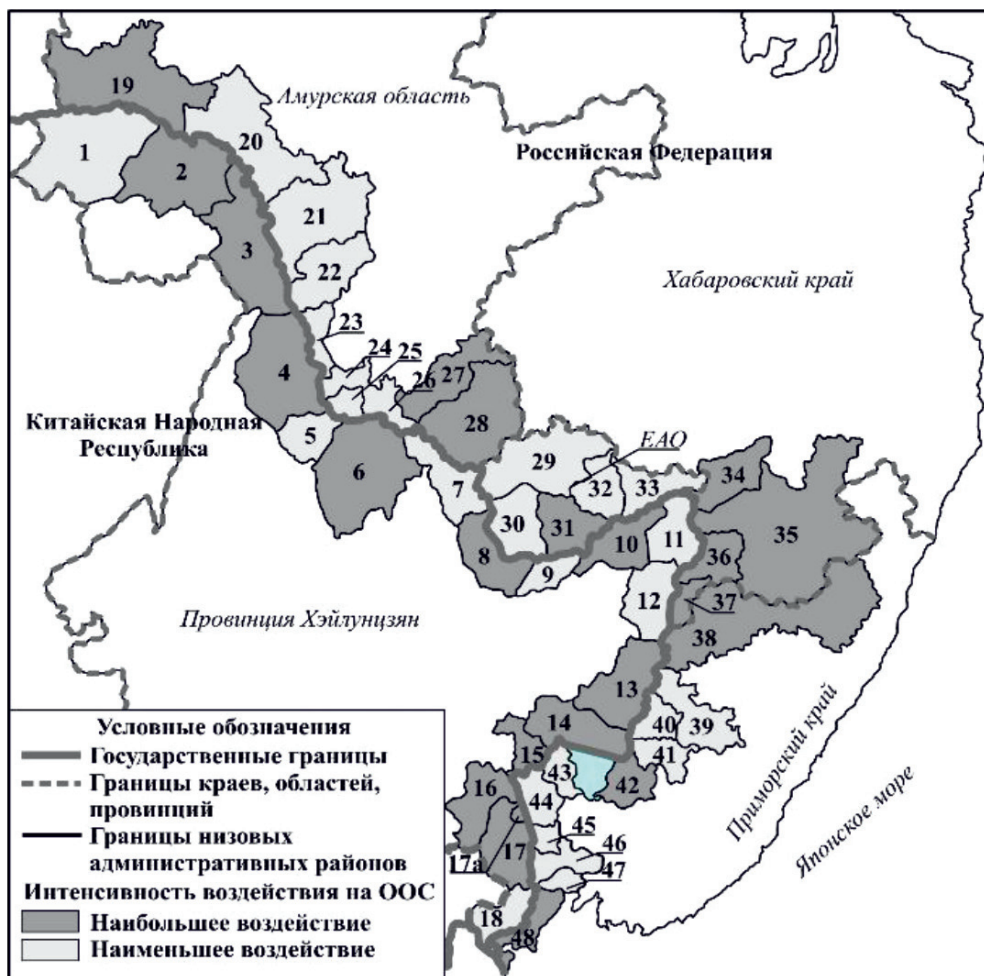


Рис. 1. Интенсивность воздействия хозяйственной деятельности приграничных территорий юга Российской Федерации и КНР на окружающую природную среду.

Районы и уезды: 1 – Mohexian, 2 – Tahexian, 3 – Humaхian, 4 – Aihuixian, 5 – Sunwuxian, 6 – Xunkexian, 7 – Jiayinxian, 8 – Luobeixian, 9 – Suibinxian, 10 – Tongjiangshi, 11 – Fuyuanxian, 12 – Raohexian, 13 – Hulinxian, 14 – Mishanshi, 15 – Jidongxian, 16 – Mulingshi, 17 – Dongningxian, 17a – Suifenheshi, 18 – Hunchun xian, 19 – Сковородинский, 20 – Магдагачинский, 21 – Шимановский, 22 – Свободненский, 23 – Благовещенский, 24 – Тамбовский, 25 – Константиновский, 26 – Михайловский, 27 – Бурейский, 28 – Архаринский, 29 – Облученский, 30 – Октябрьский, 31 – Ленинский, 32 – Биробиджанский, 33 – Сидовичский, 34 – Хабаровский, 35 – им. Лазо, 36 – Вяземский, 37 – Бикинский, 38 – Пожарский, 39 – Дальнереченский, 40 – Лесозаводский, 41 – Кировский, 42 – Спасский, 43 – Ханкайский, 44 – Пограничный, 45 – Октябрьский, 46 – Уссурийский, 47 – Надеждинский, 48 – Хасанский

Появились пограничные пропускные пункты, формируются зоны приграничной торговли. В связи с этим возникла необходимость изменения транспортных путей, инженерных сооружений, переориентации экономики и, как следствие, – произошли изменения в режиме, формах и направлениях природопользования, характере производственно-природных отношений.

Основными видами деятельности на трансграничных территориях являются: лесопользование, сельское хозяйство, добы-

ча минеральных ресурсов. Трансформация этих территорий оценивается от умеренно – трансформированных до сильно-трансформированных. Кроме этого на этих территориях располагаются охраняемые природные объекты, а также получили свое развитие рекреация и туризм, которые перспективны для обоих государств [5].

По разнообразию видов деятельности, по производственным показателям основных видов деятельности на трансграничных территориях Китай опережает Россию. Более

того, виды хозяйственной деятельности на приграничных территориях Китая в основном являются более воздействующими на окружающую природную среду, чем на территориях России (рис. 1). Ввиду невозможности предоставления подробной информации в разрезе муниципальных районов краев и областей Дальнего Востока России и уездов провинции Хэйлунцзян Китая (слишком объемная таблица) информация приводится в разрезе краев, областей и округов (табл. 1). На приграничных территориях Приморского края более разнообразна по сравнению с сопредельной территорией КНР хозяйственная деятельность в Хасанском районе (рис. 1, табл. 2), в ЕАО – в Ленинском районе, в Амурской области из 10 приграничных районов в трех из них (Сковородинский, Бурейский, Архаринский) хозяйственная деятельность более разнообразна и воздействие на ООС более сильное. На приграничных территориях Хабаровского края хозяйственная деятельность более значительна, чем на сопредельных территориях провинции Хэйлунцзян (рис. 1, табл. 2). Экологические показатели неоднородны: по выбросам в атмосферу преобладает Китай, а по сбросу сточных вод – российские регионы.

Результаты исследования и их обсуждение

С точки зрения экологического состояния все рассматриваемые районы юга Дальнего Востока нельзя назвать благоприятными и формирует эту ситуацию загрязнение воздушной и водной среды. Проведенные ранее оценки ограничения хозяйственной деятельности по показателю суммарного загрязнения на одного человека сгруппировали эти районы в три группы (рис. 2): одиннадцать из них вошли в группу «частичного ограничения» (эти ограничения касаются либо водоемких производств, либо имеющих значительные выбросы в атмосферу); два района (восточная часть Пожарского района Приморского края и Благовещенский МР и ГО Амурской области) вошли в группу «полного ограничения». Остальные районы вошли в группу «без ограничения». Это в основном районы сельскохозяйственного производства, а также имеющие на своей территории заказники.

Говоря об эколого-экономической сбалансированности, можно сделать вывод, что ни текущие затраты на охрану окружающей среды (ООС) и рациональное природопользование, ни инвестиции в ООС, ни их струк-

тура не соответствуют необходимым (рис. 2). Индекс экономической достаточности (ИЭД), который находится из соотношения суммы текущих затрат плюс инвестиций на ООС и экономического оптимума природоохранных затрат (8% от ВРП [6]), колеблется от 0 до 0,3 при оптимальном значении – 1.

Безусловно, для более полной оценки экономических возможностей и экологических ограничений развития приграничных территорий, а также перспектив взаимовыгодного сотрудничества РДВ и КНР необходим анализ эколого-экономической ситуации в китайских приграничных уездах. В связи с отсутствием необходимой информации по уездам рассматриваемых провинций КНР дана экологическая характеристика в разрезе провинции Хэйлунцзян.

В материалах «Об экологической обстановке в провинции Хэйлунцзян» [7] указывается, что состояние экологической обстановки в больших городах и провинции Хэйлунцзян в целом хорошее и считается одним из лучших по стране. В общем загрязненность водных ресурсов провинции Хэйлунцзян небольшая, хотя все реки бассейна Сунгари в какой-то степени загрязнены. Основные загрязняющие вещества – перманганаты. Провинция Хэйлунцзян признана государством экологически образцовой. На территории Хэйлунцзян находятся 21 государственный и 11 провинциальных образцовых участков. Среди твердых промышленных отходов 33,23% принадлежит угольным отходам, 24,9% – золе сжигаемого угля. Процент угольных отходов среди прочих отходов составляет 33,87%, использование которого достигло 70,06%. В городах окружного уровня и выше доля дней с «хорошим» и «удовлетворительным» качеством атмосферного воздуха повысилась на 2,1% по сравнению с 2015 г. Доля водоемов уровня категории III и выше повысилась на 1,8%, а доля водоемов уровня ниже категории V снизилась на 1,1% по сравнению с аналогичным показателем 2015 г. [7]. В целом по стране в КНР ведется достаточно активная политика в области ООС и рационального природопользования. Из «Доклада о выполнении плана экономического и социального развития за 2016 год и проекте плана на 2017 год»: «Интенсифицировалась работа по защите экологии и экономии энергетических ресурсов, получены первые результаты зеленого развития. Во-первых, новые сдвиги произошли в строительстве экологической цивилизации в ряде провинций. Во-вторых, углубленно осуществ-

влялась стратегия развития зон с основополагающими экологическими функциями. В-третьих, продолжала продвигаться работа по экономии энергоресурсов и сокращению выбросов. В-четвертых, наращивалась динамика комплексного упорядочения окружающей среды. Введены в действие «Интенсифицированные меры по предотвращению и ликвидации атмосферного загрязнения» в особо выделенных районах, продолжалось сокращение потребления угля, а с целью минимизации выбросов загрязняющих веществ активизировалась реконструкция угольных электростанций. В-пятых, непрерывно усиливалась работа по реагированию на климатические изменения (планово-пилотные проекты по созданию низкоуглеродных провинций, городов (поселков), промышленных парков и микрорайонов; началась реализация программы «десять – сто – тысяча», предусматривающей создание в развивающихся странах 10 образцово-показательных низкоуглеродных зон, реализацию 100 объектов, нацеленных на замедление климатических изменений и адаптацию к ним, предоставление 1000 шансов желающим получить профессиональную подготовку в данной области и т.д.)» [8].

Выводы

1. Вполне очевидно, что на сопредельных территориях юга Дальнего Востока и провинции Хэйлунцзян КНР сложились две разномасштабные экономические системы. Доминирующей является провинция Хэйлунцзян, что связано с рядом факторов: несоизмеримо большая плотность и количество населения по сравнению с российскими регионами, наличие сравнительно развитой транспортной инфраструктуры и промышленного производства, природно-ресурсный потенциал.

2. Сопряженный эколого-экономический анализ граничащих муниципальных районов краев и областей России и уездов провинции Хэйлунцзян КНР позволяет сделать вывод: хозяйственная деятельность на приграничных территориях Китая более разнообразна по структуре и является более воздействующей на окружающую природную среду, а значит, наиболее активно и интенсивно формирует экологическую ситуацию на трансграничных территориях.

3. Анализ проводимых мероприятий в области охраны окружающей среды и рационального природопользования, а также их экономическая обеспеченность на территории провинции Хэйлунцзян КНР гораздо выше, чем на территориях южной зоны Дальнего Востока.

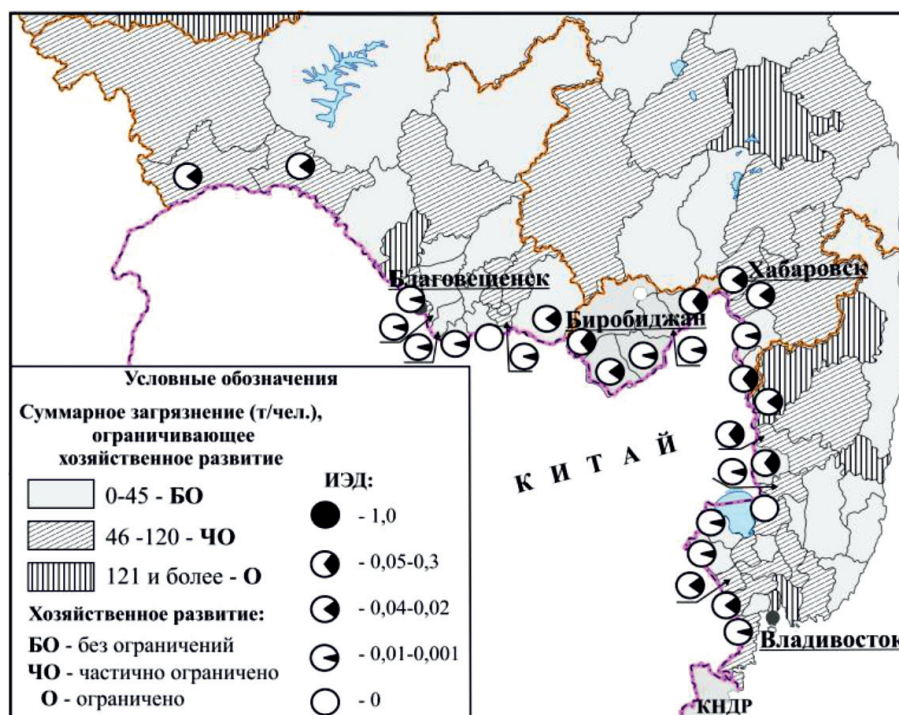


Рис. 2. Экономическая обеспеченность природоохранной деятельности в приграничных районах юга Дальнего Востока

Сотрудничество провинции Хэйлунцзян и юга Дальнего Востока России с каждым годом растет и имеет высокий потенциал для роста. Этому способствуют географические, политические, экономические, социально-культурные и экологические факторы. Сложившаяся практика обоснования хозяйственных проектов и видов деятельности показывает, что она до сих пор в основном базируется на критериях экономической эффективности. Узкие критерии экономической эффективности (приведенные затраты, себестоимость производимой продукции и т.д.), используемые при обосновании масштаба строительства, приводят к необоснованному наращиванию мощностей производства. А отсутствие необходимой согласованной экологической составляющей (экологическая емкость территорий, скорость и интенсивность утилизации загрязняющих веществ природной средой, устойчивость природных систем (которая весьма различна), а также несогласованность интересов и действий приграничных государств и наличие разницы в правилах природопользования и санитарных нормах будет порождать новые и усугублять старые экологические проблемы. Поэтому первоочередными задачами должны стать совместные проекты, разработки по единочтению правил природопользования и санитарных норм. Также крайне необходимо для трансграничных территорий помимо экономических совместных проектов формировать и реализовывать совместные проекты по охране окружающей среды и рациональному природопользованию.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта программы Президиума РАН «Дальний Восток», № 15-I-6-060.

Список литературы

1. Ганзей С.С. Трансграничные геосистемы юга Дальнего Востока России и Северо-Востока Китая / С.С. Ганзей. – Владивосток: Дальнаука, 2004. – 229 с.
2. Изотов Д.А. Экономика провинции Хэйлунцзян: перспективы развития в контексте целевых программ / Д.А. Изотов // Регионалистика. – 2015. – Т. 2, № 4. – С. 31–50.
3. Степанко Н.Г. Региональные особенности природопользования в Приморском крае // Географический вестник. – 2008. – № 2. – С. 248–256.
4. Гранберг А.Г. Основы региональной экономики / А.Г. Гранберг. – М.: ГУ ВШЭ, 2006. – 217 с.
5. Ганзей С.С. Международные трансграничные территории как объект геоэкологических исследований (на примере юга Дальнего Востока России и Северо-Востока Китая): дис. ... докт. геогр. наук / С.С. Ганзей; Тихоокеан. ин-т географии ДВО РАН. – Хабаровск, 2005. – 327 с.
6. Колесников С.И. Экономика природопользования. Учебно-методическое пособие / С.И. Колесников. – Ростов-н/Д., 2000. – С. 14–15.
7. Об экологической обстановке в провинции Хэйлунцзян [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.npec.or.jp/northeast_asia/russia2/inquiry/pdf/102.pdf (дата обращения: 15.08.17).
8. Доклад о выполнении плана экономического и социального развития за 2016 год и проекте плана на 2017 год [Пекин], 2016. – Режим доступа: http://russian.news.cn/china/2017-03/17/c_136137588.htm (дата обращения: 02.08.17).

References

1. Ganzej S.S. Transgranichnye geosistemy juga Dalnego Vostoka Rossii i Severo-Vostoka Kitaja / S.S. Ganzej. Vladivostok: Dalnauka, 2004. 229 p.
2. Izotov D.A. Jekonomika provincii Hjejlungdzjan: perspektivy razvitija v kontekste celevykh programm / D.A. Izotov // Regionalistika. 2015. T. 2, no. 4. pp. 31–50.
3. Stepanko N.G. Regionalnye osobennosti prirodopolzovaniya v Primorskom krae // Geograficheskij vestnik. 2008. no. 2. pp. 248–256.
4. Granberg A.G. Osnovy regionalnoj jekonomiki / A.G. Granberg. M.: GU VShJe, 2006. 217 p.
5. Ganzej S.S. Mezhdunarodnye transgranichnye territorii kak obekt geojekologicheskikh issledovanij (na primere juga Dalnego Vostoka Rossii i Severo-vostoka Kitaja): dis. ... dokt. geogr. nauk / S.S. Ganzej; Tihookean. in-t geografii DVO RAN. Habarovsk, 2005. 327 p.
6. Kolesnikov S.I. Jekonomika prirodopolzovaniya. Uchebno-metodicheskoe posobie / S.I. Kolesnikov. Rostov-n/D., 2000. pp. 14–15.
7. Ob jekologicheskoy obstanovke v provincii Hjejlungdzjan [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: http://www.npec.or.jp/northeast_asia/russia2/inquiry/pdf/102.pdf (data obrashheniya: 15.08.17).
8. Doklad o vypolnenii plana jekonomicheskogo i socialnogo razvitija za 2016 god i projekte plana na 2017 god. [Pekin], 2016. Rezhim dostupa: http://russian.news.cn/china/2017-03/17/c_136137588.htm (data obrashheniya: 02.08.17).

УДК 574.4:631.4:504.54.062.4

**СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННОГО И РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА
ГОРНОТАЕЖНОЙ СТАНЦИИ ИМ. В.Л. КОМАРОВА ДВО РАН
СПУСТЯ 85 ЛЕТ СО ДНЯ ОСНОВАНИЯ****Суржик М.М.***ФНЦ Биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, Владивосток,
e-mail: mariams2003@mail.ru*

В работе использованы исследования почвенного и растительного покрова территории Горнотаежной станции им. В.Л. Комарова (сейчас Филиал ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН), проведенные и опубликованные в первые годы ее работы, а также современное обследование этой территории. Согласно опубликованным данным (Воробьев, 1938; Жукова, 1946) на территории Горнотаежной станции было выделено три участка с разной степенью антропогенной нарушенности почвенного и растительного покрова. Растительный покров представлял собой участки от выборочных рубок до освоенных под культурные насаждения – пашню и сады. На освоенных участках были отмечены почвенные эрозионные процессы вплоть до оврагообразования. На этапе первых обследований возникла идея мониторинговых наблюдений за изменениями почвенного и растительного покрова этой территории, как типичной для южной части Дальнего Востока (Жукова, 1946). В последующие годы изучению растительного покрова Горнотаежной станции уделялось пристальное внимание многими известными учеными. Изучение почвенного покрова этой территории происходило точно, без комплексного изучения процессов, происходящих в почвах при их восстановлении. Данные обследования освоенных участков, полученные в 1963–1968 гг., не были опубликованы. В 2017 г. было проведено рекогносцировочное почвенно-геоботаническое обследование территории Горнотаежной станции по схеме лес – залежь – пашня. Оно проводилось на тех же, участках, которые были обследованы в первые годы работы станции. Сравнительный анализ результатов прошлых и современных обследований почвы и растительности показал наличие активных восстановительных процессов в ландшафте. Установление охранного режима природопользования на обследуемой территории способствовало прекращению процессов эрозии, восстановлению нарушенного растительного покрова.

Ключевые слова: Горнотаежная станция, почва, растительность, мониторинг**NATURE OF SOIL AND VEGETATION OF THE AREA OF MOUNTAIN-TAIGA
STATION FEB RAS ACROSS 85 YEARS SINCE ITS FOUNDATION****Surzhik M.M.***Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity FEB RAS, Vladivostok,
e-mail: mariams2003@mail.ru*

In this paper applied researches of soil and vegetation cover of the territory of the Mountain-Taiga Station named by V.L. Komarov (now – Branch of the «Federal Scientific Center for Biodiversity» FEB RAS), conducted and published in the first years of its operation, as well as its modern survey of this area. According to published data (Vorobjov, 1938; Zhukova, 1946) on the territory of the Mountain-Taiga Station was allocated three plots with different degree of anthropogenic disturbance of soil and vegetation cover. Vegetation consisted of areas from selective cutting to developed into cultivated plants – arable areas and gardens. In the developed areas were marked by soil erosion up to gully. At the stage of the first surveys did the idea of the monitoring of soil and vegetation changes of this territory, as typical for the Southern Part of the Far East (Zhukova, 1946). In subsequent years, the study of vegetation of the Mountain-Taiga Station, close attention was given to many famous scientists. The study of soil cover of this territory was locally, without a comprehensive study of the soil recovery processes. The data of cultivated areas, obtained in the years 1963–1968, was not published. In 2017 had conducted reconnaissance soil and geobotanical survey of the Mountain-Taiga Station territory, according to the scheme of the forest-fallow-arable lands. It was conducted at the same plots that were surveyed in the early years of station operation. Comparative analysis of the results of past and present surveys of soil and vegetation showed the presence of active regenerative processes in the landscape. The establishment of the protection regime of nature management on the study area contributed to the demise of the erosion and vegetation recovery.

Keywords: Mountain-Taiga Station, soil, vegetation, monitoring

Основными компонентами природного ландшафта являются почвы и растения, состояние которых во взаимовлиянии определяет его устойчивость. Растительный покров является индикатором экологического состояния почв ландшафта. Поверхностное или глубокое антропогенное вмешательство в эти компоненты ландшафта влияет на его изменение на обратимом

либо необратимом уровне. От степени вмешательства человека в ландшафты, то есть нарушения взаимосвязанных биосферных процессов, зависит возможность восстановления ландшафта. Процессы восстановления почвенного и растительного покрова после освоения возможно отследить только при проведении многолетних стационарных наблюдений.

Исследования проводились на территории Горнотаежной станции им. В.Л. Комарова ДВО РАН, расположенной на территории Приморского края, в 25 км к юго-востоку от г. Уссурийска (В 43,696950; L 132,15805). С момента проведения первых почвенных и геоботанических обследований на Горнотаежной станции прошло время, позволяющее восстановиться древесной и кустарниковой растительности и, соответственно, произойти изменениям в почвах. Поэтому целью настоящей работы является сравнительный анализ состояния почвенного и растительного покрова Горнотаежной станции через 85 лет после ее основания.

Материалы и методы исследования

Материалами для исследования послужили публикации сотрудников Горнотаежной станции ДВО РАН с момента ее основания в 1932 г., а также собственные почвенно-геоботанические рекогносцировочные обследования, проведенные в июле 2017 г. При проведении исследований использовался метод сравнительного анализа.

Результаты исследования и их обсуждение

Горнотаежная станция ДВО РАН, ныне Филиал ФНИЦ Биоразнообразия ДВО РАН, была образована в 1932 г. по инициативе академика В.Л. Комарова с целью изучения восстановительных процессов флоры, сведенной населением для хозяйственных нужд. Территория Горнотаежной станции в тот период представляла собой безлесные сопки с почвами, подвергшимися глубоким эрозионным процессам, таким как смыв и размыв почвы на склонах, оврагообразование. Лишь в восточной и юго-восточной части территории станции остались нетронутые кедрово-широколиственные леса. Состояние растительного покрова в начальный период исследований на Горнотаежной станции описывает Д.П. Воробьев с соавторами [1, с. 12, с. 13–14]: «Еще не так давно склоны сопки были одеты девственной тайгой, среди которой обитала и довольно богатая фауна млекопитающих. В период же гражданской войны и интервенции лес был уничтожен и в небольшом количестве (деловой) сохранился лишь ближе к верховьям Кривого Ключа, где еще и теперь остались хвойные. Что же касается нижнего и среднего течения ключа, то они чаще всего оголены и только местами на водоразделах и склонах сопки остались небольшие ро-

щицы, состоящие из малорослых деревьев: дуба монгольского, черной березы, клена мелколистного, ильма японского и кустарников...», «...в среднем течении ключа лес изменяется и сохраняется только небольшими рощами на неудобных для распахивки участках. Большая часть склонов и долины в этой части заняты разделанными площадями от 0,25 до 8 га и окружены остатками древесно-кустарниковой растительности».

Нарушения растительного покрова, несущие антропогенный характер, отмечены М.А. Жуковой [2, с.23]. По ее наблюдениям, на территории Горнотаежной станции выделялось три участка разной степени нарушенности. В верхнем течении Кривого ключа сохранился «естественный коренной лесной покров», который «сильно нарушен и обеднен, главным образом выборочной рубкой и систематическими палами», состоящий из единично встречающихся кедров корейского и пихты цельнолистной. Несмотря на значительное антропогенное воздействие на эту часть территории Горнотаежной станции, М.А. Жукова [2, с. 24] отмечает разнообразие и уникальность растительного покрова станции: «Лиственные породы... включают 3 вида лип, березы, клены, бархат, монгольский дуб, маньчжурский орех и др.». «Чрезвычайно разнообразен и богат видами ярус кустарников и лиан, в составе которого имеются: дейция, бересклеты, жасмин, жимолости, виноград, лимонник, актинидии». Это подтверждается интересом к флоре и фауне станции со стороны многих ученых, таких как К.Р. Гольм, Ю.В. Бранке и И.И. Парышев, Д.А. Баландин, Е.Н. Клобукова-Алисова, Г.Э. Куренцова, З.И. Лучник, проводивших свои исследования в 1932–1937 гг. В среднем течении Кривого ключа М.А. Жуковой отмечено обеднение и изреживание леса. Преобладающими являются «редкостойные дубняки с кустарниковым покровом и разнотравьем». Нижнее течение Кривого ключа определялось ей как «наиболее давно освоенное... почти уже лишено первоначального лесного покрова, замененного здесь на целинных участках горными суходольными разнотравными лугами и разбросанными по ним деревьями и кустарниками или зарослями кустарников (главным образом лещинниками и кустарниковыми порослевыми дубняками)».

На основании этих описаний можно заключить, что растительный покров Горнотаежной станции претерпел значительное хозяйственное вмешательство человека, но не

утратил потенциал к самовосстановлению. В последующем видовой состав и состояние растительного покрова станции находились под пристальным вниманием ученых [3–6], чего нельзя сказать об исследовании почв и процессов, происходящих в них.

Впервые внимание к изучению почвенного покрова Горнотажной станции было проявлено в 1937 г. упоминавшейся выше М.А. Жуковой, почвоведом-географом, которая обследовала почвы горных склонов станции, как находящиеся в обработке, так и те, которые были заняты остатками лесной растительности. М.А. Жукова подразделяет почвенный покров Горнотажной станции на три группы почв: горнолесные буроземы (вершины и верхние части склонов), подзолистые почвы (склоны), дерновые почвы (долина), отмечая неустойчивость процессов, протекающих в них и связывая это с хозяйственной деятельностью, выражавшейся в сведении леса, а также восстановительными процессами, к которым относит заселение лесом не использовавшихся территорий.

Идея М.А. Жуковой в отношении почвенного обследования Горнотажной станции состояла в том, чтобы установить на территории станции систематическое стационарное исследование почвенного покрова, поскольку одной из важных задач стала

борьба с почвенной эрозией, возникшей вследствие бессистемного ведения хозяйства. Однако эта идея в полном масштабе не была реализована, поскольку последующие исследования почв станции, проводимые сотрудниками почвенного сектора, носили локальный характер и были приурочены преимущественно к территории опытных участков [1, 7, 8]. Например, исследования Н.И. Жиликова и Д.А. Баландина [9] показывают, что после вырубki леса произошли деструктивные изменения в почвах, приведшие к развитию оврагов, что наглядно иллюстрируют фотографии опытного участка, сделанные в 1935 г. (рис. 1–3). А.В. Мизеров [8] по результатам своих исследований, проведенных в 1942 г., отмечает, что почвы освоенной части Горнотажной станции подвергались плоскостному смыву. К сожалению, эти исследования не фиксировались картографически, поэтому на сегодняшний день утрачены данные о привязке к местности тех исследований, которые проводились почвенным сектором Горнотажной станции вплоть до 1965 г.

Таким образом, состояние почв и растительности Горнотажной станции в первые годы ее работы можно охарактеризовать как антропогенно преобразованные с визуально определяемыми последствиями бессистемного хозяйственного освоения.



Рис. 1. Начало оврагообразования на неправильно освоенном склоне, где вырублена вся древесная растительность. Опытный участок Горнотажной станции, 1935 г.



Рис. 2. Вид на юго-восточный склон, занятый опытными полями Горнотаежной станции

В последующие годы на территории станции были созданы условия для восстановления почвенно-растительного покрова. Использование земель для исследований в области сельского хозяйства и садоводства было поставлено на научную основу, а с 2001 г. территория Горнотаежной станции приобрела статус особо охраняемой природной территории (ООПТ). Поэтому исследования, проводимые в 2017 г., то есть спустя 85 лет после основания станции, направлены на получение новых данных о состоянии почвенного и растительного покрова.

Во время почвенно-рекогносцировочного обследования территории станции были обследованы юго-западный, юго-восточный и северный склоны, а также долина ручья Кривой Ключ, то есть те территории, которые были описаны авторами в первые годы работы станции.

Юго-восточный склон, ранее освоенный под опытные поля станции, сейчас представляет собой заросший лесной древесно-кустарниковой растительностью участок (рис. 3), на котором расположены небольшие (около 0,1–0,3 га) освоенные участки – огороды местных жителей и участки под залежью (брошенные огороды). Они расположены преимущественно вблизи жилых домов, имеют вытянутую вдоль горизонталей форму и небольшую (20–50 м) протяженность вниз по склону. Растительность юго-восточного склона

представлена преимущественно лесной древесно-кустарниковой растительностью, занявшей территории вырубок и частично освоения. Преобладающими породами являются дуб монгольский, липы, клен, береза черная, береза желтая, леспедеца. Травяной покров представлен разнотравьем, включающим богатое разнообразие лекарственных видов.

В отношении почвенного покрова юго-восточного склона можно отметить следующее. Почвы под лесной растительностью бурые лесные с маломощным (8–15 см) гумусовым горизонтом A_1 , слабовыраженным переходным горизонтом A_1/A_2 и горизонтом В, определяющимся до глубины 30–40 м от поверхности почвы. Почвы освоенных участков (огородов), а также залежных земель отличаются мощностью гумусового горизонта (18–30 см), имеющего частично антропогенное происхождение, поскольку на части нынешних огородов ранее были устроены террасы для выращивания винограда (по свидетельству главного научного сотрудника П.С. Зорикова, работающего на Горнотаежной станции с 1962 г.). Явления эрозии почв на этих участках не отмечены, что можно объяснить характером культурных насаждений [10], из которых преобладают земляника садовая и ягодные кустарники. Почвенный профиль в период проведения обследования пересушенный как на условно-естественных участках, так и на освоенных.



Рис. 3. Современный вид склона юго-восточной экспозиции, на котором располагались опытные поля Горнотаежной станции

Юго-западный склон, бывший ранее сенокосным и пастбищным участком, на котором в довоенные годы располагалась конюшня, на сегодняшний день покрыт преимущественно дубом монгольским, березой черной, кленами, липами, бересклетом, лещиной, чубушником, встречается орех маньчжурский, в верхней части склона элутерококк колючий и аралия континентальная, акантопанакс. Травяной покров представлен большим разнообразием лесных и луговых трав, в том числе лекарственных, включающих редкие и исчезающие виды. Почвенный покров на условно-естественных участках юго-западного склона отличается отсутствием переходных горизонтов. Гумусовый горизонт A_1 маломощный 5–10 см, за ним следует горизонт С без переходов. Освоенная часть этой экспозиции склона представлена небольшими (0,05–0,2) участками, занятыми под огороды. На освоенных участках (огородах) гумусовый горизонт A_1 имеет мощность 20–35 см за счет мероприятий по окультуриванию земель, ниже следует горизонт С без переходов. Здесь наблюдаются явления плоскостного смыва почвы, что связано, по всей видимости, с преобладанием на них пропашных культур – картофеля и овощей.

Обследование северного склона территории Горнотаежной станции показало, что использование этих земель в настоящее время минимально. Огородные участки

имеют площади до 0,2 га и располагаются в нижней пологой части склона. Остальная его часть занята древесно-кустарниковой растительностью и посадками Дендрария Горнотаежной станции. Преобладают на этой части территории станции дуб монгольский, береза черная, липы, встречаются орех маньчжурский, кедр, корейский, пихта цельнолистная. Почвы под условно-естественной растительностью имеют маломощный гумусовый горизонт 10–12 см, после которого следует горизонт С. На освоенных участках гумусовый горизонт A_1 имеет мощность 25–35 см, что объясняется указанными выше факторами, далее следует переходный горизонт A_2 мощностью 5–10 см и горизонт В до глубины 45–50 см.

Интересно, что глубоких деструктивных изменений почвенного покрова не наблюдается. Это связано в первую очередь со снижением хозяйственной активности на территории станции, установлением режима посещения в связи с приобретением ею статуса особо охраняемой природной территории (ООПТ). Следует отметить, что особый режим пользования соблюдался с момента основания Горнотаежной станции и выражался в запрете сбора дикоросов, контроле вырубки деревьев, предоставлении земельных участков в пользование только жителям с. Горно-таежное. Эти мероприятия создали необходимые условия для восстановления естественной растительности и почвенного

покрова, прекращения эрозионных процессов антропогенного характера.

Выводы

Изменения почвенного и растительного покрова Горнотаежной станции, выявленные на этапе анализа публикаций сотрудников станции за 85 лет ее существования и современного полевого рекогносцировочного обследования, показывают наличие активных восстановительных процессов, происходящих в нарушенном ландшафте: восстановление древесно-кустарниковой растительности и прекращение процессов эрозии.

Список литературы

1. Горнотаежная станция Дальневосточного филиала Академии наук СССР (итоги и перспективы) / Д.П. Воробьев, И.И. Жилияков, А.И. Куренцов, Т.П. Самойлов. – Владивосток, 1938. – 68 с.
2. Жукова М.А. Почвенный покров опытного участка «Кривой ключ» Горнотаежной станции / М.А. Жукова // Труды Дальневосточной Горнотаежной станции им. акад. В.Л. Комарова. – Примиздат, 1946. – Т. 5. – С. 17–44.
3. Зориков П.С. Влияние листьев элеутерококка и акантопанакса на кур / П.С. Зориков // Научные основы хозяйственного освоения юга Приморского края. – Владивосток, 1971. – С. 160–166.
4. Зорикова О.Г. Патриния скабиозолистная / О.Г. Зорикова, Э.И. Хасина. – Владивосток: Дальнаука, 2005. – 111 с.
5. Чернышев В.Д. Об известных и малоизвестных принципах формирования растительных сообществ / В.Д. Чернышев // Биологические исследования на Горнотаежной станции. – Владивосток: Дальнаука, 2006. – Вып. 10. – С. 10–20.
6. Колдаев В.М. Физико-химические свойства настоек на свежих и высушенных листьях лекарственных растений / В.М. Колдаев, П.С. Зориков, Г.Н. Бездетко // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2013. – № 2. – С. 94–96.
7. Нечаева Е.Г. Сравнительная характеристика почвенных процессов под некоторыми типами леса южного Приморья / Е.Г. Нечаева // Научные основы хозяйственного освоения юга Приморского края. – Владивосток, 1971. – С. 18–38.
8. Мизеров А.В. К характеристике процесса эрозии пахотных почв района Горнотаежной станции / А.В. Мизе-

ров // Научные основы хозяйственного освоения юга Приморского края. – Владивосток, 1971. – С. 39–51.

9. Жилияков Н.И. Распределение минеральных и органических веществ в почве в условиях освоения горных склонов / Н.И. Жилияков, Д.А. Баландин // Труды Дальневосточной Горнотаежной станции им. В.Л. Комарова. – 1941. – Т. 4. – С. 245–256.

10. Природно-агрогенные почвенные катены юго-западной части Приморья. Монография / М.М. Суржик, А.М. Дербенцева, Н.А. Рыбачук и др. – Уссурийск: изд-во ФГБОУ ВПО «Приморская ГСХА», 2014. – 164 с.

References

1. Gornotaezhnaja stancija Dalnevostochnogo filiala Akademii nauk SSSR (itogi i perspektivy) / D.P. Vorobev, I.I. Zhiljakov, A.I. Kurencov, T.P. Samojlov. Vladivostok, 1938. 68 p.
2. Zhukova M.A. Pochvennyj pokrov opytnogo uchastka «Krivoy ključ» Gornotaezhnoj stancii / M.A. Zhukova // Trudy Dalnevostochnoj Gornotaezhnoj stancii im. akad. V.L. Komarova. Primizdat, 1946. T. 5. pp. 17–44.
3. Zorikov P.S. Vlijanie listev jeleuterokokka i akantopanaksa na kur / P.S. Zorikov // Nauchnye osnovy hozjajstvennogo osvoenija juga Primorskogo kraja. Vladivostok, 1971. pp. 160–166.
4. Zorikova O.G. Patrinija skabiozolistnaja / O.G. Zorikova, Je.I. Hasina. Vladivostok: Dalnauka, 2005. 111 p.
5. Chernyshev V.D. Ob izvestnyh i maloizvestnyh principah formirovanija rastitelnyh soobshhestv / V.D. Chernyshev // Biologicheskie issledovanija na Gornotaezhnoj stancii. Vladivostok: Dalnauka, 2006. Vyp. 10. pp. 10–20.
6. Koldaev V.M. Fiziko-himicheskie svojstva nastoev na svezhih i vysushennyh listjah lekarstvennyh rastenij / V.M. Koldaev, P.S. Zorikov, G.N. Bezdetko // Tihookeanskij medicinskij zhurnal. 2013. no. 2. pp. 94–96.
7. Nechaeva E.G. Sravnitelna harakteristika pochvennyh processov pod nekotorymi tipami lesa juzhnogo Primorja / E.G. Nechaeva // Nauchnye osnovy hozjajstvennogo osvoenija juga Primorskogo kraja. Vladivostok, 1971. pp. 18–38.
8. Mizerov A.V. K harakteristike processa jerozii pahotnyh pochv rajona Gornotaezhnoj stancii / A.V. Mizerov // Nauchnye osnovy hozjajstvennogo osvoenija juga Primorskogo kraja. Vladivostok, 1971. pp. 39–51.
9. Zhiljakov N.I. Raspredelenie mineralnyh i organicheskikh veshhestv v pochve v uslovijah osvoenija gornyh sklonov / N.I. Zhiljakov, D.A. Balandin // Trudy Dalnevostochnoj Gornotaezhnoj stancii im. V.L. Komarova. 1941. T. 4. pp. 245–256.
10. Prirodno-agroennye pochvennye kateny jugo-zapadnoj chasti Primorja. Monografija / M.M. Surzhik, A.M. Dербенцева, N.A. Rybachuk i dr. Ussurijsk: izd-vo FGBOU VPO «Primorskaja GSHA», 2014. 164 p.

УДК 631.4(571.12)

**МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЧВ
ТОБОЛЬСКОГО РАЙОНА ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ****Токарева А.Ю., Алимова Г.С., Попова Е.И.***Тобольская комплексная научная станция Уральского отделения Российской академии наук
(ТКНС УрО РАН), Тобольск, e-mail: aytokareva@list.ru*

Тобольск является крупным промышленным центром страны в области переработки сжиженных углеводородных газов, а также производства полимеров и мономеров. Активно нарастающие мощности предприятий города могут оказывать влияние на почвенный покров прилегающих территорий и, как следствие, отразиться на всей биоте. Данные по изучению почвенного покрова города и района в литературе отсутствуют, в связи с чем возникает необходимость его изучения для дальнейших мониторинговых наблюдений. В рамках данной работы были рассмотрены 11 участков лесной растительности с различными геоботаническими характеристиками, расположенные к северо-востоку от города, с учетом положения Тобольского нефтехимического комбината и розы ветров. На каждом участке выявлялся видовой состав сосудистых растений на момент проведения описания, были заложены почвенные разрезы глубиной 120 см для описания профиля почвы и отобраны не менее одной объединенной пробы с каждого горизонта для определения химических показателей: водородный показатель солевой вытяжки; аммоний обменный; хлорид-ион; сульфат-ион; карбонат-ион; бикарбонат-ион; нитраты; кальций обменный и магний обменный комплексометрическим методом; нефтепродукты; азот нитритный. Исследованные почвы принадлежат к типам – дерновоподзолистые и подзолистые, подтипу – типичные, род – обычные. По степени засоления относятся к незасоленным почвам. Реакция среды солевой вытяжки слабокислая. Биогенные элементы, определенные в ходе исследования, концентрируются в большей степени в верхних горизонтах почвы. Содержание нефтепродуктов не превышает 5 мг/кг. На исследованных участках выявлено произрастание семи видов растений, подлежащих занесению в Красную книгу Тюменской области.

Ключевые слова: почва, почвенный профиль, солевой состав**MORPHOLOGICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF SOILS
OF THE TOBOLSK DISTRICT OF THE TYUMEN REGION****Tokareva A.Yu., Alimova G.S., Popova E.I.***Tobolsk Complex Scientific Station of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (TCSS UB RAS),
Tobolsk, e-mail: aytokareva@list.ru*

Tobolsk is a large industrial center of the country in the field of processing of liquefied petroleum gases and the production of polymers and monomers. Actively growing power enterprises in the city can have an impact on the soil cover of adjoining territories and, consequently, affect the entire biota. Data for the study of soil cover of the city and district are absent in the literature, so there is a necessity of its study for further monitoring observations. In this work, was reviewed on 11 sections of forest vegetation with different geobotanical characteristics, located in the Tobolsk district. At each site revealed species composition of vascular plants at the time of the description, and was laid soil cuts a depth of 120 cm to describe the soil profile and selected at least one combined sample from each horizon for determination of chemical parameters: the pH of salt extraction; ammonium exchange; chloride ion; sulfate ion; a carbonate ion; bicarbonate ion; nitrates; calcium and exchange magnesium exchange chelatometric method; petroleum products; nitrite nitrogen. The studied soil in accordance with belongs to the types demopodsol and podzolic soils, the subtype – typical, ordinary. Degree of salinity non-saline soils. The reaction medium is slightly acidic water extract. Nutrients identified in the study are concentrated mainly in the upper soil horizons. The oil content did not exceed 5 mg/kg. At the studied sites revealed the growing 7 kinds of plants to be entered in the Red book of the Tyumen region.

Keywords: soil, soil profile, salt composition

Тобольск – один из крупных городов Тюменской области, является крупнейшим промышленным центром страны в области переработки сжиженных углеводородных газов, а также производства полимеров и мономеров. Тобольский нефтехимический комбинат (ТНХК) расположен к востоку от северной окраины Тобольска, там, где проходят маршруты транспортировки углеводородного сырья: газо- и нефтепроводы направлений Север Западной Сибири – Европа. Развитая инфраструктура города и техногенез могут оказывать значительное влияние

на состояние всех компонентов природной среды – почва, вода, воздух, и т.д. Почва как депонирующий компонент среды отражает длительность и интенсивность поступления и накопления загрязняющих веществ. Одна из важнейших функций почвы – экологическая, обеспечивающая жизненное пространство для человека и живых организмов. Почвы города и Тобольского района изучены слабо [1–3].

Город размещён в южной тайге, почти у границы подтаёжной подзоны, в месте слияния двух крупных рек – Тобола и Ир-

тыша. Зона южной тайги Западной Сибири входит в состав Европейско-Западно-Сибирской таежно-лесной почвенно-биолиматической области, подзоны дерновоподзолистых почв южной тайги, в пределах которой выделяется как Западно-Сибирская южнотаежная провинция [4].

Целью исследования является определение морфологических и химических характеристик почв Тобольского района Тюменской области.

Материалы и методы исследования

В рамках данной работы были рассмотрены 11 участков лесной растительности 10*10 метров с различным геоботаническими характеристиками, расположенные к северо-востоку от города, с учетом положения Тобольского нефтехимического комбината

и розы ветров (табл. 1). На каждом участке выявлялся видовой состав сосудистых растений на момент проведения описания, заложены почвенные разрезы глубиной 120 см для описания профиля почвы и отобраны не менее одной объединенной пробы с каждого горизонта для определения химических показателей. Отбор проб образцов почв и процедура пробоподготовки для количественного химического анализа осуществляется в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-83 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб» и ГОСТ 17.4.4.02-84 «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа». Статистическая обработка проводилась в соответствии с формулами программы «Microsoft Excel».

Таблица 1

Географические координаты и ботаническая характеристика участков

Номер участка	Координаты	Описание растительности	Виды подлежащие занесению в Красную книгу Тюменской области
1	58°16.643'С 68°28.594'В	Осинник крупнотравно-осочковый с примесью липы	липа сердцевидная – <i>Tilia cordata</i> Mill.
2	58°16.978'С 68°28.480'В	Осиново-липовый лес крупнотравно-осочковый с примесью березы	липа сердцевидная – <i>Tilia cordata</i> Mill., гнездовка настоящая – <i>Neottia nidus-avis</i> (L.) Rich.
3	58°19.662'С 68°32.961'В	Смешанный осиново-березовый лес крупнотравный	липа сердцевидная – <i>Tilia cordata</i> Mill., тайник яйцевидный – <i>Listera ovata</i> (L.) R. Br.
4	58°19.750'С 68°32.925'В	Осинник разнотравно-папоротниковый с примесью березы	липа сердцевидная – <i>Tilia cordata</i> Mill.
5	58°19.742'С 68°33.007'В	Осиново-липовый лес крупнотравно-папоротниково-осочковый с примесью березы и ели	липа сердцевидная – <i>Tilia cordata</i> Mill., тайник яйцевидный – <i>Listera ovata</i> (L.) R. Br.
6	58°16.003'С 68°29.840'В	Осинник снытрово-разнотравный	–
7	58°16.160'С 68°29.731'В	Сосняк зеленомошно-мелкотравный	–
8	58°16.254'С 68°29.731'В	Березняк крупнотравный	липа сердцевидная – <i>Tilia cordata</i> Mill.
9	58°16.608'С 68°41.664'В	Осинник крупнотравно-осочковый с примесью березы и липы	липа сердцевидная – <i>Tilia cordata</i> Mill., башмачок настоящий (<i>Cypripedium calceolus</i> L.)
10	58°16.525'С 68°41.599'В	Сосняк злаково-разнотравный	лук черемша (<i>Allium microdictyon</i> Prokh.), желтоцвет (адонис) апеннинский (<i>Adonanthe apennina</i> (L.) Sennikov
11	58°16.658'С 68°41.465'В	Смешанный осиново-березовый лес крупнотравно-осочковый	липа сердцевидная – <i>Tilia cordata</i> Mill., тайник яйцевидный – <i>Listera ovata</i> (L.) R. Br.

Количественный химический анализ образцов почв проведен химико-экологической лабораторией ТХНС УрО РАН по общепринятым методикам измерений: водородный показатель солевой вытяжки по ГОСТ 26483-85; аммоний обменный по ГОСТ 26489-85; хлорид-ион по ГОСТ 26425-85 (п. 1); сульфат-ион по ГОСТ 26426-85 (п. 2); карбонат-ион и бикарбонат-ион по ГОСТ 26424-85; нитраты по ГОСТ 26488-85; кальций обменный и магний обменный комплексонометрическим методом по ГОСТ 26487-85 (п. 2); нефтепродукты по ПНД Ф16.1:2.21-98. Т 26428-85 (п. 1); азот нитритный по ПНД Ф 16.1:2.2:2.3.51-08 (издание 2008 г.).

Метод определения степени засоления почв основан на оценке суммарного эффекта (СЭ) влияния токсичных ионов [5].

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ почвенных разрезов показал, что почва на всех исследованных участках сходна по своему морфологическому строению и химическим свойствам (рисунок).

В соответствии с систематикой, основанной на «Классификации почв Западной Сибири» 1992 г., данная почва принадлежит к типам – дерновоподзолистые и подзолистые, подтипу – типичные, род – обычные [6]. Первый горизонт – лесная подстилка на всех разрезах представлена полуразложившимся опадом листьев

и хвои, а также травы, веток, иногда пронизана корнями. Её мощность, в зависимости от биотопа, варьирует в пределах от 6 до 11 см. Наибольшая мощность подстилки наблюдается в осиново-липовом лесу крупнотравно-папоротниково-осочковом с примесью березы и ели, осиннике снытово-разнотравном, березняке крупнотравном, осиннике крупнотравно-осочковом с примесью березы и липы.

В разрезах 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10 четко выражен гумусовый горизонт. Наибольшая его мощность – 30 см – наблюдается в осиново-липовом лесу крупнотравно-папоротниково-осочковом с примесью березы и 25 см в сосняке злаково-разнотравном. В разрезах 4, 6, 8 мощность гумусово-подзолистого горизонта от 10 до 15 см. Величина мощности подзолистого горизонта лежит в диапазоне от 11 до 29 см, достигает своего максимального значения в 3 разрезе – смешанный осиново-березовый лес крупнотравный. В разрезе 2 отмечен второй гумусовый горизонт мощностью 12 см. Во всех разрезах, кроме 8, выделен подзолисто-иллювиальный горизонт, средняя величина которого составляет 25 см.

Анализ водной вытяжки позволил установить профильное распределение солей, рассчитать суммарный эффект токсичности ионов (СЭ) и определить степень засоления образцов проб почв (табл. 2). Карбонат-ионы CO_3^{2-} в исследуемых образцах проб почв не выявлены.

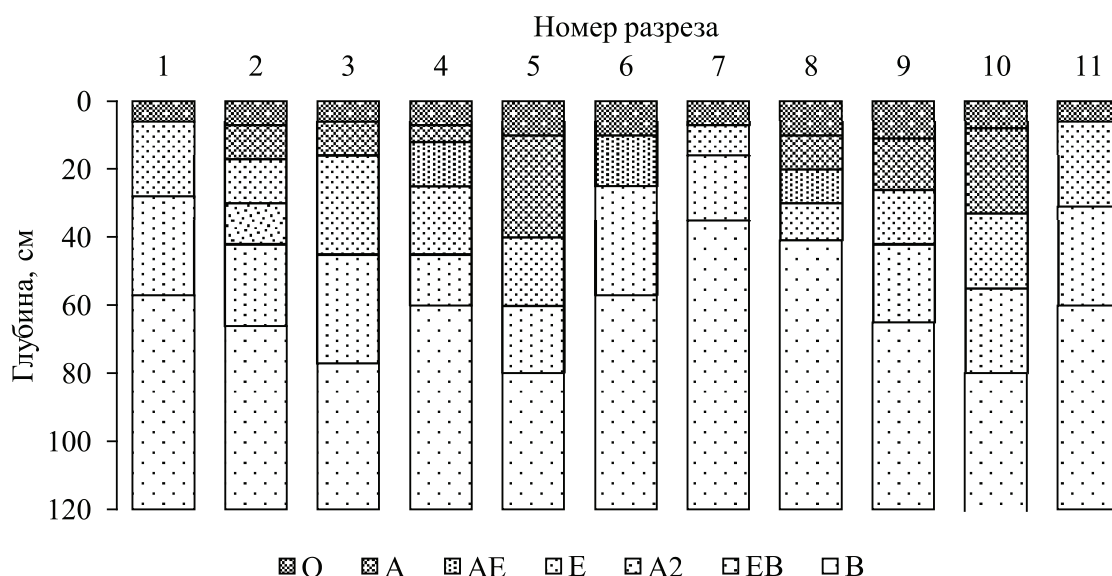


Схема строения разрезов почв Тобольского района

Таблица 2

Солевой состав и суммарный эффект токсичности исследуемых проб почвы

№ раз-реза	Тип почвы	Обозначение горизонта	Глубина залегания, см	Ммоль в 100 г почвы					СЭ, мг экв
				HCO ₃	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	
1	Дерново-сильно-подзолистая	Е	6–28	0,05	0,05	0,02	0,25	0	0,07
		ЕВ	28–57	0,05	0,05	0,08	0,25	0,13	0,09
		В	57–120	0,05	0,05	0	0,13	0	0,07
2	Дерново-подзолистая со 2-гумусовым горизонтом	А	7–17	0,05	0,05	0	0,25	0,05	0,07
		Е	17–30	0,08	0,05	0,02	0,13	0	0,09
		А ₂	30–42	0,05	0,05	0,00	0,13	0	0,07
		ЕВ	42–66	0,05	0,05	0,02	0,13	0	0,07
		В	66–120	0,08	0,05	0	0,13	0	0,08
3	Дерново-сильно-подзолистая	А	6–16	0,05	0,05	0,04	0,13	0	0,08
		Е	16–45	0,05	0,05	0,06	0,25	0,13	0,08
		ЕВ	45–77	0,05	0,05	0	0,13	0	0,07
		В	77–120	0,08	0,05	0	0,13	0	0,08
4	Дерново-средне-подзолистая	А	7–12	0,08	0,05	0	0,25	0	0,08
		АЕ	12–25	0,05	0,05	0	0,13	0	0,07
		Е	25–45	0,08	0,05	0,08	0,13	0	0,10
		ЕВ	45–60	0,05	0,05	0,06	0,13	0	0,08
		В	60–120	0,05	0,05	0	0,13	0	0,07
5	Дерново-средне-подзолистая	А	10–40	0,05	0,05	0	0,13	0	0,07
		Е	40–60	0,05	0,05	0	0,13	0,05	0,07
		ЕВ	60–80	0,05	0,05	0	0,13	0,13	0,07
		В	80–120	0,05	0,05	0,04	0,13	0	0,08
6	Дерново-слабо-подзолистая	АЕ	10–25	0,08	0,05	0	0,13	0,05	0,08
		ЕВ	25–57	0,08	0,05	0,04	0,13	0,13	0,09
		В	57–120	0,08	0,05	0,02	0,13	0,05	0,09
7	Подзолистая	Е	7–16	0,05	0,05	0	0,13	0,13	0,07
		ЕВ	16–35	0,05	0,05	0,04	0,13	0,13	0,08
		В	35–120	0,05	0,05	0	0,18	0,13	0,07
8	Дерново-средне-подзолистая	А	10–20	0,08	0,05	0,02	0,25	0	0,09
		АЕ	20–30	0,05	0,05	0	0,13	0,13	0,07
		Е	30–41	0,08	0,05	0	0,13	0,13	0,08
		В	41–120	0,05	0,05	0,02	0,18	0,13	0,07
9	Дерново-подзолистая	А	11–26	0,05	0,05	0,04	0,13	0	0,08
		Е	26–42	0,05	0,05	0,04	0,13	0	0,08
		ЕВ	42–65	0,05	0,05	0,04	0,13	0,05	0,08
		В	65–120	0,05	0,05	0	0,13	0,13	0,07
10	Дерново-сильно-подзолистая	А	8–33	0,08	0,05	0	0,25	0,13	0,08
		Е	33–55	0,05	0,05	0	0,13	0	0,07
		ЕВ	55–70	0,05	0,05	0,06	0,13	0	0,08
		В	70–120	0,05	0,05	0,02	0,13	0,05	0,07
11	Дерново-сильно-подзолистая	Е	6–31	0,05	0,05	0,02	0,13	0	0,07
		ЕВ	31–60	0,05	0,05	0	0,13	0	0,07
		В	60–120	0,05	0,05	0	0,18	0	0,07

Все исследованные почвы являются незасоленными, что подтверждает данные Н.П. Солонцова при изучении северотажных ландшафтов Западной Сибири [7]. Водородный показатель солевой вытяжки – pH – всех образцов почвы лежит

в диапазоне от 4,7 до 5,6 ед. pH, при этом основная масса образцов имеет слабокислую реакцию (5,1...5,5 pH). Из биогенных элементов в исследуемых пробах почвы определяются следующие показатели: азот нитритный, нитраты, подвижная сера, ам-

моний обменный (табл. 3). Известно, что азот доступен растениям главным образом в виде аммония, нитратов и нитритов. Аммонийный и нитратный азот – основные формы азотистых соединений, которые усваивают растения. Содержание азота нитритного во всех пробах почв, отобранных по профилю почвы, составило менее 0,037 мг/кг почвы. Содержание подвижной серы не превышает 3,4 мг/кг в гумусовых горизонтах почв всех разрезов, в нижних горизонтах – подзолисто-иллювиальных и иллювиальных подвижная сера практически не обнаружена или находится на уровне 0,1 мг/кг почвы. Концентрация

нитратов в гумусово-подзолистом и гумусовом горизонтах исследуемых почв минимальна и не превышает 1,4 мг/кг. В иллювиальном горизонте почв ее значения находятся в пределах 0...0,2 мг/кг. Содержание обменного аммония во всех разрезах не превышает 14...25 мг/кг почвы в гумусовом горизонте почв. В нижних горизонтах – подзолисто-иллювиальных и иллювиальных содержание этого показателя варьирует в диапазоне 1,0...12 мг/кг почвы. Определение нефтепродуктов проводилось только в верхних горизонтах, наиболее доступных растениям, и не превысило 5 мг/кг.

Таблица 3

Содержание биогенных элементов, нефтепродуктов, показатель кислотности
солевой вытяжки в исследуемых пробах почв

Номер разреза	Обозначение горизонта	мг/кг				рН, ед. рН
		Аммоний обменный	Нитраты	Подвижная сера	Нефтепро- дукты	
1	Е	4,8 ± 0,7	0,2 ± 0,0	0	4 ± 1	5,2 ± 0,2
	ЕВ	3,6 ± 0,5	0	0	–	5,4 ± 0,2
	В	2,4 ± 0,4	0	0,1 ± 0,0	–	5,6 ± 0,2
2	А	11 ± 1,1	1,0 ± 0,2	0,1 ± 0,0	8 ± 2	4,9 ± 0,2
	Е	3 ± 0,5	0,6 ± 0,1	0	–	5,2 ± 0,2
	А _с	4,4 ± 0,7	0,6 ± 0,1	0	–	5,2 ± 0,2
	ЕВ	4,2 ± 0,6	0,6 ± 0,1	0	–	5,4 ± 0,2
	В	4,4 ± 0,7	0,1 ± 0,0	0	–	5,6 ± 0,2
3	А	5,4 ± 0,5	0	0	20 ± 5	5,2 ± 0,2
	Е	3,2 ± 0,5	0	0	–	5,3 ± 0,2
	ЕВ	3,2 ± 0,5	0	0	–	5,4 ± 0,2
	В	2,6 ± 0,4	0	0	–	5,5 ± 0,2
4	А	19,4 ± 1,9	0,5 ± 0,1	3,4 ± 0,3	24 ± 6	5,5 ± 0,2
	АЕ	25,8 ± 2,6	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	–	5,4 ± 0,2
	Е	8,6 ± 1,3	0,1 ± 0,0	0	–	5,4 ± 0,2
	ЕВ	6,0 ± 0,9	0	0	–	5,4 ± 0,2
	В	0	0	0	–	5,1 ± 0,2
5	А	11,8 ± 1,2	0,1 ± 0	0,3 ± 0,1	60 ± 15	5,0 ± 0,2
	Е	0,2 ± 0	0	0	–	5,3 ± 0,2
	ЕВ	0,8 ± 0,1	0	0	–	5,2 ± 0,2
	В	2 ± 0,3	0	0	–	5,4 ± 0,2
6	АЕ	17,6 ± 1,8	1,2 ± 0,2	1,3 ± 0,3	64 ± 16	5,5 ± 0,2
	ЕВ	2,6 ± 0,4	0,3 ± 0,1	0	–	5,6 ± 0,2
	В	1,8 ± 0,3	0	0	–	5,5 ± 0,2
7	Е	2,4 ± 0,4	0	0	4 ± 1	5,2 ± 0,2
	ЕВ	2,8 ± 0,4	0	0	–	5,3 ± 0,2
	В	3,4 ± 0,5	0	0	–	5,4 ± 0,2
8	А	25 ± 2,5	1,4 ± 0,3	2,3 ± 0,6	16 ± 4	5,4 ± 0,2
	АЕ	1,2 ± 0,2	0,1 ± 0	0	–	5,2 ± 0,2
	Е	1,0 ± 0,2	0	0	–	5,2 ± 0,2
	В	1,0 ± 0,2	0	0	–	5,4 ± 0,2

Окончание табл. 3

Номер разреза	Обозначение горизонта	мг/кг				pH, ед. pH
		Аммоний обменный	Нитраты	Подвижная сера	Нефтепродукты	
9	A	22 ± 2,2	0,3 ± 0,1	0,1 ± 0,0	20 ± 5	5,2 ± 0,2
	E	2,0 ± 0,3	0	0	—	5,2 ± 0,2
	EB	1,0 ± 0,2	0	0	—	5,3 ± 0,2
	B	0	0	0	—	4,7 ± 0,2
10	A	3,6 ± 0,5	0,3 ± 0,1	0	12 ± 3	5,5 ± 0,2
	E	0,6 ± 0,1	0,1 ± 0,0	0	—	5,5 ± 0,2
	EB	0	0	0	—	5,4 ± 0,2
	B	0	0	0	—	5,5 ± 0,2
11	E	7 ± 1,1	0,2 ± 0	0,5 ± 0,1	12 ± 3	5,0 ± 0,2
	EB	2,4 ± 0,4	0	0	—	5,0 ± 0,2
	B	0,6 ± 0,1	0	0	—	5,2 ± 0,2

Выводы

Исследованные почвы Тобольского района принадлежат к типам — дерновоподзолистые и подзолистые, подтипу — типичные, род — обычные. По степени засоления относятся к незасоленным почвам. Реакция среды солевой вытяжки слабокислая. Биогенные элементы, определенные в ходе исследования, концентрируются в большей степени в верхних горизонтах почвы. Содержание нефтепродуктов не превысило 5 мг/кг. На исследованных участках выявлено произрастание семи видов растений, подлежащих занесению в Красную книгу Тюменской области. По состоянию на 2016 г. их существованию при сохранении базовых параметров среды обитания ничто не угрожает.

Статья подготовлена при финансовой поддержке ФАНО России в рамках темы ФНИ № 0408-2014-0018 «Анализ состояния фитоценозов Западной Сибири в современных антропогенных условиях».

Авторы выражают искреннюю благодарность ведущему научному сотруднику группы экологии живых организмов ТХНС УрО РАН, к.б.н. О.А. Капитоновой за описание растительности на исследуемых участках почв.

Список литературы

1. Парфенов В.Г. Экологический мониторинг почв нефтегазовых месторождений Западной Сибири / В.Г. Парфенов, Ю.В. Сивков, А.С. Никифоров // Вестник Тамбовского университета. — 2014. — № 5. — С. 1708–1711.
2. Мазина И.Г. Принципы и результаты оценки лесных почв Западной Сибири / И.Г. Мазина, М.Ю. Лебедев,

Д.В. Селянин // Интерэкспо гео-Сибирь. — 2014. — Т. 3, № 2. — С. 283–289.

3. Якимов А.С. Новая книга о криогенных почвах Западной Сибири / А.С. Якимов // Почвоведение. — 2012. — № 7. — С. 812.

4. Единый государственный реестр почвенных ресурсов России [Электронный ресурс]. — URL: <http://egrpr.esoil.ru>. (дата обращения: 19.09.2017).

5. Мамонтов В.Г. Практическое руководство по химии почв / А.А. Мамонтов, М.М. Гладков, В.Г. Кузелев. — М.: РГАУ-МСХА, 2012. — 225 с.

6. Дюкарев А.Г. Особенности почвообразования в таежной зоне Западной Сибири / А.Г. Дюкарев, Н.Н. Пологова // Почвоведение. — 2009. — № 2. — С. 189–197.

7. Солнцева Н.П., Садов А.П. Техногенный галогенез в почвах лесотундровых и северотайжных ландшафтов Западной Сибири / Н.П. Солнцева, А.П. Садов // Почвоведение. — 2000. — № 9. — С. 1127–1141.

References

1. Parfenov V.G. Jekologicheskij monitoring pochv neftegazovykh mestorozhdenij Zapadnoj Sibiri / V.G. Parfenov, Ju.V. Sivkov, A.S. Nikiforov // Vestnik Tambovskogo universiteta. 2014. no. 5. pp. 1708–1711.
2. Mazina I.G. Principy i rezultaty ocenki lesnyh pochv Zapadnoj Sibiri / I.G. Mazina, M.Ju. Lebedev, D.V. Seljanin // Interjekspos geo-Sibir. 2014. T. 3, no. 2. pp. 283–289.
3. Jakimov A.S. Novaja kniga o kriogennyh pochvah Zapadnoj Sibiri / A.S. Jakimov // Pochvovedenie. 2012. no. 7. 812 p.
4. Edinyj gosudarstvennyj reestr pochvennyh resursov Rossii [Elektronnyj resurs]. URL: <http://egrpr.esoil.ru>. (data obrashhenija: 19.09.2017).
5. Mamontov V.G. Prakticheskoe rukovodstvo po himii pochv / A.A. Mamontov, M.M. Gladkov, V.G. Kuzelev. M.: RGAU-MSHA, 2012. 225 p.
6. Djukarev A.G. Osobennosti pochvoobrazovanija v taheznoj zone Zapadnoj Sibiri / A.G. Djukarev, N.N. Pologova // Pochvovedenie. 2009. no. 2. pp. 189–197.
7. Solnceva N.P., Sadov A.P. Tehnogenij galogenez v pochvah lesotundrovnyh i severotajznych landshaftov Zapadnoj Sibiri / N.P. Solnceva, A.P. Sadov // Pochvovedenie. 2000. no. 9. pp. 1127–1141.

УДК 631:332.1(470.40)

**ДИНАМИКА РОСТА АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА
В ЭКОНОМИКЕ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ****Тюкленкова Е.П., Акифьев И.В.***ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Пенза,
e-mail: zig@pguas.ru*

Статья посвящена актуальной на сегодняшний день проблеме состояния и развития АПК в Пензенской области. Изложена программа, регламентирующая развитие растениеводства и животноводства Пензенской области, устойчивое развитие сельских территорий региона. В данной статье содержатся данные о развитии некоторых отраслей агропромышленного комплекса Пензенской области. Важную роль в решении социальных проблем села, налаживании устойчивого развития сельских территорий, обеспечении занятости и поддержании доходов сельского населения играют малые формы хозяйствования. Основной целью их развития в агропромышленном комплексе Пензенской области нам представляется возрождение благоприятных условий для ударного развития сельского предпринимательства, создания смежных и дополнительных рабочих мест в этой отрасли, существенное увеличение объемов производства продукции животноводства и растениеводства, а также продукции их первичной и углубленной переработки, кроме того, продвижение продукции сельского хозяйства Пензенского региона, произведенной в некрupных объемах. Важным элементом становления сельского хозяйства Пензенской области является поддержка малого сельского предпринимательства в части строительства теплиц, при помощи которых реализуются пилотные проекты по производству овощей в защищенном грунте. Кроме того, присутствует и образовательный эффект от внедрения теплиц, так как на их базе проводят обучение начинающих фермеров по выращиванию огурцов, томатов, зелени и рассады. Таким образом, агропромышленный комплекс Пензенской области является фактически базовой отраслью региона, и всё сельское хозяйство в целом является ведущим системообразующим фактором экономики Пензенской области, формирующим экономическую безопасность, кадровый и демографический потенциал сельских территорий. С каждым годом возрастает эффективность деятельности сельскохозяйственных организаций, развивается сеть крупных агропромышленных холдингов и формирований, активизируется работа по социальному и демографическому развитию сельских территорий.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, агропромышленный комплекс Пензенской области, развитие агропромышленного комплекса, экономика Пензенской области, растениеводство, животноводство, производство сельскохозяйственной продукции, целевая программа

GROWTH OF AGRICULTURE IN THE ECONOMY OF PENZA**Tyuklenkova E.P., Akifev I.V.***Penza State University of Architecture and Construction, Penza, e-mail: zig@pguas.ru*

The article is devoted to the current problem of the state and development of the agro-industrial complex in the Penza region. The program regulating the development of plant growing and animal husbandry of the Penza region, sustainable development of rural areas of the region is outlined. This article contains data on the development of some branches of the agro-industrial complex of the Penza region. Small forms of management play an important role in solving social problems of the countryside, establishing sustainable development of rural areas, providing employment and maintaining the incomes of the rural population. The main goal of their development in the agro-industrial complex of the Penza region is the revival of favorable conditions for the rapid development of rural entrepreneurship, the creation of related and additional jobs in this industry, a significant increase in the output of livestock and crop production, as well as the products of their primary and advanced processing, in addition, promotion of agricultural products of the Penza region, produced in small volumes. An important element in the development of agriculture in the Penza region is the support of small rural entrepreneurship in the construction of greenhouses, through which pilot projects for the production of vegetables in sheltered ground are being implemented. In addition, there is also an educational effect from the introduction of greenhouses, because on their basis they are training beginners in growing cucumbers, tomatoes, herbs and sprouts. Thus, the agro-industrial complex of the Penza region is, in fact, the basic sector of the region, and all agriculture as a whole is the leading system-forming factor in the economy of the Penza region, which form economic security, personnel and demographic potential of rural areas. Every year the efficiency of agricultural organizations increases, a network of large agro-industrial holdings and formations develops, work on social and demographic development of rural areas is intensified.

Keywords: agriculture, agro-industrial complex of the Penza region, the development of agriculture, the economy of the Penza region, crops, livestock, agricultural production, the target program

Агропромышленный комплекс (АПК) – это один из самых крупных и основных межотраслевых комплексов в экономике любой страны, он объединяет сразу несколько отраслей экономики, которые направлены не только на производство, но и переработку сельскохозяйственного сырья, а также получения из

этого сырья продукции, которую необходимо довести до конечного потребителя.

В Российской Федерации значение агропромышленного комплекса трудно переоценить. Он представляет из себя взаимосвязанный комплекс отраслей, которые тесно переплетены между собой экономическими

и производственными связями. Детальность этих отраслей сконцентрирована не только на производстве сельскохозяйственной продукции, но и на углубленной переработке продукции и хранении в местах производства, а также на обеспечивающих сельское хозяйство Российской Федерации и перерабатывающую промышленность средствами производства. Агропромышленный комплекс состоит из трёх основных частей:

1. Первая часть представляет собой отрасли, обеспечивающие агропромышленный комплекс средствами производства, а также отрасли, которые обеспечивают производственно-техническое обслуживание всего сельского хозяйства.

2. Вторая часть АПК – это предприятия, холдинги и организации, которые непосредственно занимаются сельскохозяйственным производством.

3. Третья часть АПК образуется отраслями и предприятиями, которые обеспечивают заготовку сельскохозяйственной продукции, её переработку, а также доведение ее до конечного потребителя.

Исторически Пензенская область являлась аграрным регионом, в советское время были построены многочисленные заводы, которые сейчас закрыты и не работают, и сегодня Пензенский регион представляет собой аграрный и торговый регион с «вкраплениями» промышленности. АПК Пензенской области представлен совокупностью отраслей экономики, обеспечивающих производство сельскохозяйственной продукции, ее переработку и выпуск продуктов питания, а также реализацию их потребителям. Парадигма развития агропромышленного комплекса Пензенской области в 2020-х гг. будет формироваться под воздействием очень многих, зачастую антагонистических, факторов. С одной стороны, станет понятно, оказались ли действенными меры, которые были приняты в последнее десятилетие руководством Пензенской области, которые были направлены на повышение устойчивости агропромышленного производства, а с другой стороны, неоднозначная макроэкономическая обстановка остаётся в связи с глубоким международным политическим кризисом и экономическим противостоянием между США и Российской Федерацией, всё это увеличивает вероятность развития рисков для устойчивого развития аграрного сектора всей страны в целом. В регионе имеется многоотраслевая пищевая и перерабатывающая промышленность, способная обеспечить

население продуктами питания. В январе текущего года объем валовой продукции сельского хозяйства составил 2,1 млрд руб. и увеличился относительно января прошлого года на 12,1%. Основной прирост обеспечен за счет роста производства мяса (на 18,2% больше) (рисунок) [1].

По многим позициям Пензенская область производит значительно больше продуктов сельскохозяйственного производства, чем потребляет. За пределы края вывозятся мясо, картофель, лук, молочная продукция, хлебобулочные изделия и другие товары. Санкции дают региону дополнительные возможности поставлять свою продукцию в такие крупные города, как Москва, Санкт-Петербург, Самара и Саратов.

За 2016 г. объем валовой продукции сельского хозяйства в хозяйствах всех категорий составил 88 млрд рублей, индекс производства сельскохозяйственной продукции составил 104,7%.

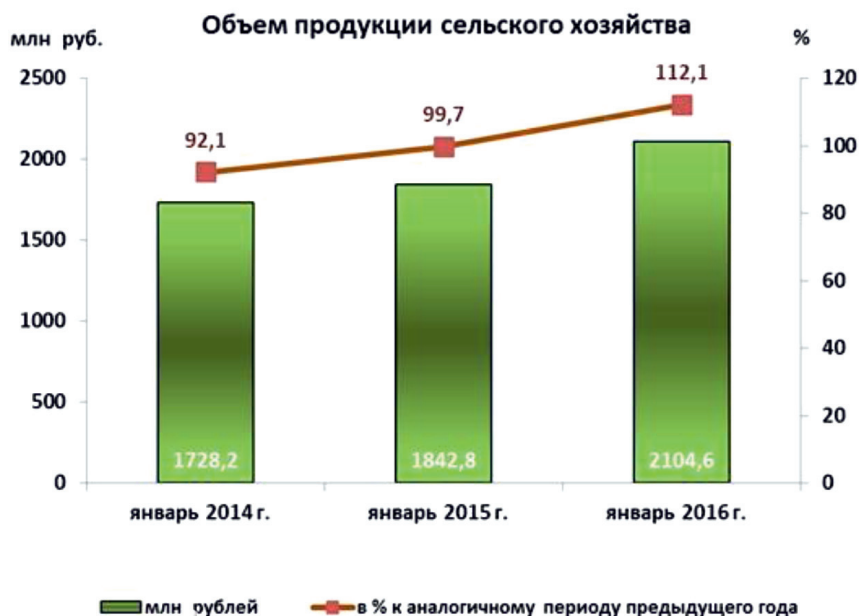
В 2016 г. в хозяйствах всех форм собственности и категорий собрано 2095 тыс. т зерна (в первоначально-оприходованном весе), 1998 тыс. т сахарной свеклы, 387 тыс. т подсолнечника, 470 тыс. т картофеля, 188 тыс. т овощей открытого и закрытого грунта.

Урожайность зерновых и зернобобовых культур (в первоначально-оприходованном весе) в хозяйствах всех категорий составила 30 ц/га – 1-е место в ПФО (+20% к 2015 г.), сахарной свеклы – 394 (2-е место в ПФО, +21% к 2015 г.), подсолнечника – 16,5 ц/га (1-е место в ПФО, +13% к 2015 г.). [2].

В 2016 г. в хозяйствах всех форм собственности и категорий производство птицы и скота в живом весе было на уровне 283 тысяч тонн, что более чем на 11% больше результата по 2015 г. По темпам роста производства мяса среди регионов ПФО Пензенская область занимает 2-е место.

Надой на одну корову в сельскохозяйственных организациях составил 5 155 кг, или на 10,5% больше уровня 2015 г. по приросту надоя молока на 1 корову.

В январе 2016 г. всеми сельхозпроизводителями области произведено продукции сельского хозяйства в фактически действовавших ценах на сумму 2104,6 млн рублей, или на 12,1% больше, чем в январе 2015 г. (в сопоставимой оценке). В общем объеме производства продукции сельского хозяйства по состоянию на январь 2016 г. сельскохозяйственные организации увеличили производительность и на них приходится 79,3% (в январе 2015 г. – 77,7%).



Объем продукции сельского хозяйства в Пензенской области

В Пензенской области утверждена государственная программа развития агропромышленного комплекса на 2014–2020 гг. Структура этой программы содержит 11 подпрограмм, которые регламентируют развитие растениеводства, животноводства, мясного скотоводства, поддержку малых форм хозяйствования, техническую и технологическую модернизацию и инвестиционное развитие, развитие ветеринарной сети, устойчивое развитие сельских территорий региона, развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения, обеспечение реализации государственной программы, предотвращение заноса и распространения африканской чумы свиней, профилактика заразных и иных болезней животных и птиц в Пензенской области [3].

Сельское хозяйство Пензенской области в большей степени специализируется на производстве продукции растениеводства. Доля продукции растениеводства в стоимостном выражении составила 70% от общего объема произведенной сельскохозяйственной продукции в регионе.

Стратегической целью мероприятий по развитию отрасли растениеводства, а также переработки и реализации конечному потребителю продукции растениеводства является повышение конкурентоспособности продукции сельхозпроизводителей Пензенского региона в части растение-

водства, сырья и продовольствия на пензенском и российском рынках. Реализация мероприятий подпрограммы позволит обеспечить в 2020 г.: увеличение производства зерна – до 1571,6 тыс. т, муки – до 56,0 тыс. т, крупы до 2,5 тыс. т, подсолнечного масла – до 38,5 тыс. т, сахарной свеклы – до 1752,7 тыс. т, производство сахара из сахарной свеклы – до 245,0 тыс. т, картофеля – до 510,0 тыс. т, плодоовощных консервов – до 8,1 млн условных банок. Уже к 1 февраля 2016 г. запасы зерна в сельскохозяйственных, заготовительных и перерабатывающих предприятиях области сложились выше прошлогоднего уровня на 50,5% (на 279,7 тыс. т). По оперативной информации, на 5 сентября 2016 г. в области намолочено 1 млн 709,1 тыс. т зерновых и зернобобовых сельскохозяйственных культур. Средняя урожайность составляет 29 ц/га. Наивысшая отмечается в хозяйствах Бековского района (37 ц/га), в сельхозпредприятиях Башмаковского и Колышлейского районов (34 ц/га), в Белинском и Каменском районах (32 ц/га). Свыше 100 тысяч тонн зерна в области намолочено в Башмаковском, Белинском, Каменском, Колышлейском, Мокшанском и Пензенском районах [4].

Стратегической целью мероприятий по развитию отрасли животноводства, а также переработки и реализации продукции

животноводческой отрасли является создание условий для комплексного развития и повышения эффективности производства, конкурентоспособности региональной животноводческой продукции и продуктов ее переработки. К началу февраля 2016 г. на хозяйства населения и фермеров приходилось 58,0% поголовья крупного рогатого скота, 49,3 – свиней, 93,7% – овец и коз (к началу февраля 2015 г. соответственно 55,6; 55,7; 93,8%). По состоянию на 1 февраля 2016 г. поголовье крупного рогатого скота в крупных, средних, малых сельскохозяйственных организациях (включая мелкие предприятия) без учета подсобных хозяйств и сельскохозяйственных потребительских кооперативов по сравнению с 1 февраля 2015 г. уменьшилось на 6,5 тыс. голов (на 8,3%); свиней возросло на 13,1 тыс. голов (на 11,8%); овец – на 0,5 тыс. голов (на 9,0%); птицы – на 1125,1 тыс. голов (на 12,6%). На долю хозяйств населения и фермеров приходится 12,0% производства мяса от общего его объема, 37,8 – молока и 15,8% – яиц (в январе 2015 г., соответственно 14,1; 34,5; 15,0%). В январе 2016 г. по сравнению с январем 2015 г. рост производства мяса имел место в хозяйствах 12 районов; молока – в хозяйствах 10 районов; яиц – в птицеводческих хозяйствах Башмаковского, Бековского и Нижнеломовского районов. Также в крупных, средних, малых сельскохозяйственных организациях (включая мелкие предприятия) без учета подсобных хозяйств и сельскохозяйственных потребительских кооперативов на одну корову получено в среднем 391 кг молока, что на 26 кг (на 7,1%) больше, чем в январе 2015 г. Средняя яйценоскость курицы-несушки составила 21 яйцо, или на 4,5% меньше, чем в январе 2015 г. [5].

В настоящее время в агропромышленном комплексе Пензенской области активно осуществляется реализация инвестиционных проектов. За последние 5 лет ежегодный объем инвестиций в основной капитал предприятий АПК вырос на 30%.

Важную роль в решении социальных проблем села, налаживании устойчивого развития сельских территорий, обеспечении занятости и поддержании доходов сельского населения играют малые формы хозяйствования. Основной целью их развития в АПК региона является создание и развитие благоприятных условий для повышения эффективности деятельности представителей агробизнеса, образования за их счёт дополнительных рабочих мест

на селе, увеличения объемов производства продукции сельхозпредприятий растениеводства, животноводства, а также продукции их первичной и глубокой переработки, наконец, продвижение продукции местных сельхозпроизводителей, произведенной мелкотоварными партиями. Фермерская продукция, как правило, особо востребована жителями областного центра, однако чаще реализуется на сезонных ярмарках в то время когда крупные сетевые магазины буквально забиты некачественным импортным товаром. В Пензенской области действует программа по поддержке начинающих фермеров, благодаря которой граждане в возрасте от 19 до 58 лет могут получить грант в размере до 1,5 млн рублей на создание крестьянского (фермерского) хозяйства различной специализации, а также до 250 тысяч рублей на бытовое обустройство. В соответствии с программой развития семейных ферм, начинающий предприниматель может получить грант до 21,6 млн руб. Главным условием для участия в конкурсах на получение указанных сумм является не только разработка личного бизнес-проекта, но и желание работать и развивать свое дело в сельской местности.

На создание и развитие крестьянских хозяйств выделяются гранты по нескольким направлениям, среди которых основными являются молочное и мясное скотоводство, коневодство, разведение водоплавающей птицы, пчеловодство, товарное рыболовство, картофелеводство, овощеводство, разведение перепелов. Новым направлением в развитии малого бизнеса на селе стало строительство теплиц, реализуются пилотные проекты по производству овощей в защищенном грунте, на базе которых проводят обучение начинающих овощеводов возделыванию огурцов, томатов, зелени и рассады. В области выдаётся единовременная денежная помощь начинающим фермерам на обустройство быта. Она может быть получена при условии осуществления сельскохозяйственной деятельности по вышеуказанным направлениям.

В Пензенском регионе проведена большая работа по развитию предпринимательской деятельности по производству прудовой рыбы. В области создана общественная организация рыбоводов, на базе которой проводится учеба, подбор кадров, а также экологический мониторинг состояния водных объектов. Ежегодно в Пензенской области производится более 400 тонн товарной рыбы. По производству рыбы на

искусственных водоёмах область занимает второе место из четырнадцати регионов Приволжского федерального округа. В озёрах и реках Пензенской области обитает почти 50 видов рыб. Самым крупным является Сурское водохранилище, в котором обитает более 30 видов. К промысловым видам рыб относятся: густера, лещ, судак, сом, язь. В небольших реках и озёрах области много плотвы, окуня, карася, карпа, щуки. Наиболее ценной рыбой, обитающей в реках Пензенской области, является стерлядь. Но она встречается крайне редко и добыча её запрещена по причине занесения стерляди в Красную книгу Пензенской области.

Развитию АПК области способствует реализация проекта строительства завода по переработке и консервации рыбной продукции, что позволит увеличить объёмы производства рыбы и развитие рыбоводческих хозяйств. В Пензенской области в рыбной сфере осуществляется сотрудничество на международном уровне. Так, существует российско-китайская компания «Ляньбан», которая планирует вложить 5 млн долларов в строительство такого рыбного завода в селе Лопатино. Выращивание рыбы для отправки на переработку в существующих прудах недостаточно для достижения планируемых объёмов производства, следовательно, необходимо сооружать новые искусственные водоёмы. Для их сооружения следует использовать отработанные карьеры по добыче песка и глины, которых много на территории области. Строительство завода по выращиванию, отлову и переработке рыбы в рыбные продукты позволит запустить производство форели в объёмах, соответствующих экспортной направленности. Можно предположить, что ключевыми потребителями рыбных продуктов из Пензенской области станут Москва, Новосибирск и страны Средней Азии.

В развитии АПК особую роль занимают землеустроительные мероприятия, которые необходимо осуществить для нормального функционирования сельскохозяйственных предприятий. Требуется создать организационно-территориальные условия для развития ипотеки сельскохозяйственных земель, использовать земли соответственно назначению и осуществлять перевод в другие категории в соответствии с земельным законодательством.

Постановка земельных участков в сельской местности на кадастровый учёт является актуальной задачей, это позволит оп-

тимизировать налогооблагаемую базу и за счет этого увеличить поступление земельного налога не менее чем на 30%, а также привлечь дополнительные инвестиции в АПК под залог земельных участков.

С устойчивым развитием сельских территорий и их стабильным социально-экономическим развитием связано не только расширенное воспроизводство сельскохозяйственной продукции, но и решение демографических проблем сельского населения, создание для него приемлемых условий жизнеобеспечения. Необходимо в сельской местности выполнить работы по благоустройству территорий в соответствии с современными социальными, инженерно-техническими и санитарно-гигиеническими нормами и требованиями, при этом учитывать особенности культуры и национальные традиции сельских жителей.

Важнейшей проблемой является экологическая обстановка сельских территорий, в связи с тем, что усиливаются процессы техногенного загрязнения почв. При производстве зерна и сахарной свеклы на территории Пензенской области отмечается значительное накопление в почвах остатков пестицидов, вызванное их длительным использованием. Почвы, подверженные техногенным изменениям, занимают около 27% земель сельскохозяйственного назначения.

Для экологического оздоровления почв следует применять научно обоснованные севообороты и посевы. Несоблюдение грамотного чередования культур в севооборотах влечет за собой усиление роста вредоносных многолетних сорняков. В оптимальном севообороте наличие сорных растений примерно в три раза меньше, чем в бессменных посевах.

В настоящее время необходимо решить задачу научно обоснованного использования земельных ресурсов. Подразумевается, что земля будет рассматриваться не только как возможность добыть некие полезные ископаемые либо как главное средство производства в АПК, но и как элемент экономики, позволяющий получать рентные платежи, как недвижимое имущество в целом. В таком ракурсе земля – это объект товарно-денежных отношений с целью удовлетворения экономических интересов всех участников земельных отношений.

Источником устойчивости развития сельских территорий являются доходы местных бюджетов, субсидии и дотации федерального и регионального бюджетов, средства целевых программ. Пензенским комитетом

по земельным ресурсам и землеустройству создаются специальные денежные фонды, которые формируются за счет сумм штрафов, взимаемых за нарушение земельного законодательства. Эти фонды используются в размере 80% на мелиорацию и рекультивацию земель, обустройство территорий, проведение земельно-кадастровых работ.

Реализация задач аграрной политики требует развития правовой структуры, методов и инструментов проведения землеустроительных мероприятий, направленных на создание благоприятных условий для эффективного развития сельского хозяйства.

Агропромышленный комплекс Пензенской области является базой для отраслей региона. Сельское хозяйство является ведущим системообразующим фактором экономики области, обеспечивающим синергический эффект в развитии всех сторон жизни на селе, формирующим экономическую безопасность, трудовой и поселенческий потенциал сельских территорий. С каждым годом улучшается экономика сельскохозяйственных организаций, развивается деятельность не только крупных агропромышленных формирований, но и небольших фермерских хозяйств, активизируется работа по социальному и культурному развитию сельских поселений.

Список литературы

1. Официальный сайт Министерства экономики Пензенской области. URL: <http://mineconomic.pnzreg.ru/news/2016/02/16/19440791> (дата обращения 23.09.2017).

2. Чурсин А.И. Анализ современного состояния земель сельскохозяйственного назначения в Пензенской области / А.И. Чурсин, Н.А. Маньшина // Успехи современного естествознания. – 2016. – № 11. – С. 202–205.

3. Молькин А.Н. Применение делового общения в сельскохозяйственных организациях / А.Н. Молькин, И.В. Акифьев // Экономические и гуманитарные науки. – 2014. – № 8 (271). – С. 6–11.

4. Мухин П.В. Социально-экономическое положение Пензенской области в январе 2016 года [Электронный ресурс] // Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Пензенской области: сайт. – URL: http://pnz.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/pnz/ru/publications/official_publications/electronic_versions/ (дата обращения: 23.09.2017).

5. Об утверждении государственной программы «Развитие АПК Пензенской области 2014 – 2020 годы» [Текст]: Постановление от 18 сентября 2013 г. № 691 // Собрание законодательства Пензенской области. – 2013. – С. 14–24.

References

1. Oficialnyj sajt Ministerstva jekonomiki Penzenskoj oblasti. URL: <http://mineconomic.pnzreg.ru/news/2016/02/16/19440791> (data obrashhenija 23.09.2017).

2. Chursin A.I. Analiz sovremennogo sostojanija zemel sel'skhozajstvennogo naznachenija v Penzenskoj oblasti / A.I. Chursin, N.A. Manshina // Uspehi sovremennogo estestvoznaniya. 2016. no. 11. pp. 202–205.

3. Molkin A.N. Primenenie delovogo obshhenija v sel'skhozajstvennyh organizacijah / A.N. Molkin, I.V. Akifev // Jekonomicheskie i gumanitarnye nauki. 2014. no. 8 (271). pp. 6–11.

4. Muhin P.V. Socialno-jekonomicheskoe polozhenie Penzenskoj oblasti v janvare 2016 goda [Elektronnyj resurs] // Territorialnyj organ Federalnoj sluzhby gosudarstvennoj statistiki po Penzenskoj oblasti: sajt. URL: http://pnz.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/pnz/ru/publications/official_publications/electronic_versions/ (data obrashhenija: 23.09.2017).

5. Ob utverzhdenii gosudarstvennoj programmy «Razvitie APK Penzenskoj oblasti 2014 2020 gody» [Tekst]: Postanovlenie ot 18 sentjabrja 2013 g. no. 691 // Sobranie zakonodatelstva Penzenskoj oblasti. 2013. pp. 14–24.

УДК 911.37

**МИРОВОЙ И РОССИЙСКИЙ ОПЫТ РЕШЕНИЯ
ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ ГОРОДОВ****Федорова В.А., Сафина Г.Р.***Казанский федеральный университет, Казань, e-mail: fva_14@mail.ru*

В настоящее время для динамично развивающихся городских систем проблема территориальных резервов является достаточно актуальной, поскольку крупный город ощущает все большую потребность в новых ресурсах развития – территориях, инфраструктуре, источниках водоснабжения и т.д., но в пределах городской черты многие из них оказываются исчерпанными или близкими к истощению. Увеличение площади городской территории не может происходить бесконечно, на определенном этапе оно становится источником экологических, социальных и экономических проблем. В последнее время в мировой практике активно реализуется концепция «компактного города», предполагающая эффективное, максимально возможное использование территориальных городских ресурсов. В статье на основе анализа и обобщения мирового и российского опыта градостроительной политики рассматриваются подходы, позволяющие решить проблему дефицита территорий в пределах городов. Авторы подробно излагают особенности наименее сложных с технико-экономической точки зрения, активно реализуемых в современных городских условиях направлений – уплотнение застройки, снос зданий и сооружений, перевод промышленных предприятий за черту города. В статье приведены особенности, достоинства и недостатки рассмотренных способов решения обозначенной проблемы дефицита земель в границах города. Значительное внимание уделено анализу экологических проблем, возникающих при реализации того или иного направления решения территориальных проблем города. Исследование показало, что решение проблемы нехватки территории при развитии крупных городов должно носить комплексный характер. Для достижения наилучшего эффекта целесообразным является использование в градостроительной практике сочетаний различных направлений, рассмотренных в данной статье.

Ключевые слова: город, территориальные ресурсы, уплотнительная (точечная) застройка, реновация, развитие, дефицит городских земель

**WORLD AND RUSSIAN EXPERIENCE OF SOLVING
TERRITORIAL PROBLEMS OF CITIES****Fedorova V.A., Safina G.R.***Kazan Federal University, Kazan, e-mail: fva_14@mail.ru*

Currently, for the dynamically developing urban systems, the problem of territorial reserves is quite urgent, as a large city feels an increasing need for new development resources – territories, infrastructure, sources of water supply, etc., but within the city limits, many of them are depleted or close to exhaustion. The increase in the area of urban territory can not occur indefinitely, at a certain stage it becomes a source of environmental, social and economic problems. Recently, the concept of a «compact city» is being actively implemented in world practice, which presupposes the effective, maximum possible use of territorial urban resources. In the article, based on the analysis and generalization of the world and Russian experience of town-planning policy, approaches are considered that allow solving the problem of the deficit of territories within the cities. The authors describe in detail the features of the least difficult from the technical and economic point of view, actively implemented in modern urban conditions directions – sealing of buildings, demolition of buildings and structures, the transfer of industrial enterprises outside the city. In the article features, advantages and disadvantages of the considered ways of the decision of the designated problem of deficiency of the earths in borders of a city are resulted. Considerable attention is paid to the analysis of environmental problems arising in the implementation of a particular area of solving the city's territorial problems. The study showed that the solution of the problem of lack of territory in the development of large cities should be complex. To achieve the best effect, it is expedient to use in urban planning the combinations of different directions considered in this article.

Keywords: city, territorial resources, sealing (spot) development, renovation, development, urban land deficit

Интенсификация урбанизации в современном мире, проявляющаяся в экспоненциальном росте численности городских жителей, обуславливает появление целого ряда проблем. К числу одного из наиболее актуальных и требующих незамедлительно-го решения вопросов можно отнести рациональное использование территориальных ресурсов и экологической безопасности в пределах городских систем. Цель работы – изучить существующие в российской и зарубежной практике способы решения

проблемы дефицита территории, выявить их особенности и определить наиболее целесообразные.

Материалы и методы исследования

В основу исследования положены теоретические методы исследования: анализ, синтез, научное обобщение. Эмпирический анализ разрозненного фактического и литературного материала позволил выявить спектр существующих методов решения проблемы; структурно-генетический син-

тез позволил установить причинно-следственные связи, выявить закономерности в решении проблемы дефицита городских территорий. Научное обобщение позволило выделить единое в многообразном, общее в единичном, закономерное в случайном, а также объединить предметы по сходным свойствам.

Результаты исследования и их обсуждение

Любой крупный город на определенном этапе своего развития нуждается в новых ресурсах – территориях, источниках водоснабжения, рекреационных объектах и т.д., но в пределах городской черты многие ресурсы оказываются исчерпанными или близкими к исчерпанию. Увеличение площади городской территории является неизбежным в ходе эволюции любого города, оно продолжается до определенной стадии его развития. Однако «отодвигание» городских границ не может происходить бесконечно, на определенном этапе оно становится источником экологических, социальных и экономических проблем (перегрузка транспортных магистралей, конфликтность землепользования, разрушение природного каркаса, перевод сельскохозяйственных и лесных угодий в категорию селитебных земель, рост интенсивности антропогенного воздействия и др.) [1–3]. Кроме того, следует отметить, что обустройство незастроенных территорий сопряжено с экономическими затратами, заключающимися в необходимости создания определенной городской инфраструктуры (канализация, водопровод, газоснабжение, электричество и др.) и строительства транспортных магистралей.

Наличие определённых оптимальных, «предельно допустимых» размеров городской территории является причиной более активного использования внутригородского потенциала для решения проблемы дефицита территорий, т.е. мобилизации внутренних резервов. Подобное эффективное, максимально возможное использование территориальных городских ресурсов является основной идеей, изложенной в концепции «компактного города», которая активно реализуется в мировой практике в последние годы [4–6].

К внутренним городским резервам, которые могут быть использованы для решения территориальных проблем, можно отнести реализацию следующих мероприятий:

1) уплотнение существующей застройки (точечная застройка);

2) снос устаревших зданий и сооружений с последующим строительством на их месте новых городских объектов;

3) трансформация территорий промышленных предприятий;

4) развитие вертикальной составляющей пространства городов (освоение подземного пространства и высотное строительство);

5) создание искусственных земельных участков.

В данной статье рассмотрены первые три направления, являющиеся наименее сложными с технико-экономической точки зрения и наиболее активно реализуемыми.

Под *уплотнением застройки* понимаются увеличение площадей, занятых зданиями, в условиях реконструкции уже существующих объектов, т.е. происходит повышение показателя плотности застройки [7]. Отношение к точечной застройке в российской и зарубежной практике градостроительства принципиально отличается. Так, в США и странах Европы точечная застройка выступает в качестве элемента «умного роста» городов, представляя собой рациональный способ планирования территории. Посредством точечной застройки решается проблема заполнения свободных пространств объектами различного функционального назначения (жилыми, торговыми, общественными и т.п.), т.е. можно говорить об эффективном землепользовании. Анализируя зарубежный опыт, можно обозначить основные положительные аспекты точечной (уплотненной) застройки:

– сохранение сельскохозяйственных земель и земель лесного фонда;

– сокращение расходов на строительство и обустройство инфраструктуры, возможность использования уже существующей сети объектов;

– сокращение транспортных потоков;

– увеличение возможностей для социального взаимодействия между людьми.

В градостроительной практике РФ под точечной (уплотнительной) застройкой понимают строительство новых объектов, не предусмотренных градостроительными документами, в исторически сложившемся жилом квартале, т.е. она представляет собой некое отклонение от существующего градостроительного плана.

В результате точечной застройки территория района испытывает более высокую антропогенную нагрузку – неже-

лательное воздействие отмечается как в период строительства объектов, так и в последующий период их эксплуатации. Строительство новых объектов в уже функционирующем районе создает дискомфорт местным жителям в результате работы техники, которая выступает источником шума и загрязнения атмосферного воздуха. Строительная техника увеличивает нагрузку на транспортные магистрали в период строительства. Следует отметить также создание рисков для конструкций соседних домов.

В период эксплуатации возведенных объектов «уплотнительной застройки» острой становится проблема увеличения нагрузки на транспортную инфраструктуру, отмечается усугубление проблем доступности территории и паркинга, так как действующие стоянки не могут вместить дополнительное количество машин. Увеличение дорожного трафика приводит к увеличению уровня шума и объемов выбросов в атмосферу. Следует отметить увеличение нагрузки на существующую сеть инженерных коммуникаций, что может являться причиной аварийных ситуаций в водо- и электроснабжении. В результате реализации мероприятий по уплотнению застройки зачастую создаются условия, при которых нарушаются нормативные показатели инсоляции [8]. Одним из последствий «точечной» застройки является сокращение открытых городских пространств и рекреационных территорий [9].

В качестве примера попытки решения проблемы уплотнительной застройки можно привести вступивший в силу с 1.07.2017 года документ «Местные нормативы градостроительного проектирования городского округа Казань» [10], объединивший развитие социальной, инженерной и транспортной инфраструктуры города, природно-рекреационного комплекса, требования к развитию малоэтажной застройки.

Данный документ предусматривает:

- регулирование градостроительной деятельности на участках нового строительства как на вновь застраиваемых территориях города, так и в условиях сложившейся застройки;

- установление дополнительных коэффициентов, позволяющих увеличивать плотность застройки на 20 % при строительстве жилья в рамках программы социальной ипотеки, а также в условиях реорганизации территории с необходимостью сноса объектов капитального строительства.

В настоящее время градостроительная практика показывает невозможность пренебрежения уплотнительной застройкой в пределах крупных городов, однако при реализации данного процесса необходимо учитывать возможные негативные последствия и предпринимать попытки по их предотвращению и минимизации.

Снос устаревших зданий и сооружений и строительство на их месте новых, современных городских объектов (жилья, общественных зданий и пр.) является неизбежным процессом в любом городе, что обусловлено естественным старением зданий и сооружений. Замена таких объектов позволяет с максимальной эффективностью использовать освободившиеся городские земли. Показательным примером «оздоровления» и благоустройства городских территорий в современной российской практике может выступать принятая московскими властями Программа реновации, позволяющая создать комфортную, безопасную, привлекательную современную городскую среду. В соответствии с указанной программой, рассчитанной на 15 лет, предполагается расселение и снос изношенного, ветхого малоэтажного жилого фонда, построенного в 1957–1968 гг., и новое строительство на освободившейся территории современного жилья. В программу внесены 5144 дома общей площадью 16 млн м², на которых расположено более 350 тысяч квартир [11].

Особого отношения требуют к себе объекты культурного наследия, которые расположены, как правило, в исторических, центральных районах городов. Так, снос объектов культурного наследия недопустим, все возможные работы на подобных объектах должны проводиться с особой осторожностью, руководствуясь законом Российской Федерации № 73-ФЗ «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации», в котором определены особенности работы с ними. Так, в соответствии со ст. 40 сохранение объекта культурного наследия – это меры, направленные на обеспечение физической сохранности и сохранение историко-культурной ценности объекта культурного наследия, предусматривающие консервацию, ремонт, реставрацию, приспособление объекта культурного наследия для современного использования и включающие в себя научно-исследовательские, изыскательские, проектные и производственные работы [12].

Трансформация территорий промышленных предприятий может быть реализована двумя основными путями:

1) сохранением сооружений промышленных объектов, их переориентированием, преобразованием промышленной зоны в другую категорию земель вследствие прекращения работы и ликвидации предприятия;

2) переносом функционирующего промышленного предприятия на периферию или за черту города и освоением освободившейся территории.

Указанные процессы в большей степени актуальны для «зрелых» городов с определенной индустриальной историей. В современный период развития РФ, характеризующейся процессами деиндустриализации и преобладанием сервисной экономики, деятельность многих промышленных предприятий либо прекращена, либо существенно скорректирована. В результате значительные территории, отведенные под различные отрасли промышленности, используются недостаточно эффективно. Зачастую здания и сооружения бывших индустриальных объектов функционируют в качестве складов, хранилищ, подсобных помещений, гаражей и т.п. Подобное их использование не рационально, так как они нередко располагаются в центральных частях городов, вблизи водных объектов, представляя собой ценные территории, обладающие существенным потенциалом, позволяющим обеспечить высокое качество городской среды. Очевидно в таких случаях оптимальным является «переориентирование» промышленных территорий, перевод их в другие функциональные зоны (жилые, общественно-деловые, рекреационные и др.). Процесс придания нового функционального значения устаревшим промышленным объектам называется конверсией. Среди известных и удачных примеров конверсии в мировой практике следует отметить лондонскую галерею Tate Modern (бывшая электростанция Bankside Station), клуб «Млечный путь» (Melkweg) в г. Амстердам (бывший сахарный, а затем молочный завод), жилой дом и ресторан в г. Рига на месте гипсовой фабрики, выставочное пространство «The Village» в помещении бывшего склада в промышленной зоне Копенгагена.

Аналогичные примеры начинают появляться и в российских городах. Так, в Москве исторические здания кондитерской фабрики «Большевик» после реставрации превратились в современный культурно-деловой комплекс. В г. Казани на месте

льнокомбината открылся многофункциональный комплекс «Alafuzov Loft», объединяющий пространства для фестивалей, маркетов, театральных постановок, кинопоказов, кафе, места для офисов. Еще один пример – центр современной культуры «Смена», включающий галерею, лекторий и книжный магазин. Кирпичное здание «Смены» было построено в начале XX века в центре Казани, оно служило сенохранилищем, а затем использовалось как складское помещение.

Таким образом, можно говорить о наметившейся тенденции сохранения устаревших промышленных зданий без их полного разрушения, с приданием им новых функций. К основным направлениям перепрофилирования бывших индустриальных зданий с сохранением внутреннего пространства, но с изменением функционального назначения относятся жилье, общественные и торговые центры, музейные и выставочные комплексы, рестораны и места общественного питания. В результате, как правило, сохраняется атмосфера старого фабричного здания, максимально используются его свойства, при этом объекту придается современный вид и востребованные функции.

Процесс сноса промышленных сооружений, приводящий к освобождению от индустриальных объектов, должен сопровождаться проведением мероприятий по рекультивации земли, что сопряжено с серьезными экономическими затратами. Стоимость работ по рекультивации обусловлена профилем функционирующего здесь предприятия. Положительным моментом в данном случае выступает отсутствие проблем с инфраструктурой и коммуникациями. К числу примеров указанного процесса можно отнести строительство жилого комплекса в Санкт-Петербурге на землях, ранее принадлежавших заводу «Вулкан». Аналогичные примеры существуют и в других городах РФ – Москве (жилой комплекс «Зиларт» на месте бывшей промзоны, ЖК «Символ» на месте бывшего завода «Серп и Молот»), Казани (жилой комплекс ЖК «Clover House» на месте кондитерской фабрики «Заря», технопарк «Идея» на месте Казанского электротехнического завода).

Трансформация территорий промышленных предприятий, редевелопмент, представляющий собой процессы вторичного комплексного развития территории (ее «возрождения» и «оживления»), способствует

рациональному и более эффективному использованию городских земель, благотворно отражаясь на экологической ситуации в городах, и приводит к повышению качества городской среды.

Заключение

Подводя итог, следует отметить, что проблема дефицита территории в процессе развития крупных городов является актуальной для всего мирового сообщества. Преодоление нехватки земель в пределах городской черты возможно путем расширения границ, а также более полного использования внешнего и внутреннего потенциалов города. Для достижения наилучшего эффекта с точки зрения экономических затрат и экологических последствий целесообразным является использование в градостроительной практике сочетаний различных направлений.

Публикация подготовлена при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Республики Татарстан, проект № 17-13-16003, а (p).

Список литературы

1. Сафина Г.Р. Территориальные резервы развития городских систем. Подземное и высотное строительство / Г.Р. Сафина, В.А. Федорова, В.В. Сироткин. – Казань: Изд-во Казан.ун-та, 2015. – 91 с.
2. Федорова В.А. Преодоление дефицита территории в крупных городах как фактор улучшения городской среды / В.А. Федорова, Г.Р. Сафина // Региональные географические и экологические исследования: актуальные проблемы. – Чебоксары, 2016. – С. 448–456.
3. Safina G.R. Territorial reserves of major cities: challenges, experience, solutions / G.R. Safina, V.A. Fedorova, V.V. Sirotkin, I.M. Gasanov // International Journal of Pharmacy and Technology. – 2016. – Т. 8, № 3. – P. 14864–14871.
4. The Compact City: A Sustainable Urban Form? Edited by Mike Jenks, E. Burton and K. Williams, Francis e-Library, 2005. – P. 301.
5. Breheny M. The contradictions of the compact city, a review // In: Sustainable Development and Urban Form. – London: Pion Limited, 1992. – P. 138–159.
6. Newton P. Urban form and environmental performance // In: Williams K., Burton E., Jenks M. Achieving a sustainable urban form. E & FN Spon. London, 2000. pp. 46–52.
7. Пешина Э.В., Рыженков А.В. Точечная застройка городов: российский и зарубежный опыт // Известия УрГЭУ. – 2013. – № 5 (49). – С. 92–97.
8. Акимова М.И., Чечулина А.С. Уплотнительная застройка крупных городов: зарубежный и отечественный опыт // Известия вузов. Строительство. 2015. – № 6. – С.55–62.
9. Теличенко В.И., Сумеркин Ю.А. Градостроительные проблемы и перспективы точечной (уплотнительной) застройки // Градостроительство. – 2015. – № 2. – С. 12–16.
10. Местные нормативы градостроительного проектирования городского округа Казань. Приложение к решению Казанской городской Думы от 14.12.2016, № 8–12. – 510 с.
11. Сайт Программы реновации в Москве. URL: <http://www.programma-renovacii.ru> (дата обращения: 20.08.2017).
12. Федеральный закон от 25.06.2002 № 73-ФЗ «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс]. – URL: <http://base.garant.ru/12127232>.

References

1. Safina G.R. Territorialnye rezervy razvitiya gorodskih sistem. Podzemnoe i vysotnoe stroitelstvo / G.R. Safina, V.A. Fedorova, V.V. Sirotkin. Kazan: Izd-vo Kazan.un-ta, 2015. 91 p.
2. Fedorova V.A. Preodolenie defitsita territorii v krupnykh gorodakh kak faktor uluchsheniya gorodskoy sredy / V.A. Fedorova, G.R. Safina // Regionalnye geograficheskie i jekologicheskie issledovaniya: aktualnye problemy. Cheboksary, 2016. pp. 448–456.
3. Safina G.R. Territorial reserves of major cities: challenges, experience, solutions / G.R. Safina, V.A. Fedorova, V.V. Sirotkin, I.M. Gasanov // International Journal of Pharmacy and Technology. 2016. T. 8, no. 3. pp. 14864–14871.
4. The Compact City: A Sustainable Urban Form? Edited by Mike Jenks, E. Burton and K. Williams, Francis e-Library, 2005. pp. 301.
5. Breheny M. The contradictions of the compact city, a review // In: Sustainable Development and Urban Form. London: Pion Limited, 1992. pp. 138–159.
6. Newton P. Urban form and environmental performance // In: Williams K., Burton E., Jenks M. Achieving a sustainable urban form. E & FN Spon. London, 2000. pp. 46–52.
7. Peshina Je.V., Ryzhenkov A.V. Tochechnaja zastrojka gorodov: rossijskij i zarubezhnyj opyt // Izvestija UrGJeU. 2013. no. 5 (49). pp. 92–97.
8. Akimova M.I., Chechulina A.S. Uplotnitelnaja zastrojka krupnyh gorodov: zarubezhnyj i otechestvennyj opyt // Izvestija vuzov. Stroitelstvo. 2015. no. 6. pp. 55–62.
9. Telichenko V.I., Sumerkin Ju.A. Gradostroitelnye problemy i perspektivy tochechnoj (uplotnitelnoj) zastrojki // Gradostroitelstvo. 2015. no. 2. pp. 12–16.
10. Mestnye normativy gradostroitel'nogo proektirovaniya gorodskogo okruga Kazan. Prilozhenie k resheniju Kazanskij gorodskoj Dumy ot 14.12.2016, no. 8–12. 510 p.
11. Sajt Programmy renovacii v Moskve. URL: <http://www.programma-renovacii.ru> (data obrashhenija: 20.08.2017).
12. Federalnyj zakon ot 25.06.2002 no. 73-FZ «Ob obek-tah kulturnogo nasledija (pamjatnikah istorii i kultury) narodov Rossijskoj Federacii» (s izmeneniiami i dopolneniiami) [Elektronny resurs]. URL: <http://base.garant.ru/12127232>.

УДК 911.37:711.4

ОСОБЕННОСТИ И ДИНАМИКА ПРОЦЕССОВ РАЗВИТИЯ УРБАНИЗИРОВАННОГО КАРКАСА РЕГИОНОВ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

Чибилёв А.А. (мл.)*Институт степи Уральского отделения Российской академии наук, Оренбург,**e-mail: a.a.ml@mail.ru*

Один из больших вызовов XXI века заключается в снижении социально-экономической привлекательности степных территорий, депопуляции их населения и обострении экологической ситуации. Данная проблема определила высокую актуальность разработки новой стратегии пространственного развития степных регионов, базирующейся на использовании каркасного подхода и каркасных моделей, предполагающих формирование устойчивого урбанизированного каркаса, гармонично сочетающегося с симметрично развивающимся природно-экологическим остовом. В статье даётся характеристика процессов урбанизации 10 регионов степной зоны европейской части России (Краснодарский край, Ставропольский край, Республика Калмыкия, Ростовская, Волгоградская, Белгородская, Воронежская, Саратовская, Самарская и Оренбургская области). Проведена оценка динамики численности населения в разрезе 32 крупных городов исследуемого региона за последние 10 лет. Рассмотрены вопросы, связанные с устойчивым развитием агломерации мезорегиона. Для их устойчивого развития предлагается предпринять комплекс мер по выделению оптимальных территорий с учётом их градостроительной ценности для жилищного строительства, размещения производств, размещения кладбищ и полигонов с твёрдо-бытовыми отходами, организации рекреационных зон, ведения сельского хозяйства и садово-дачного строительства. Для формирования комфортной городской среды параллельно с организацией урбанизированного и транспортного каркасов необходимо симметрично развивать элементы природно-экологического каркаса. Крупные рекреационные зоны, коридоры лесопаркового пояса должны экологически эффективно быть вписаны в функциональное зонирование урбанизированных территорий. Проведённое исследование выявило устойчивую динамику депопуляции в населённых пунктах, не являющихся ядрами или крупными узловыми элементами урбанизированного каркаса. Необходимо принятие мер по предотвращению резкого сокращения населения городов с монопрофильной специализацией и сельских поселений, являющихся основой периферии степных регионов. Стратегия пространственного развития степных регионов Европейской России должна базироваться на эффективном использовании всего пространственного потенциала степной зоны.

Ключевые слова: урбанизированный каркас, регионы степной зоны Европейской России, численность населения, городские агломерации, транспортный каркас, природно-экологический каркас, пространственный потенциал

DEVELOPMENT PROCESSES' SPECIFICS AND DYNAMICS OF THE URBANIZATION IN REGIONS IN THE EUROPEAN PART OF RUSSIA STEPPE ZONE

Chibilev A.A. (jr.)*Institute of Steppe of the Ural branch of the RAS, Orenburg, e-mail: a.a.ml@mail.ru*

One of the biggest steppe areas challenges of the XXI century is reduced the socioeconomic attractiveness, depopulation of their populations and the aggravation of the environmental situation. This problem has identified the need for developing a new strategy for the spatial development of the steppe regions, based on the use of frame approach and frame models assuming the formation of a sustainable urban framework, simultaneously with the natural and ecological core symmetrical development. The article describes urbanisation process characteristics of the 10 regions of the steppe zone of Russia's European part (Krasnodar Krai, Stavropol Krai, Republic of Kalmykia, Rostov, Volgograd, Belgorod, Voronezh, Saratov, Samara and Orenburg region). The evaluation of the population dynamics in the context of the 32 largest cities in the understudy regions for over the last 10 years has been provided. Issues associated with the sustainable development of the agglomeration has been considered. For sustainable development, it is proposed to undertake a set of measures for the selection of optimal territories based on their value for urban planning: housing, production, placement cemeteries and landfills with solid waste, the organization of recreational areas, agriculture and garden-country construction. For the creation of comfortable urban environment along with the organization of urban and transport frameworks, one must symmetrically develop the elements of the natural-ecological framework. Major recreational areas, corridors, forest belts are environmentally efficient to be included in the functional zoning of urban territories. The study revealed a stable trend of depopulation in the settlements which are not core or hub elements of the urban frame. It is necessary to take measures to prevent a sharp reduction in the cities population with mono-industry specialization and rural settlements, which are the basis of the periphery of the steppe regions. The strategy of spatial development of the steppe regions of European Russia should be based on the effective use of the entire spatial potential of the steppe zone.

Keywords: urban frame, regions of the steppe zone of European Russia, the population of the urban agglomeration, transport infrastructure, natural-ecological framework, spatial potential

Степная зона Европейской России (СЗЕР), рассматриваемая нами как единый мезорегион в границах 10 субъектов (Краснодарский край, Ставропольский

край, Республика Калмыкия, Ростовская, Волгоградская, Белгородская, Воронежская, Саратовская, Самарская и Оренбургская области) [1] в прошлом веке испы-

тала значительное сельскохозяйственное и индустриально-промышленное воздействие. На значительных территориях рассматриваемого субрегиона наблюдаются последствия сценариев острого постцелинного эколого-экономического кризиса, связанного с частичной стагнацией агропромышленного комплекса, утратой

продуктивности земель, формированием неиспользуемого земельного фонда, деградацией естественных кормовых угодий и лесных массивов, нарушением земель разработками нефти и газа, истощением и загрязнением вод, загрязнением атмосферы, нарушением режима особо охраняемых территорий и т.д. [2, 3].

Численность городского населения и его рост по крупным городам регионов СЗЕР [6–8]

Субъект РФ	Численность городского населения, тыс. чел.	Число городов	Число посёлков городского типа	Число городов с численностью населения:		Города с численностью населения более 100 тыс. человек	Численность населения, тыс. чел.		Рост численности населения 2006–2016 гг., %
				до 50 тыс. чел.	от 50 до 100 тыс. чел.		2006 г.	2016 г.	
Белгородская область	1 040,1	11	18	8	1	Белгород	344,2	387,1	112,5
						Старый Оскол	218,2	222,1	101,8
Волгоградская область	1 952,7	19	17	15	1	Волгоград	991,7	1 016,1	102,5
						Волжский	308,5	325,9	105,6
						Камышин	121,8	112,5	92,4
Воронежская область	1 565,8	15	4	11	3	Воронеж	846,3	1 032,4	122,0
Краснодарский край	2 994,0	26	12	11	11	Краснодар	710,4	853,8	120,2
						Сочи	329,5	401,3	121,8
						Новороссийск	230,7	267,0	115,7
						Армавир	190,7	191,0	100,2
Оренбургская область	1 194,8	12	–	8	2	Оренбург	533,9	562,6	105,4
						Орск	247,0	231,1	93,6
Республика Калмыкия	126,0	3	–	2	–	Элиста	107,1	104,0	97,1
Ростовская область	2 872,0	23	6	12	4	Ростов-на-Дону	1 054,8	1 119,9	106,2
						Таганрог	268,6	251,1	93,5
						Шахты	247,7	236,7	95,6
						Волгодонск	170,8	170,6	99,9
						Новочеркасск	179,5	170,2	94,8
						Батайск	104,0	122,2	117,5
						Новошахтинск	115,3	109,0	94,6
Самарская область	2 571,2	11	14	5	2	Самара	1 143,4	1 170,9	102,4
						Тольятти	717,5	712,6	99,3
						Сызрань	182,4	174,6	95,7
						Новокуйбышевск	113,9	103,9	91,2
Саратовская область	1 873,1	18	25	13	2	Саратов	850,1	843,5	99,2
						Энгельс	194,8	224,2	115,1
						Балаково	192,2	192,4	100,1
Ставропольский край	1 633,3	19	7	10	4	Ставрополь	358,4	429,6	119,9
						Пятигорск	139,5	145,4	104,3
						Кисловодск	128,7	130,0	101,0
						Невинномысск	130,0	117,9	90,7
						Ессентуки	81,0	105,9	130,7
Всего:	17 823,1	157	103	95	30		11 552,6	12 237,5	105,9

В совокупности обострение экологической ситуации, снижение социально-экономической привлекательности степных территорий и депопуляция их населения сформировала один из больших вызовов первой четверти XXI века [4]. Данная проблема определила высокую актуальность разработки новой стратегии пространственного развития степных регионов европейской части России. Важным направлением формирования стратегии, базирующейся на использовании каркасного подхода и каркасных моделей, является формирование устойчивого урбанизированного каркаса, гармонично сочетающегося с симметрично развивающимся природно-экологическим остовом. В этой связи изучение особенностей развития агломераций, городов-ядер, опорных центров, узлов, ареалов, осей и коридоров [5] урбанизированного каркаса мезорегиона СЗЕР будет способствовать более рациональному использованию его пространственного потенциала.

Цель исследования

Выявить особенности и оценить динамику процессов развития урбанизированного каркаса регионов степной зоны Европейской России.

Материалы и методы исследования

В опорном каркасе узловыми элементами выступают крупные города. На 1.01.2017 г. в России насчитывается 169 городов с численностью населения более 100 тыс. человек, из которых 15 городов – миллионники. На территории рассматриваемого нами мезорегиона расположено 32 города с населением от 100 тыс. человек и 4 города-миллионера (таблица; рис. 1). Доля городского населения в общей численности населения по 10 рассматриваемым регионам-субъектам РФ составила в 2016 г. около 66,1%.

В пределах мезорегиона степной зоны европейской части России общая площадь земель под застройку в 2016 г. составила 12,1 тыс. км², земель под дорогами – 13,8 км², суммарно это менее 3,3% его площади. Однако именно этот опорный каркас является важнейшим элементом социально-экономического развития территории.

Оценивая динамику численности населения по крупнейшим городам в период с 2006–2016 гг., отметим общий показатель роста населения – 105,9%. Общее количество населения в них за рассматриваемый период увеличилось на 684,9 тыс. человек.

Стоит отметить, что 78,5% этого прироста обеспечили 5 городов: Воронеж (+186,1 тыс. чел.), Краснодар (+143,4 тыс. чел.), Сочи (+71,8 тыс. чел.), Ставрополь (71,2 тыс. чел.) и Ростов-на-Дону (+65,1 тыс. чел.). В 13 из 32 городов наблюдается убыль населения в 2016 г. по отношению к 2006 г. В основном это моногорода и города не входящие в агломерации.

Результаты исследования и их обсуждение

На географической карте степной зоны Европейской России основные черты агломерационных процессов начали проявляться ещё в XIX веке. До этого исследуемая территория была покрыта сетью уездных и губернских городов более или менее равномерно, благодаря масштабной «екатерининской» реформе [9]. Ускоренному росту ведущих городов способствовали индустриализация и железнодорожное строительство. Машинная индустрия, придя на смену мануфактурной и кустарно-ремесленной промышленности, стремительно стала развивать и мощную градообразующую базу [10]. В период индустриального бума в непосредственной близости от крупных городов начали возникать промышленные предприятия и небольшие поселения при них. Позднее, особенно в период индустриализации в советское время, когда она развивалась сверхвысокими темпами, эти поселения начали превращаться в города-спутники. С середины 1920-х гг. активизации агломерационных процессов способствовал массовый приток в город сельского населения.

Стимулом в развитии процессов агломерирования восточных регионов степной зоны Европейской России послужила эвакуация населения и промышленных производств с запада СССР в Поволжье и на Урал. В 1960–1970-х гг. продолжилось наращивание совокупной сети агломераций, характеризующееся формированием пригородов или городов спутников и бурным ростом города-ядра. Города, обладающие перспективами создавать вокруг себя агломерации (благодаря территориальному и экономическому потенциалу) к концу XX века значительно выросли в размерах, обрели многофункциональность, усилили административные функции. В 1990-х гг. темпы процессов развития городских агломераций замедляются. В постсоветское время отмечается естественная убыль населе-

ния регионов степной зоны Европейской России, которое с 1995 г. сократилось более чем на 580 тыс. человек (!) [6, 11]. За последние 20 лет положительные темпы роста населения характерны лишь для 3-х из 10 субъектов рассматриваемой территории (Краснодарский край, Ставропольский край и Белгородская область). Изменения в социально-экономической жизни страны и смена векторов развития послужили причиной стягивания населения в особо крупные города и их пригороды.

За последние 10 лет общее количество населения в 10 рассматриваемых регионах-субъектах РФ выросло на 24,9 тыс. человек, в то время как прирост численности населения по 32 крупным городам составил 747,5 тыс. человек. Следовательно, суммарная численность сельского населения и населения в городах численностью населения менее 100 тыс. человек сократилась на 722,6 тыс. человек (!). Из крупных городов за 2006–2016 гг. наибольший прирост (более +20 %) численности населения по относительной величине наблюдается в Ессентуках, Сочи, Краснодаре, Воронеже

и Ставрополе; наименьший прирост (менее –5 %) зафиксирован в Новокуйбышевске, Невинномыске, Камышине, Таганроге, Орске, Новочеркасске и Новошахтинске (рис. 2). Общая депопуляция населения только по этим семи городам составила за 10 лет более чем 85,5 тыс. человек.

Общая динамика численности населения по 32 крупным городам степных регионов-субъектов Европейской России за последние 3 года характеризуется приростом на 113 081 человека, из которых 89 608 человек (79,2 %) суммарно приходится на Краснодар, Сочи и Воронеж. В 18 городах численностью более 100 тысяч человек за период 2014–2016 гг. население сократилось почти на 35 тыс. человек. Наибольшие показатели убыли населения характерны за последние 3 года в г. Тольятти (–9 079 человек), который остаётся самым «покидаемым» городом в мезорегионе. По относительной величине максимальные показатели депопуляции за этот период среди рассматриваемых городов отмечаются в г. Новочеркасске (–2,3 %) и Новокуйбышевске (–2,0 %).

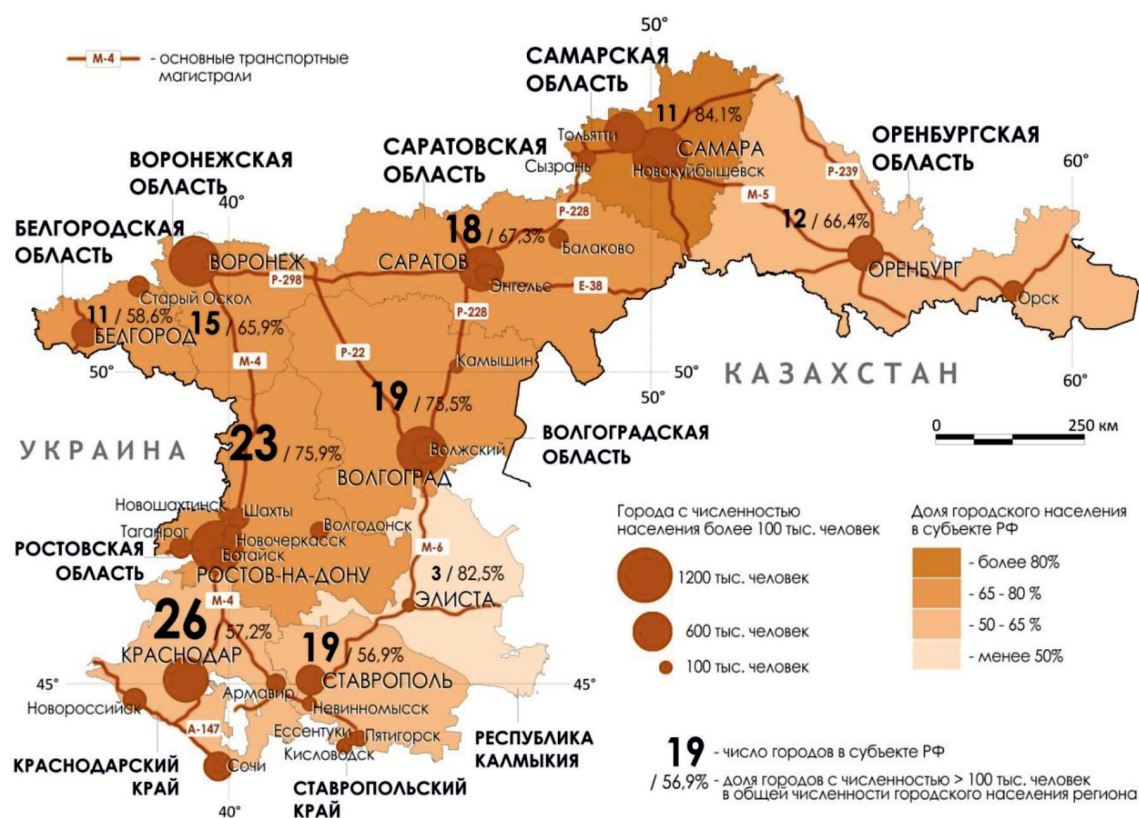


Рис. 1. Основные узловые элементы и магистрали опорного каркаса регионов СЗЕР

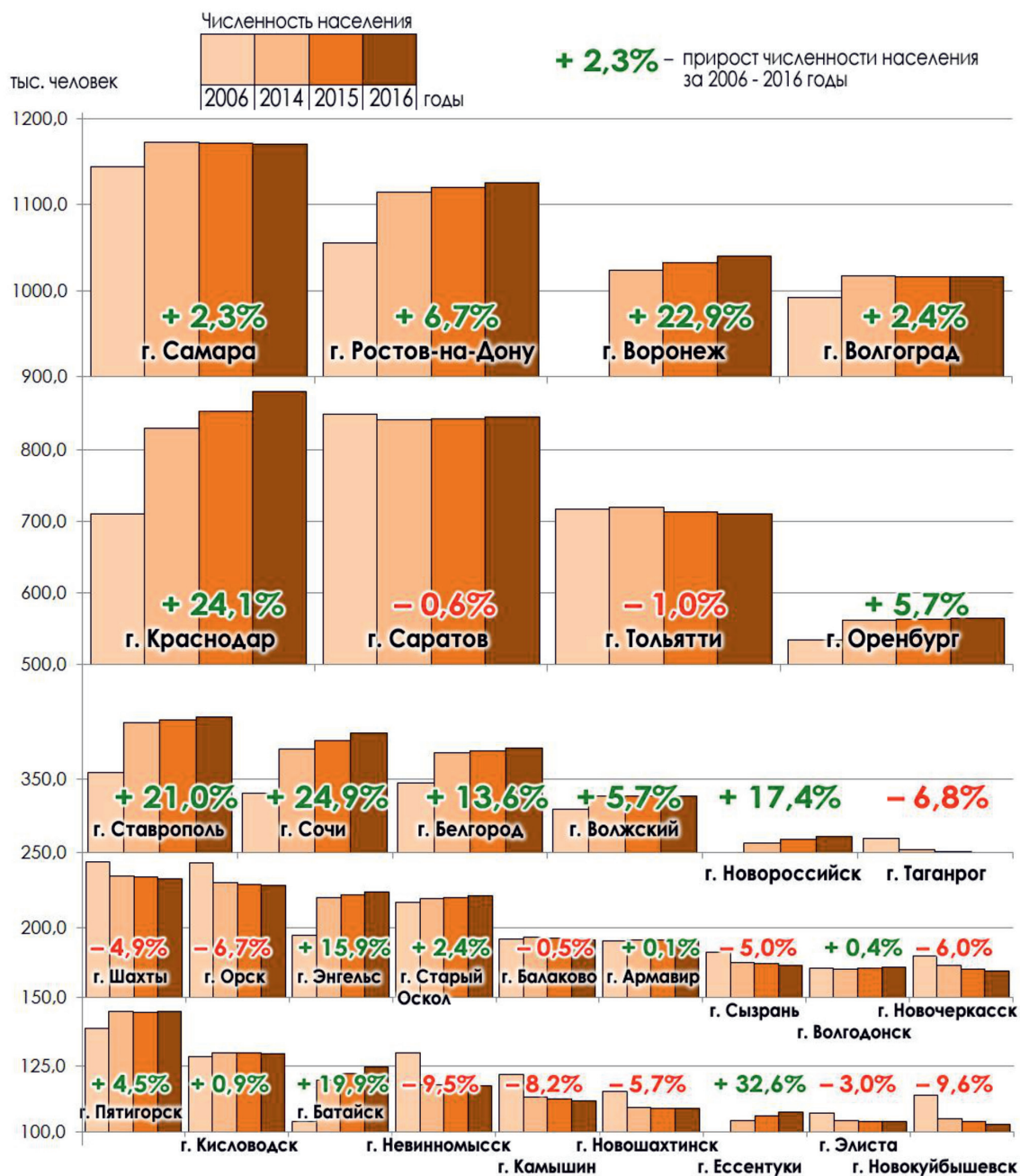


Рис. 2. Изменение численности населения в разрезе крупных городов регионов СЗЕР [7, 8, 12]

Сегодня на территории исследования сформировались 6 крупнейших агломераций с общей численностью проживающего в них населения более чем 10 млн человек (37,2% от общей численности населения мезорегиона СЗЕР (рис. 3)): Ростовская (2,5 млн чел.), Самарско-Тольяттинская (2,2 млн чел.), Волгоградская (1,4 млн чел.), Краснодарская (1,4 млн чел.), Воронежская (1,3 млн чел.) и Саратовская (1,2 млн чел.) [13].

Помимо крупнейших агломераций на территории рассматриваемого мезорегиона наблюдается развитие крупных и больших агломераций, с общей численностью населения около 3 млн человек: Ставропольская, Оренбургская, Белгородская и Сочинская [14]. В территориальном отношении агломерации в мезорегионе СЗЕР представлены достаточно равномерно. Лишь в Республике Калмыкия агломерационные про-

цессы не столь развиты. На современном этапе развития урбанизированного каркаса рассматриваемой территории количественный рост сети агломераций практически завершен. В 10 вышеназванных агломерациях проживает почти половина населения мезорегиона. В условиях степной зоны России с её значительными расстояниями функции агломераций особенно востребованы. Их города-ядра и транспортные магистрали образуют основу урбанизированного каркаса территории, обеспечивая преодоление «барьера пространства» [15].

выбор пространственной модели агломерации (моноцентрическая, полицентрическая, рассеянная или лучевая/линейная), наиболее полно соответствующей особенностям конкретной территории.

К сожалению, сегодня в большинстве городских агломераций регионов СЗЕР функциональное зонирование проведено нерационально. Местным властям необходимо предпринять целый комплекс мер по выделению оптимальных территорий с учётом их градостроительной ценности для жилищного строительства, размещения

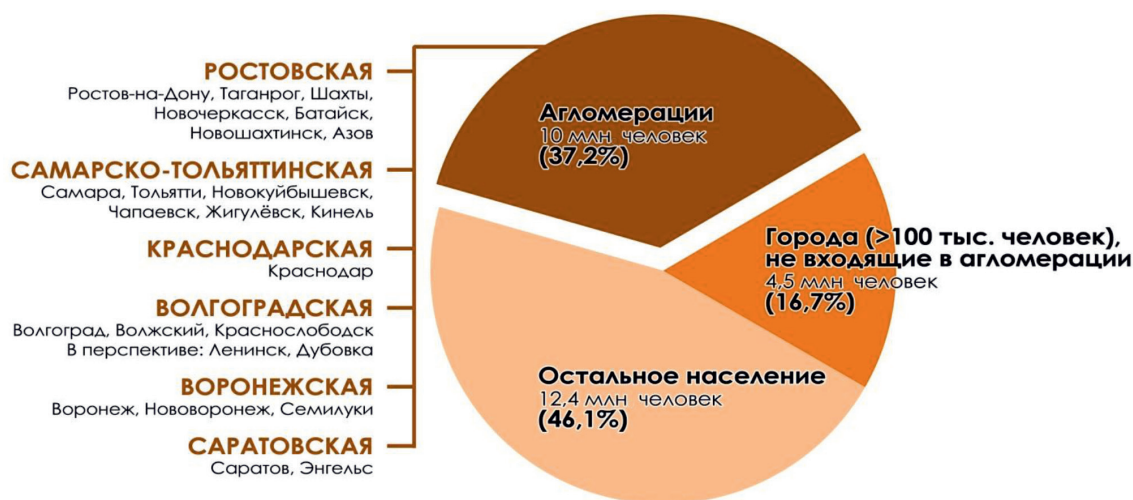


Рис. 3. Доля крупнейших агломераций в структуре численности населения регионов СЗЕР в 2016 г. [6, 8, 13, 14]

В пределах агломераций, являющихся своеобразными точками роста в различных сферах, жители населённых пунктов и муниципальных образований получают целый ряд преимуществ, включая более высокий уровень жизни и культуры, возможность трудоустройства, широкий выбор учебных заведений и т.д. Вместе с тем на фоне увеличения людности агломераций, интенсификации связей между городом-ядром и спутниками происходит увеличение антропогенной нагрузки на территорию, сокращение зелёных насаждений, исчезновение естественных ландшафтов, развитие транспортной усталости населения, опустошение территории удалённой от агломерации в связи со стягиванием в неё населения. Важно правильно планировать развитие городских агломераций, эффективно использовать потенциал городов-ядер и рационально развивать спутниковые зоны. В этой связи необходим правильный

производств, размещения кладбищ и полигонов с твёрдо-бытовыми отходами, организации рекреационных зон, ведения сельского хозяйства и садово-дачного строительства. Для формирования комфортной городской среды параллельно с организацией урбанизированного и транспортного каркасов необходимо симметрично развивать элементы природно-экологического каркаса. Крупные рекреационные зоны, коридоры лесопаркового пояса должны экологически эффективно быть вписаны в функциональное зонирование урбанизированных территорий. Такой подход будет способствовать становлению городской среды как ареала удобного для жизнедеятельности населения с позиций здоровья и безопасности. Вместе с тем оптимизация урбанизированного каркаса не должна ограничиваться лишь рамками агломераций. Проведённое исследование выявило устойчивую динамику депопуляции в населённых пунктах, не яв-

ляющихся ядрами или крупными узловыми элементами урбанизированного каркаса. Необходимо принятие мер по предотвращению резкого сокращения населения городов с монопрофильной специализацией и сельских поселений, являющихся основой периферии степных регионов. Стратегия пространственного развития степных регионов Европейской России должна базироваться на эффективном использовании всего пространственного потенциала степной зоны. В этом случае возможно рациональное использование социально-экономических, экологических, природно-ресурсных и других возможностей этого региона.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РНФ 17-17-01091 «Стратегия пространственного развития степных и постцелинных регионов Европейской России на основе каркасного территориального планирования и развития непрерывных экологических сетей» (AAAA-A17-117041310142-3).

Список литературы

1. Чибилёв А.А. (мл.) Административно-территориальная характеристика степной зоны РФ // Степи Северной Евразии / Материалы VII международного симпозиума. – Оренбург: ИС УрО РАН, 2015. – С. 920–924.
2. Чибилёв А.А. (мл.) Возобновляемые стратегические природные ресурсы устойчивого развития регионов степной зоны РФ // Успехи современного естествознания. – 2016. – № 3. – С. 214–219.
3. Чибилёв А.А. (мл.) Интегральная оценка современного состояния и изменений природной среды степных регионов России на основе геоинформационного анализа и картографирования // Проблемы региональной экологии. – 2014. – № 5. – С. 7–14.
4. Чибилёв А.А. (мл.) Социально-экономические предпосылки образования невостребованного земельного фонда в постцелинных регионах степной зоны // Проблемы региональной экологии. – 2013. – № 2. – С. 195–202.
5. Яковлева С.И. Каркасные модели в региональных схемах территориального планирования // Псковский региональный журнал. – 2013. – № 15. – С. 15–25.
6. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2016: Р32 Стат. сб. – М.: Росстат, 2016. – 1326 с.
7. Регионы России. Основные социально-экономические показатели городов. 2006: Стат. сб. – М.: Росстат, 2006. – 381 с.
8. Регионы России. Основные социально-экономические показатели городов. 2016: Стат. сб. – М.: Росстат, 2016. – 442 с.
9. Тархов С.А. Историческая эволюция административно-территориального и политического деления России // Регионализация и развитие России: географические процессы и проблемы. – М.: Эдиториал УРСС, 2001. – С. 191–213.
10. Перцик Е.Н. География городов (геоурбанистика). – М.: Высшая школа, 1991. – 319 с.
11. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2006: Р32 Стат. сб. – М.: Росстат, 2007. – 981 с.
12. Демография [Электронный ресурс]. – URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/population/demography/ (дата обращения: 26.09.2017).
13. Агломерации [Электронный ресурс]. – URL: <http://bkd.rosdormii.ru/agglomeration/> (дата обращения: 11.07.2017).
14. Городские агломерации России [Электронный ресурс]. – URL: <http://polit.ru/article/2010/02/16/demoscope407/> (дата обращения: 23.08.2017).
15. Лаппо Г.М. Городские агломерации СССР-России: особенности динамики в XX веке // Удобное пространство для города. Российское экспертное обозрение. – 2007. – № 4–5. – С. 6–9.

References

1. Chibilev A.A. (ml.) Administrativno-territorialnaja harakteristika stepnoj zony RF // Stepi Severnoj Evrazii / Materialy VII mezhdunarodnogo simpoziuma. Orenburg: IS UrO RAN, 2015. pp. 920–924.
2. Chibilev A.A. (ml.) Vozobnovljaemye strategicheskie prirodnye resursy ustojchivogo razvitiya regionov stepnoj zony RF // Uspehi sovremennogo estestvoznaniya. 2016. no. 3. pp. 214–219.
3. Chibilev A.A. (ml.) Integralnaja ocenka sovremennogo sostojaniya i izmenenij prirodnoj sredy stepnyh regionov Rossii na osnove geoinformacionnogo analiza i kartografirovaniya // Problemy regionalnoj jekologii. 2014. no. 5. pp. 7–14.
4. Chibilev A.A. (ml.) Socialno-jekonomicheskie predposylki obrazovaniya nevostrebovannogo zemelnogo fonda v postcelinnyh regionah stepnoj zony // Problemy regionalnoj jekologii. 2013. no. 2. pp. 195–202.
5. Jakovleva S.I. Karkasnye modeli v regionalnyh shemah territorialnogo planirovaniya // Pskovskij regionologicheskij zhurnal. 2013. no. 15. pp. 15–25.
6. Regiony Rossii. Socialno-jekonomicheskie pokazateli. 2016: R32 Stat. sb. M.: Rosstat, 2016. 1326 p.
7. Regiony Rossii. Osnovnye socialno-jekonomicheskie pokazateli gorodov. 2006: Stat. sb. M.: Rosstat, 2006. 381 p.
8. Regiony Rossii. Osnovnye socialno-jekonomicheskie pokazateli gorodov. 2016: Stat. sb. M.: Rosstat, 2016. 442 p.
9. Tarhov S.A. Istoricheskaja jevoljucija administrativno-territorialnogo i politicheskogo delenija Rossii // Regionalizacija i razvitie Rossii: geograficheskie processy i problemy. M.: Jeditorial URSS, 2001. pp. 191–213.
10. Percik E.N. Geografija gorodov (geourbanistika). M.: Vysshaja shkola, 1991. 319 s.
11. Regiony Rossii. Socialno-jekonomicheskie pokazateli. 2006: R32 Stat. sb. M.: Rosstat, 2007. 981 p.
12. Demografija [Jelektronnyj resurs]. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/population/demography/ (data obrashhenija: 26.09.2017).
13. Aglomeracii [Jelektronnyj resurs]. URL: <http://bkd.rosdormii.ru/agglomeration/> (data obrashhenija: 11.07.2017).
14. Gorodskie aglomeracii Rossii [Jelektronnyj resurs]. URL: <http://polit.ru/article/2010/02/16/demoscope407/> (data obrashhenija: 23.08.2017).
15. Lappo G.M. Gorodskie aglomeracii SSSR-Rossii: osobennosti dinamiki v XX veke // Udobnoe prostranstvo dlja goroda. Rossijskoe jekspertnoe obozrenie. 2007. no. 4–5. pp. 6–9.

УДК 556.552:551.43(470.53)

**ОСОБЕННОСТИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО РЕЖИМА В РАЙОНЕ
ПЕРЕМЕННОГО ПОДПОРА КАМСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА****Шайдулина А.А., Китаев А.Б.***ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», Пермь,
e-mail: hydrology@psu.ru*

Практически впервые выполнено комплексное исследование района переменного подпора Камского водохранилища. Специфические черты этого участка показаны через особенности его морфометрии (глубина, ширина, характер береговой линии, островность), гидродинамический режим, характер уровенного режима и своеобразие донного рельефа водоема. Установлено, что в зависимости от колебания уровня воды происходит постоянное перемещение границы выклинивания подпора, что сказывается на гидродинамическом режиме потока и характере переносимых им наносов. Исследование уровенного режима водоема позволило установить границы района. Гидродинамический режим водохранилища представлен как системообразующий фактор переформирования его котловины. Дана характеристика фактических скоростей течения воды (по материалам 1964–2016 гг.) на исследуемом участке водоема (от пгт Тюлькино до п. Усть-Пожва). Направленность процессов трансформации котловины изучаемого района оценена безразмерным параметром, представляющим собой отношение фактических скоростей течения воды к размывающим скоростям потока. Представлены критерии, определяющие размыв котловины, аккумуляцию наносов в ней и устойчивое состояние. Дана оценка специфики процессов трансформации котловины в разных частях исследуемого протяжения водохранилища при различных отметках уровня воды периода навигации. Выявлены временные отрезки соответствующие размыву котловины водоема, приходящиеся на май-июнь в верхней части исследуемого участка и на май – в более низком по течению районе. Установлены такие же отрезки времени навигационного периода, соответствующие аккумуляции наносов. Отмечена тенденция снижения активности размыва котловины вниз по течению потока и усиление процессов отложения наносов в том же направлении. Представлены рекомендации по мониторингу трансформации котловины в различных частях района переменного подпора водохранилища.

Ключевые слова: водохранилище, район переменного подпора, гидродинамический режим**FEATURES OF THE HYDRODYNAMIC REGIME IN THE AREA OF VARIABLE
BACKWATER OF THE KAMA RESERVOIR****Shaydulina A.A., Kitaev A.B.***Perm State University, Perm, e-mail: hydrology@psu.ru*

Practically the complex research of the region variable a skid of the Kama Reservoir is for the first time executed. Peculiar features of this section are shown through features of its morphometry (depth, width, character of the coastline, an ostrovnost), the hydrodynamic mode, character of the urovenny mode and an originality of a ground relief of a reservoir. It is set that depending on oscillations of water level there is a constant relocation of boundary of a vyklinivaniye a skid that affects the hydrodynamic mode of a flow and character of the deposits transferred by it. The research of the urovenny mode of a reservoir allowed to set region boundaries. The hydrodynamic mode of a water reservoir is provided as a backbone factor of rearrangement of its hollow. The characteristic of the actual speeds of a current of water (on materials of 1964-2016) on the researched reservoir section is this (from the uts of Tyulkino to the item Ust'-Pozhva). Directivity of processes of transformation of a hollow of the studied region is estimated by the dimensionless parameter representing the attitude of the actual speeds of a current of water towards the blurring flow rates. The criteria defining a hollow scour, accumulation of deposits in it and stable conditions are provided. An assessment of specifics of processes of transformation of a hollow in different parts of the researched water reservoir zone in case of different marks of water level of the period of navigation is given. The time spans corresponding to a reservoir hollow scour, falling on May-June in the upper part of the researched section and for May – in the region, lower on a current, are revealed. The same intervals of time of the navigation period the appropriate accumulations of deposits are set. The tendency of decrease of the activity of a scour of a hollow downstream a flow and gain of processes of adjournment of deposits in the same direction is marked. Recommendations about monitoring of transformation of a hollow in different parts of the region variable a water reservoir skid are provided.

Keywords: reservoir, area of variable backwater, hydrodynamic regime

Водохранилища являются сравнительно молодыми и развивающимися системами, в отличие от рек, на которых они созданы. Их уникальной чертой является ускоренный режим протекания всех гидрологических процессов, которые стремятся в состояние равновесия. При сработке из подпора выходит верхняя часть искусственного водо-

ема, называемая нами районом переменного подпора (рис. 1). Его протяженность на Камском водохранилище составляет 135 км (45% длины), а границами служат: снизу – п. Усть-Пожва, а сверху – пгт. Тюлькино. В отдельные (многоводные) годы подпор заходит на 25 км выше. Среди всего разнообразия аквальных геосистем этот район

наиболее не изучен с гидрологических позиций, поскольку гидродинамический режим испытывает постоянное воздействие от регулирования стока плотинами ГЭС. В зависимости от колебания уровня происходит постоянное перемещение границы выклинивания подпора, что сказывается на гидродинамическом режиме потока и переносимых им наносов. Однако изучение этого района имеет не только теоретический (моделирование и прогноз переформирования ложа водоема в сложных гидродинамических условиях), но и практический интерес. Здесь расположен Березниковско-Соликамский промышленный комплекс, активно использующий данный участок водохранилища в разных целях (приемник сточных вод, судовой путь для проводки плотов и пр.).

тельных работ в целях улучшения условий судоходства, что чрезвычайно важно в условиях экономического развития региона. Уже сейчас рассматривается запрос о восстановлении на участке от пгт Керчевский до г. Соликамска гарантированных габаритов судового хода и обслуживания в течение всей навигации. На 2017 г. из федерального бюджета выделено дополнительное финансирование для восстановления судоходных условий в Боровской воложке и на участке Боровск – Соликамск. В настоящее время участок выше г. Соликамска используется только эпизодически, во время весеннего половодья для вывода плотов, когда обеспечены необходимые габариты пути. В остальной период проводка плотов и движение судов здесь осложнены и практически не проводятся.

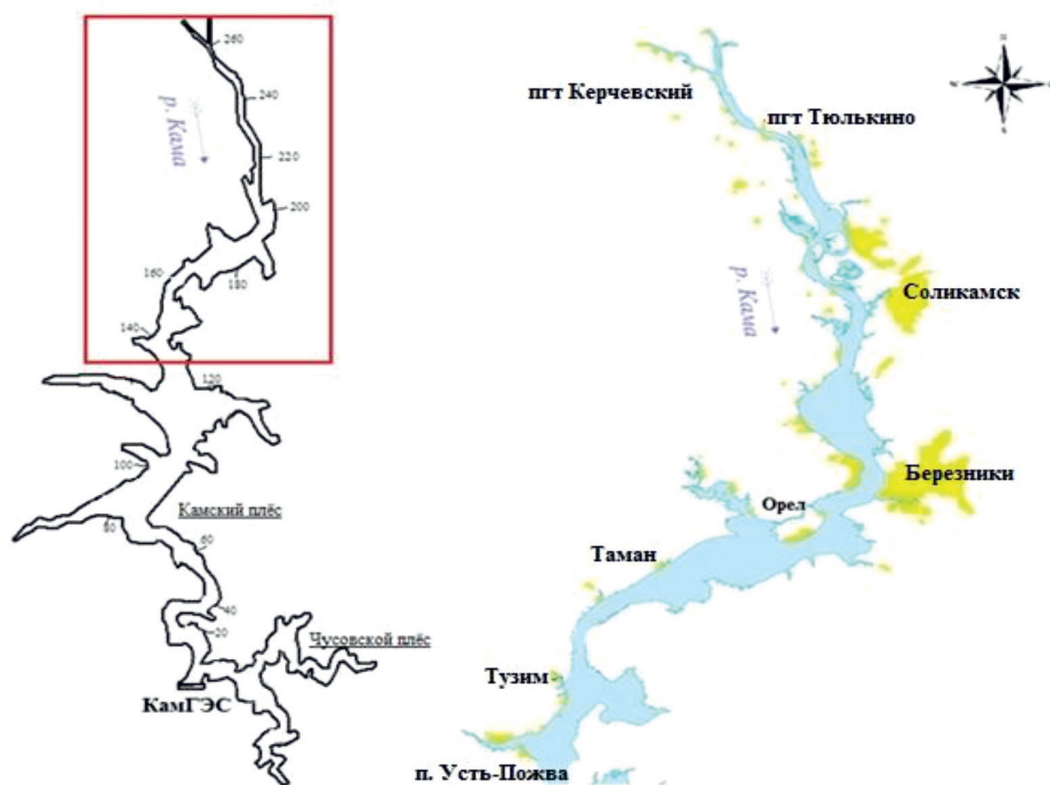


Рис. 1. Район переменного подпора Камского водохранилища

Антропогенное использование, совместно со сложным гидродинамическим режимом, формирует своеобразное экологическое состояние водоема и неоднозначно влияет на переформирование его котловины. Полученные данные необходимы для обоснования проведения дноуглуби-

Материалы и методы исследования

Район переменного подпора Камского водохранилища является сложной природно-антропогенной системой [1]. Процесс формирования подводного рельефа здесь имеет сложный и неоднородный в про-

странственно-временном отношении характер. Однако регулирование стока привносит в него черты цикличности. При этом гидродинамический режим играет ведущую роль в функционировании и развитии исследуемого объекта, поскольку определяет направленность процессов трансформации котловины. Направленность процессов может быть оценена при помощи предложенного нами безразмерного параметра η :

$$\eta = \frac{v}{Vp}, \quad (1)$$

где v – фактическая или расчетная скорость потока (м/с), а Vp – размывающая (м/с). При этом если $\eta > 1$, то происходит размыв, $\eta = 1$ – стабилизация, $\eta < 1$ – аккумуляция.

Размывающая скорость является одной из критических скоростей потока (наряду с неразмывающей) и служит количественным выражением противозерозионной устойчивости грунтов [2]: Она определяется по выражению

$$Vp = \lg \frac{8,8H}{d} \sqrt{\frac{2g(\rho_1 - \rho)d}{1,75\rho}}, \quad (2)$$

где H – глубина на вертикали, м; d – диаметр наносов, м (при этом под корнем – средний, а в знаменателе – максимальный диаметры); ρ_1 – плотность наносов, 2650 кг/м³; ρ – плотность воды, 1000 кг/м³. Размывающая (срывающая) скорость (Vp) отвечает началу массового перемещения частиц. Если фактические скорости потока превышают среднюю размывающую скорость течения, то происходит процесс переформирования котловины, размыв и переотложение наносов.

Фактическая или расчетная скорость потока (v), находящаяся в числителе уравнения (1), определена нами двумя способами. Фактические скорости течения получены путем обобщения материалов наблюдений с 1964 по 2016 г. Расчетные значения скорости потока у дна заданной обеспеченности определены для стандартных [3] квантилей кривой распределения вероятностей. В качестве количественной оценки скоростей течения в районе переменного подпора приняты три расчетных обеспеченности – 25, 50 и 75%.

Еще одним важным элементом гидродинамического режима является уровень режим. От него зависит смена условий в районе переменного подпора Камского водохранилища. В отдельные периоды года условия здесь приближаются к речным, существовавшим до создания плотины, а в другие – к полностью водохранилищ-

ным. На основании особенностей уровня режима и показателей морфометрии проведено деление района переменного подпора Камского водохранилища на участки [4]. Проведенные исследования позволили выделить в верхней части 3 характерных участка, находящихся внутри района переменного подпора: пгт. Керчевский – пгт. Тюлькино (с преобладанием речных условий); пгт. Тюлькино – г. Березники (река и водохранилища имеют здесь «равные права»); г. Березники – п. Усть-Пожва (практически в течение всего года здесь наблюдаются водохранилищные условия). В рамках этих участков и определена направленность процессов трансформации котловины с помощью параметра η . При этом ветровольный режим также рассмотрен в пределах этих участков.

Результаты исследования и их обсуждение

Участок от пгт. Керчевский до пгт. Тюлькино имеет протяженность порядка 15 км. В отдельные (многоводные годы) подпор заходит в устья Верхней Камы и Вишеры. На этом участке наблюдается преобладание речных условий. Водохранилище здесь находится в границах коренного русла р. Камы и лишь местами выходит на пойму, затопляя ее на глубину 0,5–1,0 м. Участок характеризуется повышенной островностью [5]. Здесь расположены острова Соломинский, Тюлькинский Верхний и Тюлькинский, которые при уровнях выше 111 м.абс полностью затопляются. Наличие островов создает разветвленность русла, что сказывается на ширине участка. Ширина водохранилища по участку колеблется от 0,3–0,4 км на суженных участках до 1–1,1 км в местах островных расширений. Четвертичные образования по правому и левому берегам представлены флювиогляционными отложениями, такими как окатанные валуны, галечники, гравий, пески (косо- и диагонально-слоистые). Режим скоростей и направления течений на участке изучен слабо. С уверенностью можно говорить только о скоростях потока у пгт. Тюлькино. Максимальные скорости наблюдаются в весенний период и достигают 2 м/с, а минимальные – в периоды летне-осенней стабилизации и зимней сработки, составляя в среднем 0,10–0,30 м/с.

Наибольший интерес для исследования с точки зрения гидродинамики представляет участок от пгт. Тюлькино до г. Березники. Его протяженность около 70 км. Граница вы-

клинивания перемещается по этому участку, разграничивая речные и водохранилищные условия. Уровни выше минимального навигационного уровня (МНУ, 106 м абс) здесь наблюдаются порядка 8–9 месяцев в году, приближенные к нормальному подпорному уровню (НПУ, 108,5 м абс) – 5–6 месяцев. В среднем Березники выходят из подпора на 1–3,5 месяца. Это участок со смешанными условиями. Река и водохранилища имеют здесь «равные права». Очертания берегов в основном сходны с ними же до затопления. Ширина участка изменяется от 0,3–0,4 км в сужениях до 6–6,5 км в местах островных расширений. Преобладающие глубины на фарватере увеличиваются вниз по течению от 4–5 м до 6–8 м. Наибольшая глубина достигает 12–16 м и отмечается в конце участка у г. Березники. Поперечный профиль на этом участке резко асимметричен. Если под левым берегом глубины достигают 10 и более метров, то к правому наблюдается постепенное их уменьшение до 4–6 м. В правобережной части расположено обширное мелководье с песчаными островами. При повышении уровня до НПУ часть островов затопляется. На рассматриваемом участке водохранилище имеет небольшую излучину, отклоняясь к востоку. Отложения представлены окатанными валунами, галечниками, гравием и песками. Также здесь встречаются суглинки и глины [5].

Анализ поверхностных и придонных скоростей течения в различные месяцы навигации показал, что наибольшие скорости течения на исследуемом участке отмечаются в период весеннего половодья и наполнения водохранилища, когда почти для всего участка характерен режим близкий к естественному. Их значения в среднем составляют 0,73 и 0,63 м/с на поверхности и у дна соответственно, при максимуме в 1,92 и 1,0 м/с.

В период летне-осенней стабилизации уровней режим скоростей в районе переменного подпора более сложен. Он определяется, с одной стороны, условиями работы Камского гидроузла и отметкой уровня воды в створе ГЭС и, с другой – условиями стока р. Камы на изучаемом участке. Скорости в этот период достаточно стабильны. Максимальное их значение достигает 0,49 м/с. Средние значения поверхностных скоростей в этот период колеблются от 0,32 до 0,49 м/с, а придонных – от 0,23 до 0,48 м/с.

Участок от г. Березники до п. Усть-Пожва имеет протяженность около 50 км. Уровни в пределах МНУ – УПС (106,0–101,0 м абс, где 101 – уровень предпо-

водной сработки, УПС) здесь наблюдаются в среднем с января по апрель. При прохождении половодья граница формирования больших уклонов перемещается на этот участок, обуславливая здесь рост уклонов более чем в 10 раз (от 0 до 0,15‰). В целом практически в течение всего года здесь наблюдаются водохранилищные условия (уровень держится на отметках 106,0–108,5 м абс).

При создании водохранилища участок от г. Березники до п. Усть-Пожва претерпел более существенные изменения, чем выше-лежащая часть водоема. Затопление поймы привело к увеличению глубин и ширины водной поверхности. Преобладающие глубины на фарватере на участке от Березников до п. Усть-Пожва при НПУ – 10–12 м. На мелководье глубины составляют 2–4 м. Это так называемый четкообразный участок водоема. Здесь на протяжении свыше 50 км от п. Орел и до п. Усть-Пожва отмечаются резкие чередования расширений акватории до 8–8,5 км (устье р. Кондас, п. Городище) и сужений до 1,2–1,5 км (д. Быстрая, п. Усть-Пожва).

Ниже острова Орел правый берег сложен полигенетическими отложениями. В основном это суглинки и супеси лёссовидных почв. У п. Усть-Пожва их сменяют отложения третьей надпойменной террасы, представленные галечниками, гравием, песками, супесями, суглинками и глинами. Левый берег ниже г. Березники сложен аллювиальными отложениями верхнего звена первой и второй надпойменных террас. Это галечники, гравий, пески, супеси, суглинки и глины.

Наивысшие значения скоростей течения на участке приурочены к фазе наполнения водохранилища и составляют в среднем 0,54 м/с на поверхности и 0,42 м/с у дна. Скорости в Березниках и Усть-Пожве уменьшаются по сравнению с выше-лежащими участками за счет выравнивания уклона, происходящего вследствие большего влияния подпора. В период летне-осенней стабилизации средние значения поверхностных скоростей составляют 0,20–0,44 м/с, а придонных 0,10–0,30 м/с.

На участке пгт. Тюлькино – г. Березники скорости, превышающие срывающие (0,36 м/с), приурочены к моменту весеннего наполнения (май-июнь) и наблюдаются по всему живому сечению. Однако уже при приближении к Березникам скорости потока падают, и только в многоводный период их значения превышают величину срывающих скоростей. Размыв на участке Берез-

ники – п. Усть-Пожва происходит только в многоводный период, при скоростях 75 % обеспеченности и более. У п. Усть-Пожва расчетные скорости заданной обеспеченности (25, 50, 75 %) у дна во все периоды ниже размывающих скоростей потока.

Расчет параметра η , примененный для оценки направленности процессов трансформации котловины по створам района переменного подпора Камского водохранилища

показал, что процессы размыва преобладают при всех отмеченных обеспеченностях и уровнях в створе пгт Тюлькино. В остальных створах (кроме п. Усть-Пожва) размыв преобладает при всех рассмотренных уровнях при обеспеченности 25 % и ниже. В створе п. Усть-Пожва при 25 % обеспеченности и выше отмечаются процессы стабилизации и аккумуляции соответственно (рис. 2).

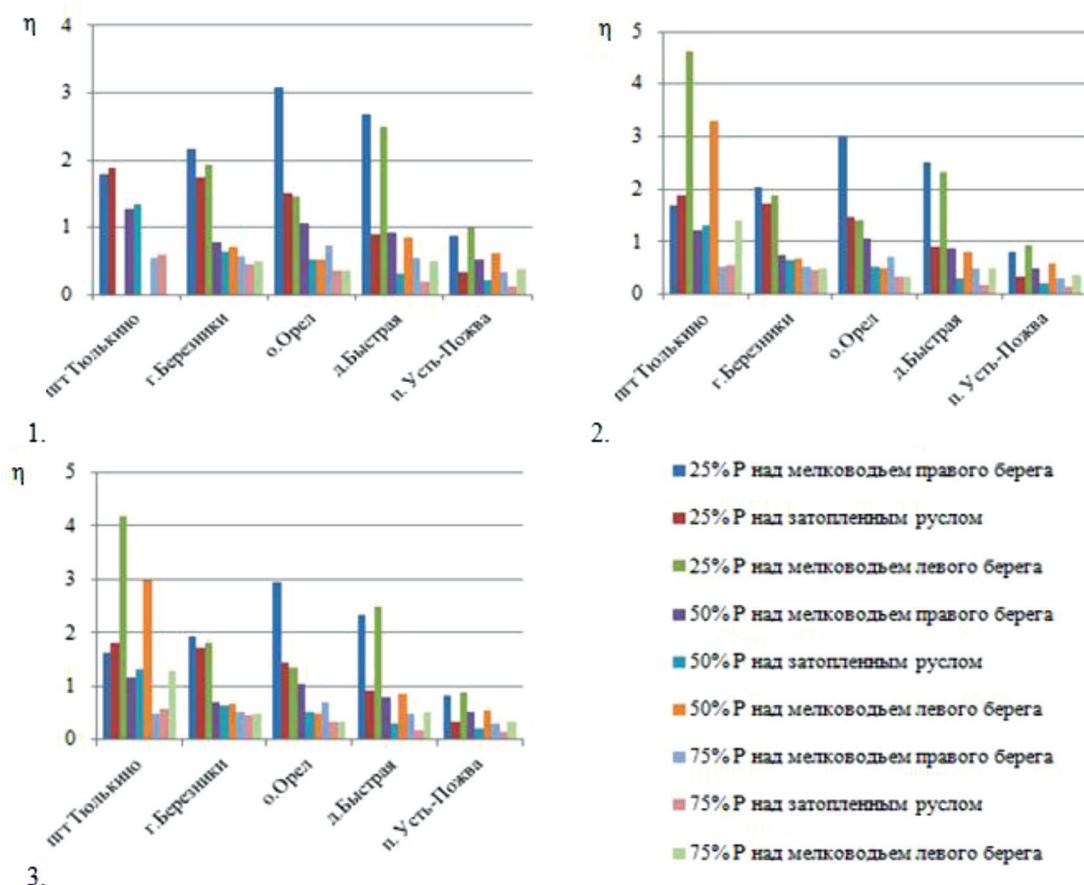


Рис. 2. Параметр η по створам района переменного подпора Камского водохранилища при уровне: 1 – 106 м. абс, 2 – 107 м. абс, 3 – 108,5 м. абс

Параметр η по месяцам навигационного периода в районе переменного подпора Камского водохранилища

Месяц	пгт. Тюлькино – г. Березники		г. Березники – п. Усть-Пожва	
	107 м. абс	108,5 м. абс	107 м. абс	108,5 м. абс
Май	1,97	1,94	1,20	1,17
Июнь	1,48	1,45	0,86	0,83
Июль	0,71	0,70	0,46	0,44
Август	0,92	0,91	0,51	0,50
Сентябрь	0,80	0,79	0,29	0,28

Примечание. * жирным шрифтом отмечены значения, свидетельствующие о процессе размыва, жирным шрифтом с наклоном – значения, близкие к стабилизации.

Распределение параметра η по месяцам навигационного периода в районе переменного подпора Камского водохранилища (таблица) свидетельствует о том, что размыв при уровнях 107 и 108,5 м. абс на участке пгт. Тюлькино – г. Березники происходит в периоды май и июнь, стабилизация наблюдается в августе, а аккумуляция наносов – в июле и сентябре. На участке г. Березники – п. Усть-Пожва процессы размыва происходят только в мае, в остальные месяцы (июнь – сентябрь) здесь преобладают процессы аккумуляции.

Особенности гидродинамического режима в районе переменного подпора в значительной степени обусловлены его морфометрическими особенностями. Естественный приток по рекам Каме и Вишере, а также положение подпорных уровней полностью определяют режим скоростей течения в верхнем районе Камского водохранилища, на участке переменного подпора от пгт. Керчевский до г. Березники. Преобладающим является проточное течение, которое «идет» здесь транзитом. От п. Орел и ниже уже на некоторых участках начинает сказываться влияние ветрового воздействия на движение водной массы [6].

Выводы

1. Район переменного подпора на отдельных участках характеризуется разным уровнем режимом, определяющим прочие гидрологические условия и особенности. При этом важную роль в положении и устойчивости выделенных границ определяет водность года. Анализ водного баланса свидетельствует о тренде к увеличению приходной части, однако до 2010 г. был маловодный период и наблюдалась достаточно ранняя сработка водохранилища. В зависимости от колебания уровня происходит постоянное перемещение верхней и нижней границы выклинивания подпора, что сказывается на гидравлическом режиме потока и режиме наносов. В сложившихся здесь благоприятных для отложения наносов условиях русловой режим приобретает однонаправленный характер регрессивной аккумуляции. Однако, как показывает практика, этот процесс может нарушаться и становится непредсказуемым.

2. Применение параметра η как косвенного показателя направленности процессов трансформации котловины показало, что процессы размыва преобладают при всех отмеченных обеспеченностях и уровнях в створе пгт. Тюлькино. В остальных створах (кроме п. Усть-Пожва) размыв преобладает при всех рассмотренных уровнях при обеспеченности 25% и ниже. В створе п. Усть-Пожва

при 25% обеспеченности и выше отмечают процессы стабилизации и аккумуляции соответственно и здесь, на входе в озеровидный район, формируется тело заилиения.

3. Помимо естественных факторов, перформирование котловины Камского водохранилища в районе переменного подпора обусловлено и антропогенным воздействием, таким как расчистка судового хода на отдельных участках. Однако бюджетного финансирования на проведение таких работ в последние годы не всегда достаточно. Сочетание двух факторов: сокращение бюджетного финансирования на содержание водных путей и ранняя сработка водохранилища – приводит к усилению неуправляемых деформаций русла. В данной ситуации значительно возрастает необходимость улучшения мониторинга русловых процессов, обеспечения надежного прогнозирования их развития для принятия своевременных мер по нейтрализации возможных негативных последствий.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (№ 16-45-590546 p_a).

Список литературы

1. Двинских С.А., Шайдулина А.А. Применение системного подхода к оценке условий трансформации котловины Камского водохранилища в районе переменного подпора // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов: тр. VI Межд. науч.-практ. конф. – Пермь, 2017. – Т. 1. – С. 46–51.
2. Гончаров В.Н. Динамика русловых потоков / В.Н. Гончаров. – Л.: Гидрометеиздат, 1962. – 374 с.
3. Свод правил по проектированию и строительству: СП 33-101-2003. Определение основных расчетных гидрологических характеристик: нормативно-технический материал. – М.: Изд. ПНИИИС Госстроя России, 2004. – 72 с.
4. Шайдулина А.А. Особенности уровня подпора Камского водохранилища / А.А. Шайдулина // Географический вестник = Geographical bulletin. – 2016. – № 4 (39). – С. 44–56.
5. Атлас Пермского края / ред. Тартаковский А.М. – Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т, 2012. – 124 с.
6. Китаев А.Б. Скоростной режим района переменного подпора Камского водохранилища и его возможные изменения в связи с созданием хозяйственного объекта / А.Б. Китаев, Д.Е. Клименко, О.В. Ларченко // Географический вестник. – 2010. – № 4 (15). – С. 52–62.

References

1. Dvinskih S.A., Shajdulina A.A. Primenenie sistemnogo podhoda k ocenke uslovij transformacii kotloviny Kamskogo vodohranilishha v rajone peremennogo podpora // Sovremennye problemy vodohranilishh i ih vodosborov: tr. VI Mezhd. nauch.-prakt. konf. Perm, 2017. T. 1. pp. 46–51.
2. Goncharov V.N. Dinamika ruslovyh potokov / V.N. Goncharov. L.: Gidrometeoizdat, 1962. 374 p.
3. Svod pravil po proektirovaniu i stroitelstvu: SP 33-101-2003. Opredelenie osnovnyh raschetnyh gidrologicheskikh harakteristik: normativno-tehnicheskij material. M.: Izd. PNIIS Gosstroja Rossii, 2004. 72 p.
4. Shajdulina A.A. Osobennosti urovennogo rezhima v rajone peremennogo podpora Kamskogo vodohranilishha / A.A. Shajdulina // Geograficheskij vestnik = Geographical bulletin. 2016. no. 4 (39). pp. 44–56.
5. Atlas Permskogo kraja / red. Tartakovskij A.M. Perm: Perm. gos. nac. issled. un-t., 2012. 124 p.
6. Kitaev A.B. Skorostnoj rezhim rajona peremennogo podpora Kamskogo vodohranilishha i ego vozmozhnye izmenenija v svyazi s sozdaniem hozjajstvennogo obekta / A.B. Kitaev, D.E. Klimentko, O.V. Larchenko // Geograficheskij vestnik. 2010. no. 4 (15). pp. 52–62.